

Решением президиума Высшей аттестационной комиссии журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук



Том 15 № 3 2020

ISSN 1992-1098
e-ISSN 2413-0958

ЮГ РОССИИ: ЭКОЛОГИЯ, РАЗВИТИЕ

Vol.15 no. 3 2020

SOUTH OF RUSSIA: ECOLOGY, DEVELOPMENT

Журнал «Юг России: экология, развитие» входит в Перечень Высшей аттестационной комиссии (ВАК) и реферативные базы цитирования: Scopus, Web of Science Core Collection (ESCI), Web of Science Zoological Record, Российская система цитирования (РИНЦ), Cyberleninka, Ulrich's Periodicals Directory, Российская государственная библиотека (РГБ), ВИНТИ, The European Library, The British Library, Jisc copac, Google Scholar, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), OCLC WorldCat, EBSCO A-to-Z, Соционет, Open Access Infrastructure for Research in Europe (Open AIRE), Research Bible, Academic Keys and Open Archives Initiative.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**Главный редактор**

Шестопалов Александр Михайлович, заведующий отделом экспериментального моделирования и патогенеза инфекционных заболеваний, руководитель Евразийского центра зоонозных инфекций Федерального исследовательского центра фундаментальной и трансляционной медицины Сибирского отделения Российской академии наук, доктор биологических наук, профессор (Новосибирск, Россия)

Заместители главного редактора

Асадулаев Загирбег Магомедович, Горный ботанический сад, Дагестанский федеральный исследовательский центр Российской академии наук (Махачкала, Россия)

Гаджиев Алимурад Ахмедович, кафедра экологии, Институт экологии и устойчивого развития, Дагестанский государственный университет (Махачкала, Россия)

Кочуров Борис Иванович, Институт географии Российской академии наук (Москва, Россия)

Рабазанов Нухади Ибрагимович, Прикаспийский институт биологических ресурсов, Дагестанский федеральный исследовательский центр Российской академии наук (Махачкала, Россия)

Научный редактор

Чибилёв Александр Александрович, Институт степи Уральского отделения Российской академии наук (Оренбург, Россия)

Ответственные секретари

Гасангаджиева Азиза Гусейновна, кафедра биологии и биоразнообразия, Дагестанский государственный университет (Махачкала, Россия)

Гусейнова Надира Орджоникидзева, кафедра биологии и биоразнообразия, Дагестанский государственный университет (Махачкала, Россия)

Даудова Мадина Гасан-Гусейновна, кафедра биологии и биоразнообразия, Дагестанский государственный университет (Махачкала, Россия)

Иванушенко Юлия Юрьевна, кафедра биологии и биоразнообразия, Дагестанский государственный университет (Махачкала, Россия)

Теймуров Абдулгамид Абулкасумович, кафедра биологии и биоразнообразия, Дагестанский государственный университет (Махачкала, Россия)

Технический редактор

Юсупов Юсуп Газимагомедович, Институт экологии и устойчивого развития, Дагестанский государственный университет (Махачкала, Россия)

Для ознакомления с целями и задачами, инструкциями по подготовке и подаче рукописи, подписке и другой информации, посетите:

<https://ecodag.elpub.ru/ugro/about>

EDITORIAL BOARD**Editor-in-Chief**

Alexander M. Shestopalov, Head, Department of Experimental Modeling and Pathogenesis of Infectious Diseases & Head, Eurasian Center for Zoonotic Infections, Federal Research Centre for Fundamental and Translational Medicine Siberian branch, Russian Academy of Sciences, Doctor of Biological Sciences, Professor (Novosibirsk, Russia)

Deputy Editors-in-Chief

Zagirbeg M. Asadulaev, Mountain Botanical Garden, Dagestan Federal Research Centre, Russian Academy of Sciences (Makhachkala, Russia)

Alimurad A. Gadzhiev, Department of Ecology, Institute of Ecology and Sustainable Development, Dagestan State University (Makhachkala, Russia)

Boris I. Kochurov, Institute of Geography, Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)

Nukhkadi I. Rabazanov, Caspian Institute of Biological Resources, Dagestan Federal Research Centre, Russian Academy of Sciences (Makhachkala, Russia)

Scientific Editor

Aleksander A. Chibilev, Steppe Institute, Ural Branch, Russian Academy of Sciences (Orenburg, Russia)

Editorial Executive Secretaries

Aziza G. Gasangadzhieva, Department of Biology and Biodiversity, Dagestan State University (Makhachkala, Russia)

Nadira O. Guseynova, Department of Biology and Biodiversity, Dagestan State University (Makhachkala, Russia)

Madina G. Daudova, Department of Biology and Biodiversity, Dagestan State University (Makhachkala, Russia)

Yuliya Yu. Ivanushenko, Department of Biology and Biodiversity, Dagestan State University (Makhachkala, Russia)

Abdulgamid A. Teymurov, Department of Biology and Biodiversity, Dagestan State University (Makhachkala, Russia)

Technical Editor

Yusup G. Yusupov, Institute of Ecology and Sustainable Development, Dagestan State University (Makhachkala, Russia)

For aims and scope, manuscript preparation and submission instructions, subscription and other information visit:

<https://ecodag.elpub.ru/ugro/about>

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Председатель

Грачёв В.А., Российская экологическая академия, Экологический Фонд имени В.И. Вернадского (Москва, Россия)

Сопредседатели

Гутенев В.В., Российская академия государственной службы при Президенте РФ (Москва, Россия)

Залиханов М.Ч., Высокогорный геофизический институт (Нальчик, Россия)

Магомедов М.Д., лаборатория животных, Прикаспийский институт биологических ресурсов, Дагестанский федеральный исследовательский центр Российской академии наук (Махачкала, Россия)

Матишов Г.Г., Южный научный центр Российской академии наук (Ростов-на-Дону, Россия)

Члены редакционного совета

Алекперов И.Х., Институт Зоологии Национальная академия наук Республики Азербайджан (Баку, Азербайджан)

Алексеев А.Ю., лаборатория разработки и испытаний фармакологических средств, Федеральный исследовательский центр Фундаментальной и трансляционной медицины (Новосибирск, Россия)

Асхабов А.М., Коми научный центр Российской академии наук (Сыктывкар, Россия)

Зайцев В.Ф., Астраханский государственный технический университет (Астрахань, Россия)

Замотайлов А.С., кафедра фитопатологии, энтомологии и защиты растений, Кубанский государственный аграрный университет (Краснодар, Россия)

Канбетов А.Ш., Каспийский исследовательский институт НАО «Атырауский университет нефти и газа» (Атырау, Казахстан)

Касимов Н.С., Географический факультет, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

Клюшин П.В., Государственный университет по землеустройству (Москва, Россия)

Крооненберг С.Б., Дельфтский технологический университет (Дельфт, Нидерланды)

Миноранский В.А., кафедра зоологии, Южный Федеральный университет (Ростов-на-Дону, Россия)

Онипченко В.Г., кафедра геоботаники, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

Рабданов М.Х., Дагестанский государственный университет (Махачкала, Россия)

Салманов М.А., Институт Микробиологии Национальная академия наук Республики Азербайджан (Баку, Азербайджан)

Трифонов Т.А., кафедра экологии, Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых (Владимир, Россия)

Фолк Хатманн, Университет Аляски в Фербенксе (Аляска, США)

Шахагпсоев С.Х., кафедра ботаники, Кабардино-Балкарский государственный университет (Нальчик, Россия)

Яковенко Н.В., кафедра социально-экономической географии и регионоведения, Воронежский государственный университет (Воронеж, Россия)

EDITORIAL COUNCIL

Chairman

Vladimir A. Grachev, Russian Ecological Academy, V.I. Vernadsky Ecological Foundation (Moscow, Russia)

Co-Chairs

Vladimir V. Gutenev, Russian Academy of State Service under the President of the Russian Federation (Moscow, Russia)

Mikhail Ch. Zalikhanov, High Mountain Geophysical Institute (Nalchik, Russia)

Magomedrasul D. Magomedov, Animals Laboratory, Caspian Institute of Biological Resources, Dagestan Federal Research Centre, Russian Academy of Sciences (Makhachkala, Russia)

Gennady G. Matishov, Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences (Rostov-on-Don, Russia)

Editorial Council Members

Ilham Kh. Alakbarov, Institute of Zoology, National Academy of Sciences, Republic of Azerbaijan (Baku, Azerbaijan)

Alexander Yu. Alekseev, Laboratory for Development and Testing of Pharmacological Agents, Federal Research Center of Fundamental and Translational Medicine (Novosibirsk, Russia)

Askhab M. Askhabov, Komi Scientific Centre, Russian Academy of Sciences (Syktvykar, Russia)

Vyacheslav F. Zaitsev, Astrakhan State Technical University (Astrakhan, Russia)

Aleksandr S. Zamotailov, Department of Phytopathology, Entomology and Plant Protection, Kuban State Agrarian University (Astrakhan, Russia)

Assylbek Sh. Kanbetov, Caspian Research Institute, Atyrau University of Oil and Gas (Atyrau, Kazakhstan)

Nikolay S. Kasimov, Faculty of Geography, M.V. Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

Pavel V. Klyushin, State University of Land Use Planning (Moscow, Russia)

Salomon B. Kroonenberg, Delft University of Technology (Delft, Netherlands)

Victor A. Minoranskii, Department of Zoology, Southern Federal University (Rostov-on-Don, Russia)

Vladimir G. Onipchenko, Department of Geobotany, M.V. Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

Murtazali Kh. Rabadanov, Dagestan State University (Makhachkala, Russia)

Mamed A. Salmanov, Institute of Microbiology, National Academy of Sciences, Republic of Azerbaijan (Baku, Azerbaijan)

Tatyana A. Trifonova, Department of Ecology, Vladimir State University (Vladimir, Russia)

Falk Huettmann, Institute of Arctic Biology, University of Alaska Fairbanks (Alaska, USA)

Safarbi Kh. Shkhagapsoev, Department of Botany, Kabardino-Balkaria State University (Nalchik, Russia)

Nataliya V. Yakovenko, Department of Social and Economic Geography and Regional Studies, Voronezh State University (Voronezh, Russia)

ЭКОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

<i>Щелканов М.Ю., Дунаева М.Н., Москвина Т.В., Воронова А.Н., Кононова Ю.В., Воробьёва В.В., Галкина И.В., Янович В.А., Гаджиев А.А., Шестопапов А.М.</i>	
Каталог вирусов рукокрылых (2020).....	6-30
<i>Абдусамадов А.С., Ахмаев Э.А., Латунов А.А., Абдусамадов Т.А., Бутаева А.К., Гусейнова С.А.</i>	
Оценка эффективности естественного воспроизводства полупроходных и речных видов рыб во внутренних водных объектах Республики Дагестан.....	31-42

ЭКОЛОГИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

<i>Межевова А.С.</i>	
Использование илового осадка сточных вод при возделывании сафлора красильного на светло-каштановых почвах Волгоградской области.....	43-52

ГЕОЭКОЛОГИЯ

<i>Чибилёв А.А. (мл.), Мелешкин Д.С., Григорьевский Д.В.</i>	
Пространственная оценка социально-экономического каркаса степных регионов России.....	53-65
<i>Кузякина М.В., Гура Д.А.</i>	
Оценка комфортности биоклиматических условий Краснодарского края с применением ГИС-технологий.....	66-76
<i>Миронов О.А., Миронов О.Г.</i>	
Современные данные по загрязнению прибрежной акватории Азово-Черноморского региона России нефтяными углеводородами.....	77-85

ЛАНДШАФТНАЯ ЭКОЛОГИЯ

<i>Кошелева О.Ю., Шинкаренко С.С., Солодовников Д.А., Омаров Р.С.</i>	
Изучение и картографирование ландшафтов полуострова Сарептский на Нижней Волге.....	86-96

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ТУРИЗМ И РЕКРЕАЦИЯ

<i>Хоссейни С.С., Тагвайи М., Атаев З.В., Братков В.В.</i>	
Проблемы и перспективы создания туристических деревень здоровья как потенциал развития медицинского туризма в Исламской Республике Иран (на примере провинции Йезд).....	97-116

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

<i>Мелихов В.В., Медведева Л.Н., Фролова М.В.</i>	
Экологический императив в развитии национальной экономики: повышение потенциала микроводорослей.....	117-131
<i>Аношко П.Н., Макаров М.М., Зоркальцев В.И., Деникина Н.Н., Дзюба Е.В.</i>	
Ограничение на вылов байкальского омуля <i>Coregonus migratorius</i> (Georgi, 1775) и вероятные экологические последствия.....	132-143
<i>Герасименко Т.И.</i>	
Главные факторы трансформации региональной и этнической идентичности.....	144-154
<i>Гаджиев Н.Г., Мурзак Н.А., Митенкова А.Е., Скрипкина О.В., Коноваленко С.А.</i>	
Проблемы развития циркулярной экономики как фактора устойчивого развития России.....	155-164

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

<i>Ivanushenko Yu.Yu., Volobuev S.V.</i>	
Species of <i>Odontia</i> and <i>Tomentella</i> (Thelephorales, Basidiomycota) new to Dagestan, Russia.....	165-173
<i>Плакшина А.Л., Задорина П.К.</i>	
Использование ландшафтного подхода при определении границ охраняемой территории кластера «Синташты» заповедника «Аркаим».....	174-180

ЮБИЛЕИ И ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ

<i>Настина Г.Э.</i>	
Вклад Г.М. Борликова в решение экологических проблем Калмыкии и Прикаспия.....	181-184

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

185

ECOLOGY OF ANIMALS

- Shchelkanov M.Yu., Dunaeva M.N., Moskvina T.V., Voronova A.N., Kononova Y.V., Vorobyeva V.V., Galkina I.V., Yanovich V.A., Gadzhiev A.A., Shestopalov A.M.*
 Catalogue of bat viruses (2020).....6-30
- Abdusamadov A.S., Akhmaev E.A., Latunov A.A., Abdusamadov T.A., Butaeva A.K., Guseinova S.A.*
 Estimation of natural reproduction efficiency of semianadromous and river fish species in inland water bodies of the Republic of Dagestan, Russia.....31-42

ECOLOGY OF MICROORGANISMS

- Mezheva A.S.*
 Wastewater silt sludge application in the case of *Carthamus tinctorius* cultivation on light chestnut soils of the Volgograd Region, Russia.....43-52

GEOECOLOGY

- Chibilyov A.A. (Jr), Meleshkin D.S., Grigorevsky D.V.*
 Spatial assessment of the socio-economic framework of the Russian steppe regions.....53-65
- Kuzyakina M.V., Gura D.A.*
 Assessment of bioclimatic comfort of the Krasnodar Territory, Russia through the application of GIS-technologies.....66-76
- Mironov O.A., Mironov O.G.*
 Current level of oil hydrocarbons in Russian coastal waters of the Black Sea and Azov Sea.....77-85

LANDSCAPE ECOLOGY

- Kosheleva O.Yu., Shinkarenko S.S., Solodovnikov D.A., Omarov R.S.*
 Studying and mapping the landscapes of the Sareptsky peninsula in Lower Volga, Russia.....86-96

ECOLOGICAL TOURISM AND RECREATION

- Hosseini S.S., Tagvayi M., Ataev Z.V., Bratkov V.V.*
 Problems and prospects of creating health tourism villages as a potential for developing medical tourism in the Islamic Republic of Iran (Case study: Yazd province).....97-116

GENERAL PROBLEMS

- Melikhov V.V., Medvedeva L.N., Frolova M.V.*
 An environmental imperative in the development of the national economy: increasing the potential of microalgae.....117-131
- Anoshko P.N., Makarov M.M., Zorkaltsev V.I., Denikina N.N., Dzyuba E.V.*
 Limits for *Coregonus migratorius* (Georgi, 1775) catches and likely ecological effects.....132-143
- Gerasimenko T.I.*
 Main factors in the transformation of regional and ethnic identity.....144-154
- Gadzhiev N.G., Murzak N.A., Mitenkova A.E., Skripkina O.V., Konovalenko S.A.*
 Problems of development of the circular economy as a factor in Russia's sustainable development.....155-164

BRIEF REPORTS

- Ivanushenko Yu.Yu., Volobuev S.V.*
 Species of *Odontia* and *Tomentella* (Thelephorales, Basidiomycota) new to Dagestan, Russia.....165-173
- Plaksina A.L., Zadorina P.K.*
 Using the landscape approach in determining the boundaries of the protected area of the Sintashy cluster of the Arkaim reserve, Russia.....174-180

ANNIVERSARIES AND MEMORABLE DATES

- Nastinova G.E.*
 The contribution of G.M. Borlikov to the solution of ecological problems of Kalmykia and the Caspian region.....181-184

CONTACT INFORMATION.....185

Обзорная статья / Review article
УДК 578.82/.83
DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-6-30

Каталог вирусов рукокрылых (2020)

Михаил Ю. Щелканов^{1,2,3}, Мария Н. Дунаева^{1,2}, Татьяна В. Москвина^{1,2},
Анастасия Н. Воронова¹, Юлия В. Кононова⁴, Валентина В. Воробьёва⁵,
Ирина В. Галкина², Василий А. Янович⁶, Алимурат А. Гаджиев⁷, Александр М. Шестопалов^{4,8}

¹Федеральный научный Центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток, Россия

²Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

³Национальный научный Центр морской биологии ДВО РАН, Владивосток, Россия

⁴Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины, Новосибирск, Россия

⁵Приморская государственная сельскохозяйственная академия, Уссурийск, Россия

⁶Тихоокеанский государственный медицинский университет, Владивосток, Россия

⁷Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

⁸Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

Контактное лицо

Михаил Ю. Щелканов, доктор биологических наук, заведующий лабораторией вирусологии ФНЦ биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии Дальневосточного отделения РАН; 69022 Россия, г. Владивосток, пр-т Столетия Владивостоку, 159/1; заведующий лабораторией экологии микроорганизмов с Международным научно-образовательным Центром биологической безопасности Школы биомедицины Дальневосточного федерального университета; 690091 Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8; ведущий научный сотрудник ННЦ морской биологии Дальневосточного отделения РАН; 690041 Россия, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17.
Тел. +79245297109
Email adorob@mail.ru
ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8610-7623>

Формат цитирования

Щелканов М.Ю., Дунаева М.Н., Москвина Т.В., Воронова А.Н., Кононова Ю.В., Воробьёва В.В., Галкина И.В., Янович В.А., Гаджиев А.А., Шестопалов А.М. Каталог вирусов рукокрылых (2020) // Юг России: экология, развитие. 2020. Т.15, N 3. С. 6-30. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-6-30

Получена 22 мая 2020 г.
Прошла рецензирование 15 июня 2020 г.
Принята 27 августа 2020 г.

Резюме

Цель. Цель настоящей работы заключается в анализе представленности вирусов рукокрылых (Chiroptera) в различных таксонах царства Virae.

Обсуждение. На сегодняшний день, с рукокрылыми связаны 260 вирусов, входящих в 19 отрядов, 28 семейств (9 ДНК-содержащих и 19 РНК-содержащих) и 61 род (18 ДНК-содержащих и 43 РНК-содержащих). В это число включены вирусы, аннотированные Международным Комитетом по таксономии вирусов (исключая синонимичные виды), для которых проведена верификация таксономического статуса с помощью секвенирования субгеномных или полногеномных нуклеотидных последовательностей. Обращает на себя внимание большое количество неидентифицированных штаммов от рукокрылых – по-видимому, среди них содержится немало будущих прототипных вирусов для новых таксонов.

Заключение. Представленные в настоящей работе данные несомненно будут расширены уже в ближайшее время. Это связано с необходимостью совершенствования системы предупреждения опасных эпидемических и пандемических ситуаций, в первую очередь, – путём повышения внимания к вирусам рукокрылых. Поэтому представленный в данной работе Каталог вирусов рукокрылых, известных к середине 2020 г., может рассматриваться как своеобразная «стартовая точка» грядущих исследований в этой области.

Ключевые слова

Рукокрылые, Chiroptera, вирусы, Virae, таксономия.

Catalogue of bat viruses (2020)

Mikhail Yu. Shchelkanov^{1,2,3}, Mariya N. Dunaeva^{1,2}, Tatyana V. Moskvina^{1,2},
Anastasia N. Voronova¹, Yuliya V. Kononova⁴, Valentina V. Vorobyeva⁵,
Irina V. Galkina², Vasily A. Yanovich⁶, Alimurad A. Gadzhiev⁷ and Alexander M. Shestopalov^{4,8}

¹Federal Scientific Centre of East Asian Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch,

Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

²Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia

³National Scientific Centre of Marine Biology, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

⁴Federal Research Centre for Fundamental and Translational Medicine, Siberian Branch,

Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

⁵Primorskaya State Academy of Agriculture, Ussuriisk, Russia

⁶Pacific State Medical Academy, Vladivostok, Russia

⁷Dagestan State University, Makhachkala, Russia

⁸Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

Principal contact

Mikhail Yu. Shchelkanov, Doctor of Sciences (Biology), Chief, Laboratory of Virology, Federal Scientific Centre of East Asian Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences; 159/1 Stoletiya Vladivostoku Prospekt, Vladivostok, Russia 690022; Chief, Laboratory of Microorganism Ecology, International Scientific and Educational Centre for Biological Security, School of Biomedicine, Far Eastern Federal University; 8 Sukhanova St, Vladivostok, Russia 690091; and Lead Researcher, Laboratory of Marine Mammals, National Scientific Centre of Marine Biology, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, 17 Palchevskogo St, Vladivostok, Russia 690041.

Tel. +79245297109

Email adorob@mail.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8610-7623>

How to cite this article

Shchelkanov M.Yu., Dunaeva M.N., Moskvina T.V., Voronova A.N., Kononova Y.V., Vorobyeva V.V., Galkina I.V., Yanovich V.A., Gadzhiev A.A., Shestopalov A.M. Catalogue of bat viruses (2020). *South of Russia: ecology, development*. 2020, vol. 15, no. 3, pp. 6-30. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-6-30

Received 22 May 2020

Revised 15 July 2020

Accepted 27 August 2020

Abstract

Aim. Aim of this the research presented in this article is to analyze the representation of bat (Chiroptera) viruses in various taxa of the Virae kingdom.

Discussion. Currently, 260 viruses are associated with bats belonging to 19 orders, 28 families (9 DNA-containing and 19 RNA-containing) and 61 genera (18 DNA-containing and 43 RNA-containing). This number includes viruses annotated by the International Committee on the Taxonomy of Viruses (excluding synonymous species) for which the taxonomic status has been verified by sequencing subgenomic or full-genomic nucleotide sequences. A large number of unidentified strains from bats are noteworthy – they apparently contain many future prototype viruses for new taxa.

Conclusion. The data presented in this article will undoubtedly be expanded in the nearest future. This is due to the need to improve the system for prevention of dangerous epidemic and pandemic situations primarily by increasing priority attention on bat viruses. Therefore, the catalogue of bat viruses, known as of mid-2020, presented in this paper could be considered as a kind of "starting point" for future research in this area.

Key Words

Bats, Chiroptera, viruses, Virae, taxonomy.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие современной пандемии COVID-19 (Coronavirus disease 2019 – коронавирусное заболевание 2019 г.) [1; 2], этиологически связанного с вирусом тяжелого острого респираторного синдрома 2-го типа (SARS-CoV-2 – Severe acute respiratory syndrome-related virus 2) (Nidovirales: Coronaviridae, *Betacoronavirus*, подрод *Sarbecovirus*) [3; 4], в очередной раз вызвала всплеск интереса к вирусам рукокрылых (Chiroptera), которые являются природным резервуаром SARS-CoV-2 [5; 6]. Это уже не первая волна интереса вирусологов к рукокрылым в начале XXI века: в 2002-2003 гг. была эпидемия, вызванная вирусом тяжелого острого респираторного синдрома (SARS-CoV – Severe acute respiratory syndrome-related virus) (Nidovirales: Coronaviridae, *Betacoronavirus*, подрод *Sarbecovirus*), в юго-восточных провинциях Китая и многочисленными завозными случаями по всему миру [7; 8]; в 2009-2011 гг. в летучих мышах Центральной Америки были обнаружены нуклеотидные последовательности новых субтипов H17N10 и H18N11 вируса гриппа А (Articulavirales: Orthomyxoviridae, *Alphainfluenzavirus*) [9-11]; с 2012 г. регулярно регистрируются спорадические случаи и эпидемические вспышки вируса Ближневосточного респираторного синдрома (MERS-CoV – Middle East respiratory syndrome-related virus) (Nidovirales: Coronaviridae, *Betacoronavirus*, подрод *Merbecovirus*) [12; 13], включая – завозные, крупнейшей из которых была эпидемическая вспышка в Республике Корея 2015 г. [14].

Однако современная ситуация с COVID-19 отличается не только всепланетным масштабом распространения SARS-CoV-2, но и беспрецедентным уровнем влияния на социальные процессы, мировую экономику и политику. Последний раз такое серьезное влияние вирус-индуцированной эпидемии на развитие общества имело место почти столетие назад, во время пандемии печально известной «испанки» (1918-1919 гг.) – гриппа А / H1N1 [15; 16]: порядка 100 млн. унесенных ею жизней¹, по сути, способствовали прекращению Первой мировой войны и формированию нового послевоенного мироустройства. В 1918 г. человечество ещё не знало, что этиологическим агентом гриппа является вирус² [15], но после установления этого факта (1933 г.) [15; 16] в 1950-ые гг. начала формироваться глобальная система мониторинга гриппа под эгидой Всемирной организации здравоохранения, которая зарекомендовала себя как вполне эффективная. В этом контексте, наиболее адекватной стратегией реагирования на предотвращение опасных эпидемических ситуаций, подобных COVID-19, должна стать активизация и масштабирование эколого-вирусологических исследований. В первую очередь, этот процесс коснётся рукокрылых. По-видимому, уже в ближнесрочной перспективе следует ожидать появления большого количества новых данных о вирусах рукокрылых. Поэтому представленный в данной работе каталог вирусов рукокрылых, известных к середине 2020 г.,

может рассматриваться как своеобразная «стартовая точка» грядущих исследований в этой области.

ОБСУЖДЕНИЕ

Каталог вирусов рукокрылых, известных к июлю 2020 г., представлен в табл. 1 и табл. 2. В нем используется современная номенклатура вирусов, принятая Международным Комитетом по таксономии вирусов (ICTV – International Committee on the Taxonomy of Viruses) [17], без указаний ранее существовавших синонимических названий. В Каталог вошли только те вирусы, идентификация которых проведена с помощью секвенирования субгеномных или полногеномных нуклеотидных последовательностей, представленных в международной базе данных GenBank. Такой подход является, на сегодняшний день, общепризнанным стандартом [18; 19], хотя в этом случае оказывается проигнорированной информация о вирусах рукокрылых, идентифицированных с помощью серологических методов и полимеразной цепной реакции, данные о которых представлены в более ранних таксономических перечнях [16; 20-23]. Как показывает опыт молекулярно-генетической идентификации штаммов, находящихся на длительном хранении в вирусологических коллекциях, образцы, изолированные в прошлом веке, нуждаются в уточнении их таксономического статуса [18; 19; 24]. Так, например, в процессе ревизии Российской государственной коллекции вирусов, проведённой в 2012-2014 гг. [19], была детализирована классификация трёх вирусов рукокрылых: Сокулук (SOKV – Sokuluk virus) (Amarillovirales: Flaviviridae, *Flavivirus*, группа рукокрылых Энтеббе), изолированного в Киргизии (1970 г.) от нетопырей-карликов (*Vespertilio pipistrellus*) [25]; Иссык-Куль (ISKV – Issyk-Kul virus) (Bunyavirales: Nairoviridae, *Orthonairovirus*, группа Иссык-Куль), изолированного в Киргизии (1973 г.) от гладконосых летучих мышей (Vespertilionidae) и снятых с них аргасовых клещей *Argas vespertilionis* [26]; Узун-Агач (UZAV – Uzun-Agach virus) (Bunyavirales: Nairoviridae, *Orthonairovirus*, группа Иссык-Куль), изолированного в Казахстане (1977 г.) от остроухой ночницы (*Myotis blythii*) [27].

Каталог содержит 260 вирусов (табл. 2), входящих в 19 отрядов³ (одно семейство ДНК-содержащих вирусов, Anelloviridae, пока не классифицировано до уровня отряда), 1 подотряд (Cornidovirineae из отряда Nidovirales – остальные 18 отрядов не дифференцированы до уровня подотряда) (табл. 1), 28 семейств⁴, 14 подсемейств (19 семейств не дифференцированы до уровня подсемейства) и 61 род⁵ (рис. 1). Категория «подрод» в законченной форме встречается только в родах таксономически наиболее структурированного семейства Coronaviridae. В родах других семейств пока встречается категория «группа», которую следует рассматривать как уточняемые с помощью молекулярно-генетических технологий антигенные комплексы – перспективные подроды. Так, например, секвенирование геномов позволило разделить серокомплекс Иссык-Куль в роде *Orthonairovirus* (Nairoviridae) на две группы: собственно, Иссык-Куль и Леопардс-Хилл [23; 28].

¹ Для сравнения: за 5 лет Первой мировой войны (1914–1918 гг.) погибли 8,3 млн. человек.

² Считалось, что этиологическим агентом гриппа является палочка Афанасьева–Пфейффера [15], известная сегодня как гемофильная палочка *Haemophilus influenzae* (Pasteurellales: Pasteurellaceae).

³ Восемь отрядов ДНК- и 11 отрядов РНК-содержащих вирусов.

⁴ Девять семейств ДНК- и 19 семейств РНК-содержащих вирусов.

⁵ Восемнадцать родов ДНК- и 43 рода РНК-содержащих вирусов.

Таблица 1. Представленность* вирусов рукокрылых в различных таксонах царства Virae
Table 1. Representation* of bat viruses in various taxons of the Virae Kingdom

Геном Genome	Отряд Order	$\frac{A}{B}$	Подотряд Suborder	$\frac{C}{D}$	Семейство Family	$\frac{E}{F}$	№ №	Подсемейство Subfamily	$\frac{G}{H}$	Род Genus	$\frac{K}{L}$	Подрод или группа Subgenus or group	$\frac{M}{N}$
кольцевая двуцепочечная cycle double stranded	Chitovirales	$\frac{1}{1}$	Incertae sedis	—	Poxviridae	$\frac{2}{22}$	$\frac{1}{1}$	Chordoroxvirinae	$\frac{2}{18}$	<i>Pteropoxvirus</i> <i>Vespertilionpoxvirus</i>	$\frac{1}{1}$	Incertae sedis	—
		$\frac{1}{1}$				$\frac{2}{22}$	$\frac{1}{1}$		$\frac{2}{18}$		$\frac{1}{1}$		—
кольцевая одноцепочечная амбисмысловая cycle single stranded ambisense	Circivirales	$\frac{1}{1}$	Incertae sedis	—	Circoviridae	$\frac{2}{2}$	$\frac{2}{2}$	Incertae sedis	—	<i>Circovirus</i> <i>Cyclovirus</i>	$\frac{12}{43}$	Incertae sedis	—
		$\frac{1}{1}$				$\frac{2}{2}$	$\frac{2}{2}$		—		$\frac{16}{51}$		—
нековалентно закольцованная частично дву-, частично- одноцепочечная (более протяжённая цепь негативно-смысловая) non-covalently looped partially two-, partially single-stranded (longer chain is negative-sense)	Blubervirales	$\frac{1}{1}$	Incertae sedis	—	Hepadnaviridae	$\frac{1}{5}$	$\frac{3}{5}$	Incertae sedis	—	<i>Orthohepadnavirus</i>	$\frac{4}{12}$	Incertae sedis	—
		$\frac{1}{1}$				$\frac{1}{5}$	$\frac{3}{5}$		—		$\frac{4}{12}$		—
линейная двуцепочечная linear double stranded	Herpesvirales	$\frac{1}{3}$	Incertae sedis	—	Herpesviridae	$\frac{3}{13}$	$\frac{4}{4}$	Alphaherpesvirinae Betaherpesvirinae Gammaherpesvirinae	$\frac{1}{5}$ $\frac{0}{4}$ $\frac{2}{4}$	<i>Simplexvirus</i> Incertae sedis <i>Lymphocryptovirus</i> <i>Percavirus</i>	$\frac{1}{13}$ $\frac{1}{1}$ $\frac{1}{9}$ $\frac{1}{6}$	Incertae sedis	—
		$\frac{1}{3}$				$\frac{3}{13}$	$\frac{4}{4}$		$\frac{1}{5}$		$\frac{1}{13}$		—
		$\frac{1}{3}$				$\frac{3}{13}$	$\frac{4}{4}$		$\frac{0}{4}$		$\frac{1}{1}$		—
		$\frac{1}{3}$				$\frac{3}{13}$	$\frac{4}{4}$		$\frac{2}{4}$		$\frac{1}{9}$		—
кольцевая одноцепочечная негативно-смысловая cycle single stranded negative-sense	Incertae sedis	—	Incertae sedis	—	Anelloviridae	$\frac{1}{15}$	$\frac{5}{5}$	Incertae sedis	—	<i>Sigmatorquevirus</i> <i>Artiparvovirus</i> <i>Bocaparvovirus</i>	$\frac{2}{3}$ $\frac{1}{1}$ $\frac{4}{25}$	Incertae sedis	—
		—				$\frac{1}{15}$	$\frac{5}{5}$		—		$\frac{1}{1}$		—
кольцевая одноцепочечная негативно-смысловая cycle single stranded negative-sense	Piccovirales	$\frac{1}{1}$	Incertae sedis	—	Parvoviridae	$\frac{5}{23}$	$\frac{6}{6}$	Parvovirinae	$\frac{5}{10}$	<i>Dependoparvovirus</i> Incertae sedis <i>Protoparvovirus</i> <i>Tetraparvovirus</i>	$\frac{1}{10}$ $\frac{1}{1}$ $\frac{1}{13}$ $\frac{1}{6}$	Incertae sedis	—
		$\frac{1}{1}$				$\frac{5}{23}$	$\frac{6}{6}$		$\frac{5}{10}$		$\frac{1}{10}$		—
		$\frac{1}{1}$				$\frac{5}{23}$	$\frac{6}{6}$		$\frac{5}{10}$		$\frac{1}{10}$		—
		$\frac{1}{1}$				$\frac{5}{23}$	$\frac{6}{6}$		$\frac{5}{10}$		$\frac{1}{10}$		—

DNA-содержащие / DNA-containing

линейная двуцепочечная linear double stranded	Rowavirales	1 1	Incertae sedis	—	Adenoviridae	1 5	7 5	Incertae sedis	—	Mastadenovirus	10 50	Incertae sedis	—
кольцевая двуцепочечная cycle double stranded	Sepolyvirales	1 1	Incertae sedis	—	Polyomaviridae	2 4	8 4	Incertae sedis	—	Alphapolyomavirus	14 44	Incertae sedis	—
кольцевая двуцепочечная cycle double stranded	Zurhausenvirales	1 1	Incertae sedis	—	Papillomaviridae	1 53	9 53	Firstpapillomavirinae	1 52	Dyotapapillomavirus	1 1	Incertae sedis	—
линейная одноцепочечная позитивно-смысловая linear single stranded positive-sense	Amarilovirales	1 1	Incertae sedis	—	Flaviviridae	4 4	10 4	Incertae sedis	—	Flavivirus	13 55	Японского энцефалита Japanese encephalitis	2 8
линейная одноцепочечная негативно-смысловая segmented linear single stranded negative-sense	Articulavirales	1 2	Incertae sedis	—	Orthomyxoviridae	1 7	11 7	Incertae sedis	—	Alphainfluenzavirus (8 сегментов / 8 segments)	1 1	Incertae sedis	—
линейная одноцепочечная негативно-смысловая segmented linear single stranded negative-sense	Bunyavirales	5 12	Incertae sedis	—	Hantaviridae (3 негативных смысловых сегмента / 3 negative-sense segments)	3 7	13 7	Mammantavirinae	3 4	Morbivirus	2 3	Incertae sedis	—
линейная одноцепочечная негативно-смысловая segmented linear single stranded negative-sense	Arenaviridae (2 или 3 сегмента / 2 or 3 segments)	1 4	Incertae sedis	—	Mammantavirus (2 амбисмысловых фрагмента / 2 ambisense fragments)	1 39	1 39	Группа B Нового Света New World group B	1 9	Incertae sedis	—	Incertae sedis	—

РНК-содержащие / RNA-containing

				Ортокантавирусы негрызунов	
				Non-rodent-related orthohantaviruses	
Nairoviridae (3 отрицательно- смысловых сегмента / 3 negative-sense segments)	1	14	3	Incertae sedis	Orthohantavirus
Peribunyaviridae (3 отрицательно- смысловых сегмента / 3 negative-sense segments)	1	15	4	Incertae sedis	Orthobunyavirus
Phenuiviridae (1 амби- и 2 отрица- тельно-смысловых сегмента / 1 ambif- and 2 negative-sense segments)	1	16	19	Incertae sedis	Phlebovirus
Hepelivirales одноцепочечная положительно-смысловая linear single-stranded positive-sense	1	17	2	Incertae sedis	Orthopevirus
Filoviridae	4	19	6	Incertae sedis	Ebolavirus
Borna viridae	0	18	3	Incertae sedis	Incertae sedis
Mononegavirales одноцепочечная отрицательно-смысловая linear single-stranded negative-sense	4	11	11	Incertae sedis	Incertae sedis
Paramyxoviridae	4	20	17	Orthoparamyxovirinae	Incertae sedis
Rhabdoviridae	3	21	1	Incertae sedis	Incertae sedis

12

[illegible]

Примечание * А – количество семейств данного отряда; В – общее количество семейств данного отряда; С – количество семейств рукокрылых; D – общее количество семейств данного подотряда; E – количество родов данного семейства; F – общее количество родов рукокрылых; G – количество родов рукокрылых; H – общее количество родов данного подсемейства; K – количество видов рукокрылых, принадлежащих данному роду; L – общее количество родов рукокрылых, принадлежащих данному подроду или группе; N – общее количество видов, принадлежащих данному подроду или группе; O – общее количество видов, принадлежащих данному роду; P – общее количество видов, принадлежащих данному семейству; Q – общее количество родов, принадлежащих данному семейству; R – общее количество родов, принадлежащих данному отряду; S – общее количество родов, принадлежащих данному классу.

Note: * A = number of families of the given order; B = total number of families of the given suborder containing bat viruses; C = number of families of the given subfamily containing bat viruses; D = total number of families of the given family containing bat viruses; E = number of genera of the given family containing bat viruses; F = total number of genera of the given subfamily containing bat viruses; G = number of genera of the given subgenus or group; H = total number of genera belonging to the given subgenus or group; I = total number of viruses belonging to the given subgenus or group; J = total number of unclassified viruses; K = number of bat viruses belonging to the given genus; M = number of bat viruses belonging to the given subgenus or group; N = total number of viruses belonging to the given subgenus or group. Unclassified viruses (with "incertae sedis" instead of genus name) are specified without a fraction denominator since the total number of unclassified viruses is not constant.

Таблица 2. Вирусы рукокрылых и их таксономическое положение*
Table 2. Bat viruses and their taxonomic position*

Семейство (№ из табл. 1) Family (№ from the Table 1)	Подсемейство Subfamily	Род Genus	Подрод или группа Subgenus or group	Вирус Virus	Источник (страна, год) изоляции прототипного штамма Source (country, year) of isolation of prototype strain	GenBank ID
Adenoviridae (7)	Incertae sedis	<i>Mastadenovirus</i>	Incertae sedis	Мастаденовирус рукокрылых А Bat mastadenovirus A	<i>Myotis ricketti</i> (КНР / China, 2007)	NC_016895
				Мастаденовирус рукокрылых В Bat mastadenovirus B	<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Германия / Germany, 2007)	NC_015932
				Мастаденовирус рукокрылых С Bat mastadenovirus C	<i>Rhinolophus sinicus</i> (КНР / China, 2012)	NC_029898
				Мастаденовирус рукокрылых D Bat mastadenovirus D	<i>Miniopterus schreibersii</i> (КНР / China, 2012)	NC_030860
				Мастаденовирус рукокрылых E Bat mastadenovirus E	<i>Miniopterus schreibersii</i> (КНР / China, 2012)	NC_030874
				Мастаденовирус рукокрылых F Bat mastadenovirus F	<i>Rousettus lechenaultii</i> (КНР / China, 2012)	NC_034626
				Мастаденовирус рукокрылых G Bat mastadenovirus G	<i>Corynorhinus rafinesquii</i> (США / USA, 2009)	NC_031948
				Мастаденовирус рукокрылых H Bat mastadenovirus H	<i>Eidolon helvum</i> (Замбия / Zambia, 2013)	AP018374
				Мастаденовирус рукокрылых I Bat mastadenovirus I	<i>Rousettus aegyptiacus</i> (ЮАР / South Africa, 2013)	MG551742
				Мастаденовирус рукокрылых J Bat mastadenovirus J	<i>Vespertilio sinensis</i> (Япония / Japan, 2016)	LC385827
Anelloviridae (5)	Incertae sedis	<i>Sigmatorquevirus</i>	Incertae sedis	Торкугеновирус бразильских складчатогубов Tacarica brasiliensis Torque teno virus	<i>Tadarida brasiliensis</i> (Бразилия / Brazil, 2013)	KM434181
				Торкугеновирус очковых листоносов Carollia perspicillata Torque teno virus	<i>Carollia perspicillata</i> (Бразилия / Brazil, 2010)	MF541393
				Торкугеновирус обыкновенных вампиров Desmodus rotundus Torque teno virus	<i>Desmodus rotundus</i> (Бразилия / Brazil, 2010)	MF541386
Arenaviridae (12)	Incertae sedis	<i>Mammarenavirus</i>	Группа B Houaro Cueta New World group B	Маммаренавирус Такарибе Tacaribe mammarenavirus	<i>Artibeus fujairiensis</i> (Тринидад и Табаго / Trinidad and Tobago, 1966)	NC_004292
				Мамастровирус 12-го типа Mamastrovirus 12	<i>Taphozous melanopogon</i> (КНР / China, 2007)	NC_043098
Astroviridae (28)	Incertae sedis	<i>Mamastrovirus</i>	Incertae sedis	Мамастровирус 14-го типа Mamastrovirus 14	<i>Miniopterus magnater</i> (Гонконг / Hong Kong, 2005)	NC_043099
				Мамастровирус 15-го типа Mamastrovirus 15	<i>Taphozous melanopogon</i> (КНР / China, 2007)	NC_043100
				Мамастровирус 16-го типа Mamastrovirus 16	<i>Pipistrellus abramus</i> (КНР / China, 2005)	NC_043101
				Мамастровирус 17-го типа Mamastrovirus 17	<i>Hipposideros pomona</i> (КНР / China, 2007)	NC_038368
				Мамастровирус 18-го типа Mamastrovirus 18	<i>Miniopterus pusillus</i> (Гонконг / Hong Kong, 2006)	NC_043102
				Мамастровирус 19-го типа Mamastrovirus 19	<i>Taphozous melanopogon</i> (КНР / China, 2007)	NC_043103
Bornaviridae (18)	Incertae sedis	Incertae sedis	Incertae sedis	Борнавирус рукокрылых Bat bornavirus	<i>Myotis nattereri</i> (Франция / France, 2010)	KF170228
Caliciviridae (25)	Incertae sedis	Incertae sedis	Incertae sedis	Калицивирус рукокрылых JX2010 Bat calicivirus JX2010	<i>Myotis myotis</i> (Китай / China, 2010)	KJ641703

Norovirus	Калицивирус рукокрылых GD2012 Bat calicivirus GD2012	Калицивирус рукокрылых 1-го типа Bat associated circovirus 1	Калицивирус новозеландских летучих мышей Mystacina calicivirus	Myotis sp. (Китай / China, 2012)	KJ641700
	Вирус Норфолк Norwalk virus	Цирковирус рукокрылых 2-го типа Bat associated circovirus 2	Вирус Норфолк Norwalk virus	Rhinolophus sinicus (КНР / China, 2010)	KM204382
	Вирус Сапоро Saporo virus	Цирковирус рукокрылых 3-го типа Bat associated circovirus 3	Вирус Сапоро Saporo virus	Eidolon helvum (Камерун / Cameroon, 2014)	KJ790198
Sapovirus	Цирковирус рукокрылых 4-го типа Bat associated circovirus 4	Цирковирус рукокрылых 5-го типа Bat associated circovirus 5	Цирковирус рукокрылых 6-го типа Bat associated circovirus 6	Rhinolophus ferrumequinum (Мьянма / Myanmar, 2008)	KX759620
	Цирковирус рукокрылых 7-го типа Bat associated circovirus 7	Цирковирус рукокрылых 8-го типа Bat associated circovirus 8	Цирковирус рукокрылых 9-го типа Bat associated circovirus 9	Rhinolophus ferrumequinum (Мьянма / Myanmar, 2008)	NC_038385
	Цирковирус рукокрылых 10-го типа Bat associated circovirus 10	Цирковирус рукокрылых 11-го типа Bat associated circovirus 11	Цирковирус рукокрылых 12-го типа Bat associated circovirus 12	Rhinolophus ferrumequinum (КНР / China, 2011)	NC_021206
Circovirus	Цирковирус рукокрылых 1-го типа Bat associated circovirus 1	Цирковирус рукокрылых 2-го типа Bat associated circovirus 2	Цирковирус рукокрылых 3-го типа Bat associated circovirus 3	Rhinolophus ferrumequinum (КНР / China, 2011)	NC_038386
	Цирковирус рукокрылых 4-го типа Bat associated circovirus 4	Цирковирус рукокрылых 5-го типа Bat associated circovirus 5	Цирковирус рукокрылых 6-го типа Bat associated circovirus 6	Tadarida brasiliensis (Бразилия / Brazil, 2013)	NC_038387
	Цирковирус рукокрылых 7-го типа Bat associated circovirus 7	Цирковирус рукокрылых 8-го типа Bat associated circovirus 8	Цирковирус рукокрылых 9-го типа Bat associated circovirus 9	Plecotus auritus (КНР / China, 2013)	NC_038388
Incertae sedis	Цирковирус рукокрылых 10-го типа Bat associated circovirus 10	Цирковирус рукокрылых 11-го типа Bat associated circovirus 11	Цирковирус рукокрылых 12-го типа Bat associated circovirus 12	Rhinolophus sinicus (КНР / China, 2013)	NC_038389
	Цирковирус рукокрылых 13-го типа Bat associated circovirus 13	Цирковирус рукокрылых 14-го типа Bat associated circovirus 14	Цирковирус рукокрылых 15-го типа Bat associated circovirus 15	Myotis ricketti (КНР / China, 2012)	NC_038390
	Цирковирус рукокрылых 16-го типа Bat associated circovirus 16	Цирковирус рукокрылых 17-го типа Bat associated circovirus 17	Цирковирус рукокрылых 18-го типа Bat associated circovirus 18	Rhinolophus ferrumequinum (КНР / China, 2010)	NC_039033
Circoviridae (2)	Цирковирус рукокрылых 19-го типа Bat associated circovirus 19	Цирковирус рукокрылых 20-го типа Bat associated circovirus 20	Цирковирус рукокрылых 21-го типа Bat associated circovirus 21	Myotis macrodactylus (Япония / Japan, 2013)	LC456718
	Цирковирус рукокрылых 22-го типа Bat associated circovirus 22	Цирковирус рукокрылых 23-го типа Bat associated circovirus 23	Цирковирус рукокрылых 24-го типа Bat associated circovirus 24	Hipposideros armiger (КНР / China, 2011)	KX756996
	Цирковирус рукокрылых 25-го типа Bat associated circovirus 25	Цирковирус рукокрылых 26-го типа Bat associated circovirus 26	Цирковирус рукокрылых 27-го типа Bat associated circovirus 27	Pipistrellus sp. (КНР / China, 2012)	KJ641716
Incertae sedis	Цирковирус рукокрылых 28-го типа Bat associated circovirus 28	Цирковирус рукокрылых 29-го типа Bat associated circovirus 29	Цирковирус рукокрылых 30-го типа Bat associated circovirus 30	Guano из мультивидовой колонии летучих мышей Guano from multi-species bat colony (США / USA, 2012)	NC_034547
	Цирковирус рукокрылых 31-го типа Bat associated circovirus 31	Цирковирус рукокрылых 32-го типа Bat associated circovirus 32	Цирковирус рукокрылых 33-го типа Bat associated circovirus 33	Guano из мультивидовой колонии летучих мышей Guano from multi-species bat colony (США / USA, 2012)	NC_034547
	Цирковирус рукокрылых 34-го типа Bat associated circovirus 34	Цирковирус рукокрылых 35-го типа Bat associated circovirus 35	Цирковирус рукокрылых 36-го типа Bat associated circovirus 36	Guano из мультивидовой колонии летучих мышей Guano from multi-species bat colony (КНР / China, 2009)	NC_038393
Cyclovirus	Цирковирус рукокрылых 37-го типа Bat associated circovirus 37	Цирковирус рукокрылых 38-го типа Bat associated circovirus 38	Цирковирус рукокрылых 39-го типа Bat associated circovirus 39	Guano из мультивидовой колонии летучих мышей Guano from multi-species bat colony (КНР / China, 2009)	NC_038393
	Цирковирус рукокрылых 40-го типа Bat associated circovirus 40	Цирковирус рукокрылых 41-го типа Bat associated circovirus 41	Цирковирус рукокрылых 42-го типа Bat associated circovirus 42	Guano из мультивидовой колонии летучих мышей Guano from multi-species bat colony (КНР / China, 2009)	NC_038394
	Цирковирус рукокрылых 43-го типа Bat associated circovirus 43	Цирковирус рукокрылых 44-го типа Bat associated circovirus 44	Цирковирус рукокрылых 45-го типа Bat associated circovirus 45	Guano из мультивидовой колонии летучих мышей Guano from multi-species bat colony (КНР / China, 2009)	NC_038395
Incertae sedis	Цирковирус рукокрылых 46-го типа Bat associated circovirus 46	Цирковирус рукокрылых 47-го типа Bat associated circovirus 47	Цирковирус рукокрылых 48-го типа Bat associated circovirus 48	Летучая мышь неустановленного вида Unidentified bat (США / USA, 2009)	NC_014929
	Цирковирус рукокрылых 49-го типа Bat associated circovirus 49	Цирковирус рукокрылых 50-го типа Bat associated circovirus 50	Цирковирус рукокрылых 51-го типа Bat associated circovirus 51	Rhinolophus pusillus (КНР / China, 2012)	NC_038396
	Цирковирус рукокрылых 52-го типа Bat associated circovirus 52	Цирковирус рукокрылых 53-го типа Bat associated circovirus 53	Цирковирус рукокрылых 54-го типа Bat associated circovirus 54	Rhinolophus ferrumequinum (КНР / China, 2010)	NC_038397

Coronaviridae (22)	Orthocoronavirinae	Alphacoronavirus	Цикловирус рукокрылых 8-го типа Bat associated coronavirus 8	<i>Rhinolophus pusillus</i> (КНР / China, 2012)	NC_038398
			Цикловирус рукокрылых 9-го типа Bat associated coronavirus 9	<i>Myotis sp.</i> (КНР / China, 2012)	NC_038399
			Цикловирус рукокрылых 10-го типа Bat associated coronavirus 10	Гуано из колонии <i>Myotis molossus</i> и <i>Tadarida brasiliensis</i> (Бразилия / Brazil, 2012)	NC_025792
			Цикловирус рукокрылых 11-го типа Bat associated coronavirus 11	<i>Myotis sp.</i> (КНР / China, 2012)	NC_038400
			Цикловирус рукокрылых 12-го типа Bat associated coronavirus 12	Гуано из колонии <i>Myotis molossus</i> и <i>Tadarida brasiliensis</i> (Бразилия / Brazil, 2012)	NC_025791
			Цикловирус рукокрылых 13-го типа Bat associated coronavirus 13	<i>Plecotus auritus</i> (КНР / China, 2013)	NC_038401
			Цикловирус рукокрылых 14-го типа Bat associated coronavirus 14	<i>Pteropus tonganus</i> (Тонга / Tonga, 2013)	NC_038402
			Цикловирус рукокрылых 15-го типа Bat associated coronavirus 15	<i>Pteropus tonganus</i> (Тонга / Tonga, 2013)	NC_038403
			Цикловирус рукокрылых 16-го типа Bat associated coronavirus 16	<i>Pteropus tonganus</i> (Тонга / Tonga, 2013)	NC_038404
			Коронавирус летучих мышей CDPHE15 Bat coronavirus CDPHE15	<i>Myotis lucifugus</i> (США / USA, 2006)	NC_022103
			Коронавирус летучих мышей HKU10 Bat coronavirus HKU10	<i>Rousettus leucorhinus</i> (КНР / China, 2005)	NC_018871
			Альфакокоронавирус больших подковоносов HCoV2013 Rhinovirus ferrumnequinum alpha coronavirus HCoV2013	<i>Rhinolophus ferrumnequinum</i> (КНР / China, 2013)	NC_028814
			Коронавирус человека 229E Human coronavirus 229E	<i>Hippoboscus vittatus</i> (Кения / Kenya, 2010)	KY073748
			Коронавирус длиннокрылов 1-го типа Miniopterus bat coronavirus 1	<i>Miniopterus magnater</i> (Тонконг / Hong Kong, 2008)	EU420138
			Коронавирус длиннокрылов HKU8 Miniopterus bat coronavirus HKU8	<i>Miniopterus pusillus</i> (Тонконг / Hong Kong, 2008)	NC_010438
Betacoronavirus	Betacoronavirus	Betacoronavirus	Альфакокоронавирус азиатских рыболовных ночниц Sak-2011 Myotis ricketti alpha coronavirus Sak-2011	<i>Myotis ricketti</i> (КНР / China, 2011)	NC_028811
			Альфакокоронавирус китайских вечерниц SC2013 Myotis velutinus alpha coronavirus SC2013	<i>Myotis velutinus</i> (КНР / China, 2013)	NC_028833
			Коронавирус среднеземноморских летопарей 3398 Pipistrellus kuhlii coronavirus 3398	<i>Pipistrellus kuhlii</i> (Италия / Italy, 2015)	MF938449
			Коронавирус домашних гладконосов 512 Scotophilus bat coronavirus 512	<i>Scotophilus kuhlii</i> (КНР / China, 2005)	NC_009657
			Коронавирус подковоносов HKU2 Rhinovirus bat coronavirus HKU2	<i>Rhinolophus sinicus</i> (Тонконг / Hong Kong, 2006)	NC_009988
			NL63-подобный коронавирус BKYNL63-9b NL63-related bat coronavirus BKYNL63-9b	<i>Taeniopops affinis</i> (Кения / Kenya, 2010)	KY073745
			Бетакокоронавирус листоносов Прагга Zhejiang2013 Bat HCoV-beta coronavirus Zhejiang2013	<i>Hipposideros pratti</i> (КНР / China, 2013)	NC_025217
			Коронавирус Ближневосточного респираторного синдрома Middle East respiratory syndrome-related coronavirus	<i>Hypsignathus</i> (Италия / Italy, 2011)	MG596802

Filoviridae (19)	Nobecovirus	Коронавирус неопарей HKU5 <i>Pipistrellus</i> bat coronavirus HKU5 (KHP / China, 2006)	Pipistrellus abramus (KHP / China, 2006)	NC_009020
		Коронавирус косялтых кожанов HKU4 <i>Tylonycteris</i> bat coronavirus HKU4 (KHP / China, 2006)	<i>Tylonycteris pachypus</i> (KHP / China, 2006)	NC_009019
		Коронавирус пальмовых крыланов C704 <i>Eidolon</i> bat coronavirus C704 (Юганда / Рванда, 2013)	<i>Eidolon helvum</i> (Юганда / Рванда, 2013)	KX285106
		Коронавирус ночных крыланов GCCDC1 <i>Rousettus</i> bat coronavirus GCCDC1 (KHP / China, 2014)	<i>Rousettus leschenaulti</i> (KHP / China, 2014)	NC_030886
		Коронавирус ночных крыланов HKU9 <i>Rousettus</i> bat coronavirus HKU9 (KHP / China, 2006)	<i>Rousettus leschenaulti</i> (KHP / China, 2006)	NC_009021
		Коронавирус китайских подковоносов <i>Rhinolophus sinicus</i> coronavirus (KHP / China, 2017)	<i>Rhinolophus sinicus</i> (KHP / China, 2017)	MG772933
		Коронавирус тяжёлого острого респираторного синдрома Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus (KHP / China, 2006)	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> (KHP / China, 2006)	DQ412042
		Коронавирус тяжёлого острого респираторного синдрома 2 го типа Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus 2	<i>Rhinolophus affinis</i> (KHP / China, 2013)	MN996532
		Кузавирус Ллову <i>Lloviu</i> coronavirus (Испания / Spain, 2003)	<i>Miniopterus schreibersii</i> (Испания / Spain, 2003)	NC_016144
		Диановирус Менгла <i>Mengla dianlovirus</i> (KHP / China, 2015)	<i>Rousettus</i> sp. (KHP / China, 2015)	KX371887
Filoviridae (19)	Ebola virus	Эболавирус Бомбали <i>Bombali ebolavirus</i> (Кения / Kenya, 2018)	<i>Mops condylurus</i> (Кения / Kenya, 2018)	MK340750
		Эболавирус Заир <i>Zaire ebolavirus</i> (Габон / Gabon, 2005)	Крылан / Fruit bat (Габон / Gabon, 2005)	DQ205411
		Марбургвирус Марбург <i>Marburg marburgvirus</i> (Габон / Gabon, 2009)	<i>Rousettus aegyptiacus</i> (Габон / Gabon, 2009)	JQ272621
		Вирус Денге <i>Dengue virus</i> (Французская Гвиана / French Guiana, 2007)	<i>Carollia perspicillata</i> (Французская Гвиана / French Guiana, 2007)	EUS18594
		Вирус рукокрылых Энтеббе <i>Entebbe bat virus</i> (Уганда / Uganda, 2006)	<i>Mops condylurus</i> (Уганда / Uganda, 2006)	DQ837641
		Вирус Сокулук <i>Sokuluk virus</i> (Кыргызстан / Kyrgyzstan, 1970)	<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Кыргызстан / Kyrgyzstan, 1970)	KF981621
		Вирус Йокос <i>Yokose virus</i> (Япония / Japan, 2003)	Легучая мышь неустановленного вида Unidentified bat (Япония / Japan, 2003)	AB114858
		Вирус японского энцефалита <i>Japanese encephalitis virus</i> (KHP / China, 1997)	<i>Mus mus</i> (KHP / China, 1997)	KU295104
		Вирус Западного Нила <i>West Nile virus</i> (Индия / India, 1968)	<i>Rousettus leschenaulti</i> (Индия / India, 1968)	AY944239
		Вирус рукокрылых Букалаза <i>Bukalaza bat virus</i> (Уганда / Uganda, 1982)	<i>Chaerephon pumilus</i> (Уганда / Uganda, 1982)	AF013365
Flaviviridae (10)	Flavivirus	Вирус Кари-Айленд <i>Carey Island virus</i> (Малайзия / Malaysia, 1989)	<i>Macroglossus minimus</i> (Малайзия / Malaysia, 1989)	EU074047
		Вирус рукокрылых Дакара <i>Dakar bat virus</i> (Сенегал / Senegal, 1988)	<i>Chaerephon pumilus</i> (Сенегал / Senegal, 1988)	AF013371
		Вирус лейкоэнцефалита ночниц Монтаны <i>Montana myotis leukoencephalitis virus</i> (США / USA, 2002)	<i>Myotis</i> sp. (США / USA, 2002)	AJ299445
		Вирус рукокрылых Пномпеня <i>Pnom Penh bat virus</i> (Камбоджа / Cambodia, 1998)	<i>Synotis brachyotis</i> (Камбоджа / Cambodia, 1998)	AF013369
		Вирус Рио-Браво <i>Rio Bravo virus</i> (США / USA, 2000)	<i>Tadarida brasiliensis mexicana</i> (США / USA, 2000)	AF144692

	Тамана Tamana	Вирус рукокрылых Тамана Tamana bat virus	<i>Pteronotus parnellii</i> (Тринидад и Тобаго, 1973)	NC_003996
<i>Heracivirus</i>	Гепацивирусы, связанные с рукокрылыми Bat-associated heraciviruses	Гепацивирус К Heracivirus K	<i>Hipposideros vittatus</i> (Кения / Кения, 2011)	NC_038430
		Гепацивирус L Heracivirus L	<i>Hipposideros vittatus</i> (Кения / Кения, 2010)	NC_031916
		Гепацивирус M Heracivirus M	<i>Otomops martiensseni</i> (Кения / Кения, 2011)	NC_038431
		Флавивирус рукокрылых Белинга Bat flavivirus Belinga	<i>Hipposideros gigas</i> (Габон / Gabon, 2009)	JX174644
<i>Incertae sedis</i>	<i>Incertae sedis</i>	Флавивирус рукокрылых RC Bat flavivirus RC	<i>Eptesicus fuscus</i> (Республика Конго / Republic of the Congo, 2005)	JX174645
<i>Pegivirus</i>	Пегивирусы рукокрылых Bat pegiviruses	Пегивир F Pegivirus F	<i>Carollia perspicillata</i> (Гватемала / Guatemala, 2010)	NC_038434
		Пегивир G Pegivirus G	<i>Scotophilus dinganii</i> (Кения / Кения, 2010)	NC_038435
		Пегивир I Pegivirus I	<i>Starnira lilium</i> (Гватемала / Guatemala, 2010)	NC_038437
		Пегивир В Pegivirus B	<i>Pteropus giganteus</i> (Бангладеш / Bangladesh, 2007)	NC_030291
<i>Pestivirus</i>	Пестивирусы рукокрылых Bat pestiviruses	Пестивирус азиатских подковоносов 1-го типа Rhinolophus affinis pestivirus 1	<i>Rhinolophus affinis</i> (Китай / China, 2010)	JQ814854
<i>Loanvirus</i>	<i>Incertae sedis</i>	Лоанвирус Брно Brno loanvirus	<i>Nyctalus noctula</i> (Чехия / Czech, 2012)	KX845678
<i>Mobatvirus</i>	<i>Incertae sedis</i>	Лоанвирус Луццоань Longquan loanvirus	<i>Rhinolophus sinicus</i> (Китай / China, 2011)	NC_043127
		Лабинь мобатвирус Labin mobatvirus	<i>Mammantavirinae</i> (Китай / China, 2012)	NC_038515
		Кесон мобатвирус Quezon mobatvirus	<i>Roussetus amplexicaudatus</i> (Филиппины / Philippines, 2009)	NC_034401
		Ортохантавирус Андес Andes orthohantavirus	<i>Carollia perspicillata</i> (Бразилия / Brazil, 2013)	MF094269
<i>Orthohantavirus</i>	Ортохантавирусы негрызунов Non-rodent-related orthohantaviruses	Ортохантавирус Дюде Dude orthohantavirus	<i>Hipposideros pamona</i> (Китай / China, 2016)	MG637438
		Ортохантавирус Хуанпи Huangpi orthohantavirus	<i>Pipistrellus abramus</i> (Китай / China, 2012)	JX473273
		Ортохантавирус Макоку Makoku orthohantavirus	<i>Hipposideros ruber</i> (Габон / Gabon, 2009)	KT316176
		Ортохантавирус Сюань-сон Xuan son orthohantavirus	<i>Hipposideros pamona</i> (Китай / China, 2013)	KY662275
<i>Orthohepadnavirus</i>	<i>Incertae sedis</i>	Вирус гепатита В восточных длиннокрылов Long-fingered bat hepatitis B virus	<i>Miniopterus fuliginosus</i> (Мьянма / Myanmar, 2008)	NC_020881
		Вирус гепатита В больших крылатых лисиц Roundleaf bat hepatitis B virus	<i>Hipposideros pamona</i> (Китай / China, 2011)	NC_038503
		Вирус гепатита В подковоносов Roundleaf bat hepatitis B virus	<i>Hipposideros ruber</i> (Габон / Gabon, 2009)	NC_024443
		Вирус гепатита В длиннокрылых-строителей Tent-making bat hepatitis B virus	<i>Uroderma bilobatum</i> (Панама / Panama, 2010)	NC_024445
<i>Hepaviridae</i> (17)	<i>Incertae sedis</i>	Ортохепавирус D Orthohepadnavirus D	<i>Eptesicus serotinus</i> (Германия / Germany, 2009)	NC_018382

Herpesviridae (4)	Alphaherpesvirinae	Simplexvirus	Incertain sedis	Альфагерпесвирус крыланов 1-го типа <i>Pteropus d. alphaherpesvirus 1</i>	<i>Pteropus</i> sp. (Индонезия / Индонезия, 2011)	AB825953
	Betaherpesvirinae	Incertain sedis	Incertain sedis	Бетагерпесвирус рукокрылых B7D8 <i>Bat. betaherpesvirus B7D8</i>	<i>Miniopterus schreibersii</i> (Австралия / Австралия, 2011)	JQ805139
	Gammaherpesvirinae	<i>Lymphocryptovirus</i>	Incertain sedis	Гаммагерпесвирус человека 4-го типа (Вирус Эпштейна-Барр) <i>Human gammaherpesvirus 4 (Epstein-Barr virus)</i>	Летучая мышь неустановленного вида (США / USA, 1995)	X81757
		<i>Percavirus</i>	Incertain sedis	Гаммагерпесвирус гладконосых летучих мышей 1-го типа <i>Vespertilionid gammaherpesvirus 1</i>	<i>Myotis velifer incertus</i> (США / USA, 2011)	KU220026
Nairoviridae (14)	Incertain sedis	<i>Orthornairovirus</i>	Иссык-Куль <i>Issyk-Kul</i>	Ортонайровирус Госсак <i>Gossak orthornairovirus</i>	<i>Tadarida</i> sp. (Сенегал / Senegal, 1964)	KR534878
				Ортонайровирус Иссык-Куль <i>Issyk-Kul orthornairovirus</i>	<i>Nyctalus noctula</i> (Кыргызстан / Kyrgyzstan, 1973)	KF892055
				Ортонайровирус Кетеррах <i>Ketterrah orthornairovirus</i>	<i>Argas pusillus</i> (актоаразит рукокрылых / chiroptera-ectoparasite) (Малайзия / Malaysia, 1966)	KR537449
				Ортонайровирус Узун-Агач <i>Uzun-Agach orthornairovirus</i>	<i>Myotis blythii oxygnathus</i> (Казахстан / Kazakhstan, 1977)	KJ744032
				Ортонайровирус Касокеро <i>Kasokero orthornairovirus</i>	<i>Rousettus aegyptiacus</i> (Уганда / Uganda, 1977)	KR537446
				Ортонайровирус Леопардс-Хилл <i>Leopards Hill orthornairovirus</i>	<i>Hipposideros glaucus</i> (Замбия / Zambia, 2011)	NC_025831
Orthomyxoviridae (11)	Incertain sedis	<i>Alphainfluenzavirus</i>	Тамды <i>Tamdy</i>	Ортонайровирус Ёр <i>Yogue orthornairovirus</i>	<i>Rousettus aegyptiacus</i> (Сенегал / Senegal, 1968)	KR537455
				Ортонайровирус Ахун <i>Ahun orthornairovirus</i>	<i>Myotis mystacinus</i> (Франция / France, 2009)	KF170224
				Субтип H9N2 Subtype H9N2	Летучая мышь неустановленного вида (Египет / Egypt, 2017)	MH376905
				Субтип H17N10 Subtype H17N10	<i>Stamira illium</i> (Гватемала / Guatemala, 2010)	CY103896
Papillomaviridae (9)	Firstpapillomavirinae	Incertain sedis	Incertain sedis	Субтип H18N11 Subtype H18N11	<i>Artibeus obscurus</i> (Боливия / Bolivia, 2011)	KR077932
				Дайотаупапилломавирус 1-го типа <i>Dyotau papillomavirus 1</i>	<i>Miniopterus schreibersii</i> (Гонконг / Hong Kong, 2006)	JQ692938
				Папиломавирус рукокрылых KSA416 <i>Bat. papillomavirus KSA416</i>	<i>Eidolon helvum</i> (Саудовская Аравия / Saudi Arabia, 2006)	KX434763
				Папиломавирус новозеландских летучих мышей <i>Mustachina papillomavirus</i>	<i>Mustachina tuberculata</i> (Новая Зеландия / New Zealand, 2013)	KM204379
Paramyxoviridae (20)	Incertain sedis	Incertain sedis	Incertain sedis	Парамиксовирус рукокрылых <i>Bat. paramyxovirus</i>	<i>Rousettus aegyptiacus</i> (ЮАР / South Africa, 2018)	MH719237
				Парамиксовирус Грове <i>Grove paramyxovirus</i>	<i>Pteropus</i> sp. (Австралия / Australia, 2009)	KJ716812
				Парамиксовирус обыкновенных длиннокрылов <i>Miniopterus schreibersii paramyxovirus</i>	<i>Miniopterus schreibersii</i> (Китай / China, 2011)	KC154054
				Парамиксовирус Йелпун <i>Yelpoon paramyxovirus</i>	<i>Pteropus</i> sp. (Австралия / Australia, 2009)	KJ716815
				Хенипавирус Сидз <i>Cedar henipavirus</i>	<i>Pteropus</i> sp. (Австралия / Australia, 2009)	NC_025351
				Хенипавирус крыланов Ганы <i>Ghanaian bat henipavirus</i>	<i>Eidolon helvum</i> (Гана / Ghana, 2009)	NC_025256
Orthoparamyxovirinae	Incertain sedis	Incertain sedis	Incertain sedis	Хенипавирус Хендра <i>Hendra henipavirus</i>	Крылан / Fruit bat (Австралия / Australia, 2009)	JN255803

Parvoviridae (6)	<i>Jeilongvirus</i>	Incertae sedis	Хенипавирус Нипах <i>Nipah henipavirus</i>		<i>Pteropus lylei</i> (Камбоджа / Cambodia, 2003)	MK801755
			Днейлонгвирус длиннокрылов <i>Miniopterus jeilongvirus</i>		<i>Miniopterus sp.</i> (Южная Корея / South Korea, 2016)	MG230624
			Орторубубулавирис Мамуэра <i>Marpeta orthorubulavirus</i>		<i>Stumtra illium</i> (Бразилия / Brazil, 2007)	NC_009489
	<i>Orthorubulavirus</i>	Incertae sedis	Парарубубулавирис Ачимота 1-го типа <i>Achimota pararubulavirus 1</i>		<i>Eidolon helvum</i> (Гана / Ghana, 2010)	NC_025403
			Парарубубулавирис Ачимота 2-го типа <i>Achimota pararubulavirus 2</i>		<i>Eidolon helvum</i> (Гана / Ghana, 2010)	NC_025404
			Парарубубулавирис Харви-Бей <i>Hervey pararubulavirus</i>		<i>Pteropus sp.</i> (Австралия / Australia, 2011)	KU672593
	<i>Pararubulavirus</i>	Incertae sedis	Парарубубулавирис Менангл <i>Menangle pararubulavirus</i>		Летучая лисица / Pteropid bat (Австралия / Australia, 2009)	NC_039197
			Парарубубулавирис Соуга <i>Souga pararubulavirus</i>		<i>Roussetus aegyptiacus</i> (Уганда / Uganda, 2014)	KP150641
			Парарубубулавирис Тевийот <i>Teviot pararubulavirus</i>		<i>Pteropus sp.</i> (Австралия / Australia, 2009)	NC_039198
	<i>Artiparvovirus</i>	Incertae sedis	Парарубубулавирис Тиоман <i>Tioman pararubulavirus</i>		<i>Pteropus hypomelanus</i> (Малайзия / Malaysia, 2000)	NC_004074
			Парарубубулавирис Тухоко 1-го типа <i>Tuhoko pararubulavirus 1</i>		Крылан / Fruit bat (КНР / China, 2009)	NC_025410
			Парарубубулавирис Тухоко 2-го типа <i>Tuhoko pararubulavirus 2</i>		Крылан / Fruit bat (КНР / China, 2009)	NC_025348
Parvoviridae (6)	<i>Vocaparvovirus</i>	Incertae sedis	Парарубубулавирис Тухоко 3-го типа <i>Tuhoko pararubulavirus 3</i>		Крылан / Fruit bat (КНР / China, 2009)	NC_025350
			Артипаровирус рукокрылых 1-го типа <i>Chiropteran artiparvovirus 1</i>		<i>Artibeus jamaicensis</i> (Панама / Panama, 2011)	JQ037754
			Бокапаровирус рукокрылых 1-го типа <i>Chiropteran bocaparvovirus 1</i>		<i>Myotis myotis</i> (КНР / China, 2006)	NC_039045
	<i>Dependoparvovirus</i>	Incertae sedis	Бокапаровирус рукокрылых 2-го типа <i>Chiropteran bocaparvovirus 2</i>		<i>Miniopterus fuliginosus</i> (Мьянма / Myanmar, 2008)	NC_039046
			Бокапаровирус рукокрылых 3-го типа <i>Chiropteran bocaparvovirus 3</i>		<i>Miniopterus fuliginosus</i> (Мьянма / Myanmar, 2008)	NC_039047
			Бокапаровирус рукокрылых 4-го типа <i>Chiropteran bocaparvovirus 4</i>		<i>Miniopterus schreibersii</i> (Гонконг / Hong Kong, 2013)	NC_039048
	<i>Orthobunyavirus</i>	Incertae sedis	Депендопаровирус рукокрылых 1-го типа <i>Chiropteran dependoparvovirus 1</i>		<i>Myotis ricketti</i> (КНР / China, 2008)	NC_014468
			Паровирус рукокрылых Мельбурн <i>Fruit bat parvovirus Melbourne</i>		<i>Pteropus poliocephalus</i> (Австралия / Australia, 2011)	JQ762360
			Протопаровирус рукокрылых 1-го типа <i>Chiropteran protoparvovirus 1</i>		<i>Pteropus vampyrus</i> (Индонезия / Indonesia, 2012)	NC_029797
	<i>Incerta sedis</i>	Incertae sedis	Тетрапаровирус рукокрылых 1-го типа <i>Chiropteran tetraparvovirus 1</i>		<i>Eidolon helvum</i> (Гана / Ghana, 2010)	NC_016744
			Буньявирус складчатогуба Палласа <i>Molossus molossus banyavir</i>		<i>Molossus molossus</i> (Французская Гвиана / French Guiana, 2017)	KX821677
			Ортобуньявирус Можуй-дус-Камлус <i>Mojui dos Campos orthobunyavirus</i>		Летучая мышь неустановленного вида Unidentified bat (Бразилия / Brazil, 1976)	KJ867202
Peribunyaviridae (15)	<i>Orthobunyavirus</i>	Incertae sedis	Ортобуньявирус Каенг-Хой <i>Kaeng Knoi orthobunyavirus</i>		<i>Tadarida plicata</i> (Таиланд / Thailand, 1969)	NC_034499
			Ортобуньявирус Волкберг <i>Wolkberg orthobunyavirus</i>		<i>Eusampsipoda africana</i> (эктопаразит рукокрылых / chiropteran ectoparasite) (ЮАР / South Africa, 2015)	KX470581
			Симбу <i>Simbu</i>			

Phenuiviridae (16)	Phlebovirus	Incertae sedis	Флебовирус Малсюр Malsour phlebovirus	<i>Roussetus leschenaultii</i> (Индия / India, 2010)	KF186494
			Флебовирус Рифт-Валли Rift Valley fever phlebovirus	<i>Miniopterus pusillus</i> (Гвинея / Guinea, 1984)	DQ375421
			Флебовирус Тоскана Toscana phlebovirus	<i>Pipistrellus kuhli</i> (Италия / Italy, 1984)	KM275237
Picobirnaviridae (24)	Incertae sedis	Incertae sedis	Пикобирна-подобный вирус Лимбе Limbe picobirna-like virus	<i>Eidolon helvum</i> (Камерун / Cameroon, 2014)	MG693104
			Пикобирна-подобный вирус Лисока Lysoka picobirna-like virus	<i>Eidolon helvum</i> (Камерун / Cameroon, 2014)	MG693105
			Пикобирна-подобный вирус Рондония Rondonia picobirna-like virus	<i>Anticola delarua</i> (экзотический рукокрылый / chiropteran ectoparasite) (Бразилия / Brazil, 2017)	MN560637
			Крохивирус В Crohivirus B	<i>Eidolon helvum</i> (Камерун / Cameroon, 2013)	NC_033819
			Дирезавирус А Diresavirus A	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> (КНР / China, 2010)	KJ641685
Picornaviridae (26)	Incertae sedis	Incertae sedis	Дирезавирус В Diresavirus B	<i>Myotis velutinus</i> (КНР / China, 2013)	KJ641697
			Гепатовирус С Hepatovirus C	<i>Miniopterus manavi</i> (Мадагаскар / Madagascar, 2014)	NC_038313
			Гепатовирус G Hepatovirus G	<i>Coleura affra</i> (Гана / Ghana, 2010)	NC_038316
			Пикорнавирус рукокрылых 1-го типа Bat picornavirus 1	<i>Miniopterus pusillus</i> (Гонконг / Hong Kong, 2008)	NC_015940
			Пикорнавирус рукокрылых 2-го типа Bat picornavirus 2	<i>Miniopterus magnater</i> (Гонконг / Hong Kong, 2003)	NC_015941
			Пикорнавирус рукокрылых 3-го типа Bat picornavirus 3	<i>Rhinolophus sinicus</i> (Гонконг / Hong Kong, 2008)	NC_015934
			Пикорнавирус больших летопырей 1-го типа Large bat picornavirus 1	<i>Myotis ricketti</i> (КНР / China, 2010)	NC_043071
			Кунсагивирус В Kunsagivirus B	<i>Eidolon helvum</i> (Камерун / Cameroon, 2013)	NC_033818
			Мисчивирус А Mischivirus A	<i>Miniopterus schreibersii</i> (КНР / China, 2010)	NC_034381
			Мисчивирус В Mischivirus B	<i>Miniopterus schreibersii</i> (Венгрия / Hungary, 2013)	NC_043072
Polymoviridae (8)	Incertae sedis	Incertae sedis	Мисчивирус С Mischivirus C	<i>Hypsignathos gigas</i> (ДРК / Democratic Republic of Congo, 2013)	NC_026470
			Сапеловирус А Sapelovirus A	<i>Eidolon helvum</i> (Камерун / Cameroon, 2013)	NC_033820
			Шанбавирус А Shanbavirus A	<i>Miniopterus fuliginosus</i> (КНР / China, 2011)	NC_038961
			Полиомавирус целесбеских ацеродонов 1-го типа Acerodon celebensis polyomavirus 1	<i>Acerodon celebensis</i> (Индонезия / Indonesia, 2013)	NC_038554
			Полиомавирус фруктодных листоносов 2-го типа Artibeus planirostris polyomavirus 2	<i>Artibeus planirostris</i> (Французская Гвинея / French Guinea, 2011)	NC_038555
			Полиомавирус фруктодных листоносов 3-го типа Artibeus planirostris polyomavirus 3	<i>Artibeus planirostris</i> (Французская Гвинея / French Guinea, 2011)	NC_038556
			Полиомавирус африканских лениных вампиров 1-го типа Cardiodesma cor polyomavirus 1	<i>Cardiodesma cor</i> (Кения / Kenya, 2006)	NC_020067

	Полиомавирус очковых листоносов 1-го типа <i>Carollia perspicillata polyomavirus 1</i>	<i>Carollia perspicillata</i> (Французская Гвиана / French Guiana, 2011)	NC_028120
	Полиомавирус голоспанных молукских крыланов 1-го типа <i>Dobsonia moluccensis polyomavirus 1</i>	<i>Dobsonia moluccensis</i> (Индонезия, 2012)	NC_026768
	Полиомавирус пальмовых крыланов 1-го типа <i>Eidolon helvum polyomavirus 1</i>	<i>Eidolon helvum</i> (Кения / Kenya, 2006)	NC_020068
	Полиомавирус обыкновенных длиннокрылов 1-го типа <i>Miniopterus schreibersii polyomavirus 1</i>	<i>Miniopterus schreibersii</i> (Замбия / Zambia, 2012)	NC_034220
	Полиомавирус обыкновенных длиннокрылов 2-го типа <i>Miniopterus schreibersii polyomavirus 2</i>	<i>Miniopterus schreibersii</i> (Замбия / Zambia, 2012)	NC_034221
	Полиомавирус складчатогуба Палласа 1-го типа <i>Molossus molossus polyomavirus 1</i>	<i>Molossus molossus</i> (Французская Гвиана / French Guiana, 2011)	NC_028123
	Полиомавирус складчатогуба Мартиенсена 1-го типа <i>Otomops martiensseni polyomavirus 1</i>	<i>Otomops martiensseni</i> (Кения / Kenya, 2006)	NC_020071
	Полиомавирус складчатогуба Мартиенсена 2-го типа <i>Otomops martiensseni polyomavirus 2</i>	<i>Otomops martiensseni</i> (Кения / Kenya, 2006)	NC_020066
	Полиомавирус гигантских летучих лисиц 1-го типа <i>Pteropus vampyrus polyomavirus 1</i>	<i>Pteropus vampyrus</i> (Индонезия / Indonesia, 2012)	NC_026767
	Полиомавирус желтоплечих листоносов 1-го типа <i>Sturmia lilium polyomavirus 1</i>	<i>Sturmia lilium</i> (Французская Гвиана / French Guiana, 2011)	NC_038557
	Полиомавирус целебских ацероносов 2-го типа <i>Acerodon celebensis polyomavirus 2</i>	<i>Acerodon celebensis</i> (Индонезия / Indonesia, 2013)	NC_026762
	Полиомавирус фруктоплечих листоносов 1-го типа <i>Artibeus planirostris polyomavirus 1</i>	<i>Artibeus planirostris</i> (Французская Гвиана / French Guiana, 2011)	NC_038558
	Полиомавирус обыкновенных вампиров 1-го типа <i>Desmodus rotundus polyomavirus 1</i>	<i>Desmodus rotundus</i> (Французская Гвиана / French Guiana, 2011)	NC_028122
	Полиомавирус голоспанных молукских крыланов 2-го типа <i>Dobsonia moluccensis polyomavirus 2</i>	<i>Dobsonia moluccensis</i> (Индонезия / Indonesia, 2012)	NC_026770
Betapolyomavirus	Полиомавирус голоспанных молукских крыланов 3-го типа <i>Dobsonia moluccensis polyomavirus 3</i>	<i>Dobsonia moluccensis</i> (Индонезия / Indonesia, 2012)	NC_026769
	Полиомавирус африканских длиннокрылов 1-го типа <i>Miniopterus africanus polyomavirus 1</i>	<i>Miniopterus africanus</i> (Кения / Kenya, 2006)	NC_020069
	Полиомавирус малых бурых ночниц 1-го типа <i>Myotis lucifugus polyomavirus 1</i>	<i>Myotis lucifugus</i> (Канада / Canada, 2008)	NC_011310
	Полиомавирус листоносов Дрви 1-го типа <i>Pteronotus davyi polyomavirus 1</i>	<i>Pteronotus davyi</i> (Гватемала / Guatemala, 2009)	NC_020070
	Полиомавирус подбороколистсов Парнелла 1-го типа <i>Pteronotus parnellii polyomavirus 1</i>	<i>Pteronotus parnellii</i> (Французская Гвиана / French Guiana, 2011)	NC_028121
	Полиомавирус египетских летучих собак 1-го типа <i>Rousettus aegyptiacus polyomavirus 1</i>	<i>Rousettus aegyptiacus</i> (Замбия / Zambia, 2012)	NC_034219
	Полиомавирус новозеландских летучих мешей <i>Mystacina polyomavirus</i>	<i>Mystacina tuberculata</i> (Новая Зеландия / New Zealand, 2013)	KM204380
	Полиомавирус фреddieземных подконосов 1-го типа <i>Rhinolophus blasii polyomavirus 1</i>	<i>Rhinolophus blasii</i> (Замбия / Zambia, 2013)	LC269976
	Полиомавирус фреddieземных подконосов 2-го типа <i>Rhinolophus blasii polyomavirus 2</i>	<i>Rhinolophus blasii</i> (Замбия / Zambia, 2013)	NC_040538
	Полиомавирус кустарниковых подконосов 1-го типа <i>Rhinolophus simulator polyomavirus 1</i>	<i>Rhinolophus simulator</i> (Замбия / Zambia, 2013)	NC_040607
	Полиомавирус кустарниковых подконосов 2-го типа <i>Rhinolophus simulator polyomavirus 2</i>	<i>Rhinolophus simulator</i> (Замбия / Zambia, 2013)	NC_040676
	Полиомавирус кустарниковых подконосов 3-го типа <i>Rhinolophus simulator polyomavirus 3</i>	<i>Rhinolophus simulator</i> (Замбия / Zambia, 2013)	NC_040677
Incertae sedis			
Incertae sedis			

Poxviridae (1)	Chordopoxvirinae	Pteroparapoxvirus				Поксвирус рукокрылых Pteropox virus		NC_030656
		Vespertilionpoxvirus	Incertae sedis	Incertae sedis	Эптесплюксвирус Eptesilox virus	<i>Pteropus scapulatus</i> (Австралия / Australia, 2015)	NC_035460	
Sedoreovirinae	Orbivirus	Vespertilionpoxvirus	Incertae sedis	Incertae sedis	Орбивирус Буканата Bukakata orbivirus	Розеттус аегиптиакус Rousettus aegyptiacus	МК359224	
					Чобар-Горж Chobar Gorge	Мустерус нана Myotis nana	МК359225	
		Orbivirus	Incertae sedis	Incertae sedis	Орбивирус Фомеде Fomede orbivirus	Мустис макродактилус Myotis macrodactylus	КС669544	
					Хирамачу Hiramatsu	Идальон хельвум Eidolon helvum	МК359244	
	Orbivirus	Incertae sedis	Incertae sedis	Орбивирус Ифе Ife orbivirus	Сисониктерис красса Synonycteris crassa	МК359253		
				Джанаут Japanaut	Идальон хельвум Eidolon helvum	ЛС277169		
	Rotavirus	Incertae sedis	Incertae sedis	Ротавирус А Rotavirus A	Миниоптерус шрейбери Miniopterus schreibersii	КС756624		
				Ротавирус J Rotavirus J	Сербия / Serbia, 2014	КС989545		
	Spinareovirinae	Coltivirus	Incertae sedis	Incertae sedis	Колтивирус леса Таи Tai Forest coltivirus	Чаэрефрон алоислисаудайе Chaerephon alouisliabaudiae	НС_014236	
					Орторевовирус Брум Broome orthoreovirus	Птеропус скапулатус Pteropus scapulatus	НС_029917	
Орторевовирус Малапитиси Manlaotisi orthoreovirus					Еускампспода африкана (эктопаразит рукокрылых / chiropteran ectoparasite) (ЮАР / South Africa, 2015)	КМ087105		
Орторевовирус млекопитающих Mammalian orthoreovirus					Рhinolophus pusillus (КНР / China, 2012)	НС_038665		
Retroviridae (23)	Orthoretrovirinae	Betaretrovirus	Incertae sedis	Incertae sedis	Орторевовирус Нельсон-Бей Nelson Bay orthoreovirus	Птеропус гипомеланус Pteropus hypomelanus	МН-648003	
					Эндемичный бетаретровирус рукокрылых Bat endogenous betaretrovirus	Осмодус ротундус Desmodus rotundus	МН413610	
		Gammaretrovirus	Incertae sedis	Incertae sedis	Гаммаретровирус рукокрылых Bat gammaretrovirus	Птеропус алектос Pteropus alecto	КС812444	
					Спумавирус рукокрылых Bat spumavirus	Молоссус молоссус Molossus molossus	ЖК814855	
	Spumavirinae	Incertae sedis	Incertae sedis	Пеняций вирус больших подковоносов 1-го типа Rhinolophus affinis foamy virus 1	Рhinolophus affinis (Французская Гвиана / French Guiana, 2017)	КС641709		
				Рабдовирус рукокрылых 2013 Bat rabdovirus SX2013	Мустис пекинхус Myotis beiquilus	НС_025341		
	Rhabdoviridae (21)	Incertae sedis	Incertae sedis	Incertae sedis	Ледантевирус Финкирини Fikiri ledantevirus	Хиппосидерос коммерсон Hipposideros commersoni	НС_039020	
					Ледантевирус Каньявара Kanyawara ledantevirus	Мустис умпаненсис Myotis umpanensis	НС_034451	
					Ледантевирус Керн-Каньон Kern Canyon ledantevirus	Амблюдомма вариегатум Amblyomma variegatum	НС_025342	
					Ледантевирус Коленте Kolente ledantevirus	Снятые с Хиппосидерос джонси From Hipposideros jonesi	НС_028236	

<i>Lyssavirus</i>	Ледяной вирус горы Элгон Mount Elgon bat lyssavirus	<i>Rhinolophus eloquens</i> (Кения / Kenya, 1964)	NC_034545
	Ледяной вирус Огита Oita lyssavirus	<i>Rhinolophus cornutus</i> (Япония / Japan, 1972)	NC_034548
	Ледяной вирус Ватрио Vadrio lyssavirus	<i>Pipistrellus kuhlii</i> (Италия / Italy, 2016)	NC_043538
	Лисавирус Араван Arauan lyssavirus	<i>Myotis</i> sp. (Киргизстан / Kyrgyzstan, 2003)	NC_020808
	Лисавирус австралийских летучих мышей Australian bat lyssavirus	<i>Saccolaimus flaviventris</i> (Австралия / Australia, 1996)	NC_003243
	Лисавирус Бонело Bokeloh bat lyssavirus	<i>Myotis nattereri</i> (Германия / Germany, 2010)	NC_025251
	Лисавирус Дувенхаге Duvenhage lyssavirus	<i>Nycterus thebaica</i> (ЮАР / South Africa, 2012)	KC866301
	Лисавирус европейских летучих мышей 1-го типа European bat lyssavirus 1	<i>Eptesicus serotinus</i> (Германия / Germany, 1958)	NC_009527
	Лисавирус европейских летучих мышей 2-го типа European bat lyssavirus 2	<i>Myotis daubentonii</i> (Германия / Germany, 2013)	MG760849
	Лисавирус рукокрылых Ганноруба Gannoruwa bat lyssavirus	<i>Pteropus giganteus</i> (Шри-Ланка / Sri Lanka, 2015)	NC_031988
	Лисавирус Иркут Irkut lyssavirus	<i>Murina leucogaster</i> (КНР / China, 2012)	JX197457
	Лисавирус Худжанд Khujand lyssavirus	<i>Myotis</i> sp. (Таджикистан / Tajikistan, 2003)	NC_025385
	Лисавирус рукокрылых Лагоса Lagos bat lyssavirus	<i>Eidolon helvum</i> (Сенегал / Senegal, 1985)	NC_020807
	Лисавирус летучих мышей Льебда Liebda bat lyssavirus	<i>Miniopterus schreibersii</i> (Испания / Spain, 2011)	NC_031955
	Лисавирус бешенства Rabies lyssavirus	<i>Desmodus rotundus</i> (Французская Гвиана / French Guiana, 2010)	KU523255
	Лисавирус рукокрылых Шимони Shimoni bat lyssavirus	<i>Hipposideros commersoni</i> (Кения / Kenya, 2009)	NC_025365
	Лисавирус рукокрылых Тайвань Taiwan bat lyssavirus	<i>Pipistrellus abramus</i> (Тайвань / Taiwan, 2016)	MF472710
	Лисавирус западнокавказских летучих мышей West Caucasian bat lyssavirus	<i>Miniopterus</i> sp. (Россия / Russia, 2005)	NC_025377
<i>Vesiculovirus</i>	Везикуловирус американских летучих мышей American bat vesiculovirus	<i>Eptesicus fuscus</i> (США / USA, 2008)	NC_022755

Примечание: *Названия семейств, подсемейств внутри семейств, родов внутри родов, видов внутри подродов упорядочены в соответствии с латинским алфавитом.
Note: *The names of families, subfamilies within families, genera within subgenera, species within subgenera are ordered according to the Latin alphabet.

Лиссавирусы (Mononegavirales: Rhabdoviridae, *Lyssavirus*), альфакоронавирусы (Nidovirales: Coronaviridae, *Alphacoronavirus*) и парарублавирусы (Mononegavirales: Paramyxoviridae, *Pararubulavirus*) в наибольшей степени связаны с вирусами рукокрылых, включая не менее 10 таких вирусов, которые составляют не менее

50% от общего числа вирусов рода (рис. 1). Интересно отметить, что в это число не входит род бетакоронавирусов (Nidovirales: Coronaviridae, *Betacoronavirus*) (7 и 44%, соответственно), которому принадлежат особо опасные коронавирусы человека: SARS-CoV, SARS-CoV-2 и MERS-CoV.

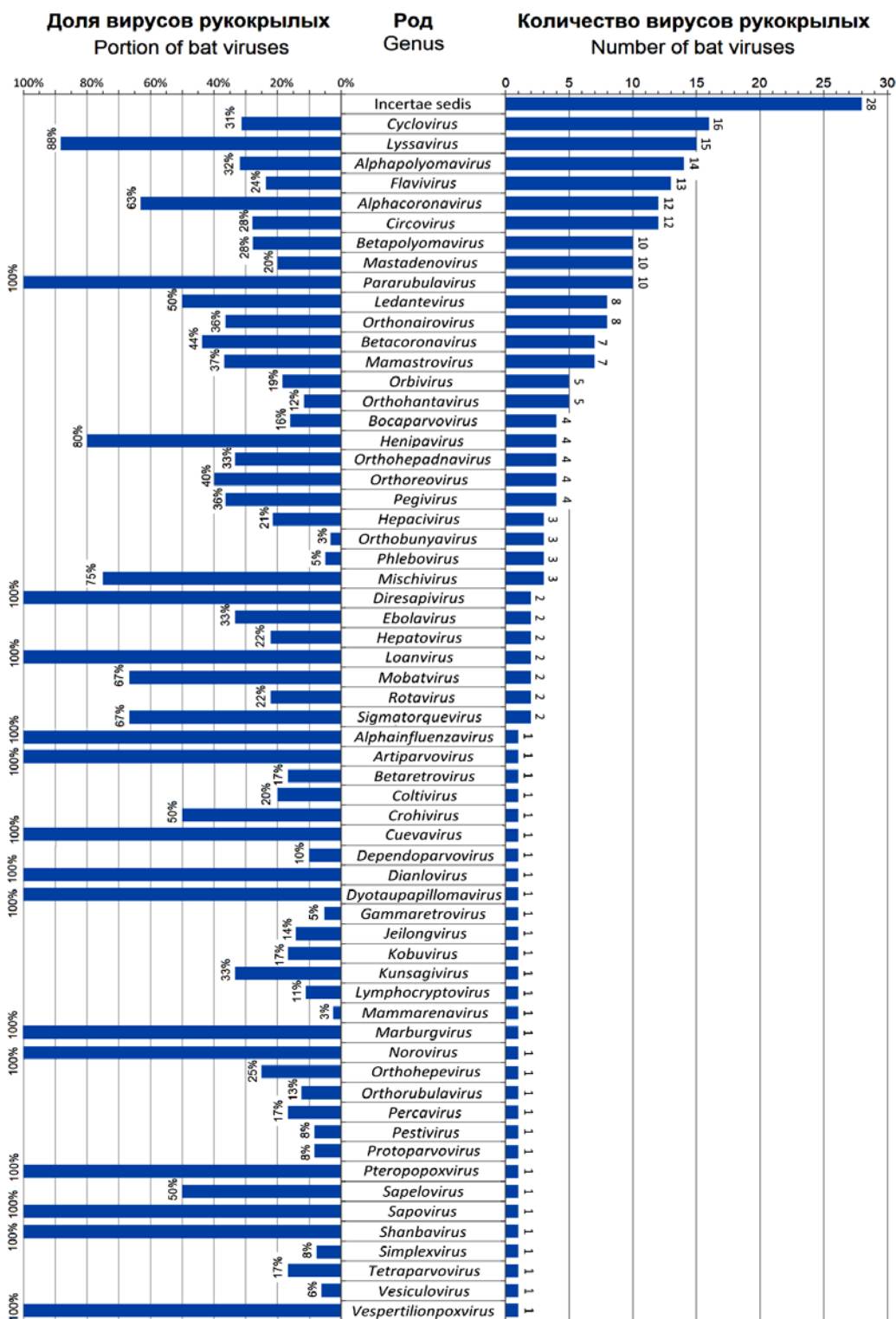


Рисунок 1. Количество и доля вирусов рукокрылых в различных родах царства Virae (см. подробности в табл. 1 и табл. 2)

Figure 1. Number and portion of bat viruses in the various genera of Virae kingdom (see details in Table 1 and Table 2)

С другой стороны, в научной литературе имеются указания на изоляцию вирусов из рода альфавирусов (Martellivirales: Togaviridae, *Alphavirus*) [21-23], однако верификация этих данных с помощью секвенирования отсутствует. Аналогичная ситуация имеет место для и для эболавирусов (Mononegavirales: Filoviridae, *Ebolavirus*) Судан (SUDV – Sudan ebolavirus), Бундибугре (BDBV – Bundibugyo ebolavirus), Леса Таи (TAFV – Taï Forest ebolavirus) и Рестон (RESTV – Reston ebolavirus): большое количество эколого-вирусологических данных позволяет с высокой степенью достоверности рассматривать крыланов (Chiroptera, Megachiroptera) в качестве природного резервуара этих вирусов [16; 20; 29; 30], хотя сиквенсы штаммов от крыланов отсутствуют и потому в Каталоге отсутствуют.

Вместе с тем, следует критически относиться к данным обнаружения в гуано летучих мышей вирусов насекомых и растений – например, Кашмир HM228889 (KBV – Kashmir bee virus) (Picornavirales: Dicistroviridae, *Aparavirus*), Биг-Сиу-Ривер MN510867 (BSRV – Big Sioux River virus) (Picornavirales: Dicistroviridae, Incertae sedis), ифлавирус рукокрылых Камерун NC_033823 (BIFC – Bat iflavirus Cameroon) (Picornavirales: Iflaviridae, *Iflavirus*) – что является прямым следствием насекомо- или плоядности различных видов рукокрылых.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные в настоящей работе данные, несомненно, будут расширены уже в ближайшее время. Это связано с необходимостью совершенствования системы предупреждения опасных эпидемических и пандемических ситуаций, в первую очередь, – путём повышения внимания к вирусам рукокрылых.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 20-04-60212 «Комплексный эколого-вирусологический мониторинг коронавирусов в экосистемах Дальнего Востока» и 20-04-60010 «Изучение разнообразия, циркуляции и патогенного потенциала коронавирусов в природных резервуарах на территории Западной и Восточной Сибири».

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the RFBR grants 20-04-60212 "Integrated ecological and virological monitoring of coronaviruses in the ecosystems of the Far East" and 20-04-60010 "The study of the diversity, circulation and pathogenic potential of coronaviruses in natural reservoirs in Western and Eastern Siberia".

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19). Situation Report 51 (11 March, 2020). URL: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200311-sitrep-51-covid-19.pdf?sfvrsn=1ba62e57_10 (дата обращения: 06.06.2020)
2. Щелканов М.Ю., Колобухина Л.В., Бургасова О.А., Кружкова И.С., Малеев В.В. COVID-19: этиология, клиника, лечение // Инфекция и

иммунитет. 2020. Т. 10. N 3. С. 421-445. DOI: 10.15789/2220-7619-CEC-1473

3. Lu R., Zhao X., Li J., Niu P., Yang B., Wu H., Wang W., Song H., Huang B., Zhu N., Bi Y., Ma X., Zhan F., Wang L., Hu T., Zhou H., Hu Z., Zhou W., Zhao L., Chen J., Meng Y., Wang J., Lin Y., Yuan J., Xie Z., Ma J., Liu W.J., Wang D., Xu W., Holmes E.C., Gao G.F., Wu G., Chen W., Shi W., Tan W. Genomic characterisation and epidemiology of 2019 novel coronavirus: implications for virus origins and receptor binding // Lancet. 2020. V. 395. Iss. 10224. P. 565-574. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30251-8
4. Щелканов М.Ю., Попова А.Ю., Дедков В.Г., Акимкин В.Г., Малеев В.В. История изучения и современная классификация коронавирусов (Nidovirales: Coronaviridae) // Инфекция и иммунитет. 2020. Т. 10. N 2. С. 221-246. DOI: 10.15789/2220-7619-HOI-1412
5. Zhou P., Yang X.L., Wang X.G., Hu B., Zhang L., Zhang W., Si H.R., Zhu Y., Li B., Huang C.L., Chen H.D., Chen J., Luo Y., Guo H., Jiang R.D., Liu M.Q., Chen Y., Shen X.R., Wang X., Zheng X.S., Zhao K., Chen Q.J., Deng F., Liu L.L., Yan B., Zhan F.X., Wang Y.Y., Xiao G.F., Shi Z.L. A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin // Nature. 2020. V. 579. N 7798. P. 270-273. DOI: 10.1038/s41586-020-2012-7
6. Шестопалов А.М., Кононова Ю.В., Гаджиев А.А., Гуляева М.А., Маранди М., Алексеев А.Ю., Джамалутдинов Д.М., Щелканов М.Ю. Биоразнообразие и эпидемический потенциал коронавирусов (Nidovirales: Coronaviridae) рукокрылых // Юг России: экология, развитие. 2020. Т. 15. N 2. С. 17-34. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-2-17-34
7. World Health Organization. Summary of probable SARS cases with onset of illness from 1 November 2002 to 31 July 2003 (based on data as of the 31 December 2003). URL: https://www.who.int/csr/sars/country/table2004_04_21/en/ (дата обращения: 06.06.2020)
8. Щелканов М.Ю., Колобухина Л.В., Львов Д.К. Коронавирусы человека (Nidovirales, Coronaviridae): возросший уровень эпидемической опасности // Лечащий врач. 2013. N 10. С. 49-54.
9. Tong S., Li Y., Rivallier P., Conrardy C., Alvarez Castillo D.A., Chen I.-M., Recuenco S., Ellison J.A., Davis C.T., York I.A., Turmelle A.S., Moran D., Rogers S., Shi M., Tao Y., Weil M.R., Tang K., Rowe L.A., Sammons S., Xu X., Frace M., Lindblade K.A., Cox N.J., Anderson L.J., Rupprecht C.E., Donis R.O. A distinct lineage of influenza A virus from bats // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2012. V. 109. N 11. P. 4269-4274. DOI: 10.1073/pnas.1116200109
10. Щелканов М.Ю., Львов Д.К. Новый субтип вируса гриппа А от летучих мышей и новые задачи эколого-вирусологического мониторинга // Вопросы вирусологии. 2012. Приложение 1. С. 159-168.
11. Wu Y., Wu Y., Tefsen B., Shi Y., Gao G.F. Bat-derived influenza-like viruses H17N10 and H18N11 // Trends in

- Microbiology. 2014. V. 22. N 4. P. 183-191. DOI: 10.1016/j.tim.2014.01.010
12. World Health Organization. MERS situation update, January 2020. URL: <http://www.emro.who.int/health-topics/mers-cov/mers-outbreaks.html> (дата обращения: 06.06.2020)
13. Щелканов М.Ю., Ананьев В.Ю., Кузнецов В.В., Шуматов В.Б. Ближневосточный респираторный синдром: когда вспыхнет тлеющий очаг? // Тихоокеанский медицинский журнал. 2015. N 2. С. 94-98.
14. Щелканов М.Ю., Ананьев В.Ю., Кузнецов В.В., Шуматов В.Б. Эпидемическая вспышка Ближневосточного респираторного синдрома в Республике Корея (май-июль 2015 г.): причины, динамика, выводы // Тихоокеанский медицинский журнал. 2015. N 3. С. 25-29.
15. Щелканов М.Ю., Колобухина Л.В., Львов Д.К. Грипп: история, клиника, патогенез // Лечащий врач. 2011. N 10. С. 33-38.
16. Руководство по вирусологии. Вирусы и вирусные инфекции человека и животных. Ред.: Д.К. Львов. Москва: Медицинское информационное агентство, 2013. 1200 с.
17. International Committee on the Taxonomy of Viruses. Virus taxonomy. The ICTV report on virus classification and taxon nomenclature. Available at: https://talk.ictvonline.org/ictv-reports/ictv_online_report (accessed 06.06.2020)
18. Львов Д.К., Альховский С.В., Щелканов М.Ю., Дерябин П.Г., Богданова В.С., Федякина И.Т., Бурцева Е.И., Щетинин А.М., Самохвалов Е.И., Прошина Е.С., Кириллов И.М., Ботиков А.Г. Применение современных молекулярно-генетических технологий для обеспечения биологической безопасности // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2014. N 3. С. 115-127.
19. Lvov D.K., Shchelkanov M.Yu., Alkhovsky S.V., Deryabin P.G. Zoonotic viruses of Northern Eurasia. Taxonomy and Ecology. Academic Press, 2015, 452 p.
20. Медицинская вирусология. Ред.: Д.К. Львов. Москва: Медицинское информационное агентство, 2008. 656 с.
21. Calisher C.H., Childs J.E., Field H.E., Holmes K.V., Schountz T. Bats: Important reservoir hosts of emerging viruses // Clinical microbiology reviews. 2006. V. 19. N 3. P. 531-545. DOI: 10.1128/CMR.00017-06
22. Bats and viruses. A new frontier of emerging infectious diseases. Eds.: L.-F. Wang, C. Cowled. New Jersey, John Wiley & Sons, 2015. 405 p.
23. Fagre A.C., Kading R.C. Can bats serve as reservoirs for arboviruses? // Viruses. 2019. V. 11. N 3. 215 p. DOI: 10.3390/v11030215
24. Щелканов М.Ю., Львов Д.К., Альховский С.В., Щетинин А.М., Чумаков В.М., Дерябин П.Г. Ревизия картографических знаков некоторых арбовирусов в связи с новыми данными по их таксономии // Вопросы вирусологии. 2013. Приложение 1. С. 54-63.
25. Львов Д.К., Альховский С.В., Щелканов М.Ю., Щетинин А.М., Дерябин П.Г., Гительман А.К., Самохвалов Е.И., Ботиков А.Г. Таксономия вируса Сокулук (SOKV – Sokuluk virus) (Flaviviridae, Flavivirus, антигенный комплекс летучих мышей Энтеббе), изолированного в Киргизии от летучих мышей нетопырей-карликов (*Vespertilio pipistrellus* Schreber, 1774), аргасовых клещей (Argasidae Koch, 1844) и птиц // Вопросы вирусологии. 2014. Т. 59. N 1. С. 30-34.
26. Альховский С.В., Львов Д.К., Щелканов М.Ю., Щетинин А.М., Дерябин П.Г., Самохвалов Е.И., Гительман А.К., Ботиков А.Г. Таксономия вируса Иссик-Куль (Issyk-Kul virus, ISKV; Bunyaviridae, Nairovirus), возбудителя Иссик-кульской лихорадки, изолированного от летучих мышей (Vespertilionidae) и клещей Argas (Carios) vespertilionis (Latreille, 1896) // Вопросы вирусологии. 2013. Т. 58. N 5. С. 11-15.
27. Альховский С.В., Львов Д.К., Щелканов М.Ю., Дерябин П.Г., Щетинин А.М., Самохвалов Е.И., Аристов В.А., Гительман А.К., Ботиков А.Г. Генетическая характеристика вируса Узун-Агач (Uzun-Agach – UZAV Bunyaviridae, Nairovirus), изолированного в Казахстане от остроухой ночницы *Myotis blythii oxygnathus* Monticelli, 1885 (Chiroptera; Vespertilionidae) // Вопросы вирусологии. 2014. Т. 59. N 5. С. 23-26.
28. Walker P.J., Widen S.G., Firth C., Blasdell K.R., Wood T.G., Travassos da Rosa A.P., Guzman H., Tesh R.B., Vasilakis N. Genomic characterization of Yogue, Kasokero, Issyk-Kul, Keterah, Gossas, and Thiafora viruses: nairoviruses naturally infecting bats, shrews, and ticks // American Journal of Tropical Medicine and Hygiene. 2015. V. 93. N 5. P. 1041-1451. DOI: 10.4269/ajtmh.15-0344
29. Щелканов М.Ю., Магассуба Н.Ф., Дедков В.Г., Шипулин Г.А., Галкина И.В., Попова А.Ю., Малеев В.В. Природный резервуар филовирусов и типы связанных с ними эпидемических вспышек на территории Африки // Вестник РАМН. 2017. Т. 72. N 2. С. 112-119. DOI: 10.15690/vramn803
30. Щелканов М.Ю., Дедков В.Г., Галкина И.В., Магассуба Н.Ф., Зуманиги Н., Шипулин Г.А., Попова А.Ю., Малеев В.В. Районирование Африканской природноочаговой провинции в отношении филовирусных лихорадок // Вестник РАМН. 2017. Т. 72. N 5. С. 325-335. DOI: 10.15690/vramn804
31. Blitvich B.J., Firth A.E. A review of flaviviruses that have no known arthropod vector // Viruses. 2017. V. 9. N 6. id. 154. DOI: 10.3390/v9060154
32. Fagre A.C., Lee J.S., Kityo R.M., Bergren N.A., Mossel E.C., Nakayiki T., Nalikka B., Nyakarahuka L., Gilbert A.T., Peterhans J.K., Crabtree M.B., Towner J.S., Amman B.R., Sealy T.K., Schuh A.J., Nichol S.T., Lutwama J.J., Miller B.R., Kading R.C. Discovery and characterization of Bukakata orbivirus (Reoviridae, Orbivirus), a novel virus from a Ugandan bat // Viruses. 2019. V. 11. N 3. id. 209. DOI: 10.3390/v11030209
33. Zhao G., Krishnamurthy S., Cai Z., Popov V.L., Travassos da Rosa A.P., Guzman H., Cao S., Virgin H.W., Tesh R.B., Wang D. Identification of novel viruses using VirusHunter – an automated data analysis pipeline // PLoS One. 2013. V. 8. N 10. e78470. DOI: 10.1371/journal.pone.0078470

34. Ishii A., Ueno K., Orba Y., Sasaki M., Moonga L., Hang'ombe B.M., Mweene A.S., Umemura T., Ito K., Hall W.W., Sawa H. A nairovirus isolated from African bats causes haemorrhagic gastroenteritis and severe hepatic disease in mice // *Nature Communications*. 2014. N 5. id. 5651. DOI: 10.1038/ncomms6651

REFERENCE

1. World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19). Situation Report 51 (11 March, 2020). Available at: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200311-sitrep-51-covid-19.pdf?sfvrsn=1ba62e57_10 (accessed 06.06.2020)
2. Shchelkanov M.Yu., Kolobukhina L.V., Burgasova O.A., Kruzhkova I.S., Maleev V.V. COVID-19: etiology, clinic, treatment. *Russian Journal of Infection and Immunity*, 2020, vol. 10, no. 3, pp. 421-445. (In Russian) DOI: 10.15789/2220-7619-CEC-1473
3. Lu R., Zhao X., Li J., Niu P., Yang B., Wu H., Wang W., Song H., Huang B., Zhu N., Bi Y., Ma X., Zhan F., Wang L., Hu T., Zhou H., Hu Z., Zhou W., Zhao L., Chen J., Meng Y., Wang J., Lin Y., Yuan J., Xie Z., Ma J., Liu W.J., Wang D., Xu W., Holmes E.C., Gao G.F., Wu G., Chen W., Shi W., Tan W. Genomic characterisation and epidemiology of 2019 novel coronavirus: implications for virus origins and receptor binding. *Lancet*, 2020, vol. 395, iss. 10224, pp. 565-574. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30251-8
4. Shchelkanov M.Yu., Popova A.Yu., Dedkov V.G., Akimkin V.G., Maleev V.V. History of investigation and current classification of coronaviruses (Nidovirales: Coronaviridae). *Russian Journal of Infection and Immunity*, 2020, vol. 10, no. 2, pp. 221-246. (In Russian) DOI: 10.15789/2220-7619-HOI-1412
5. Zhou P., Yang X.L., Wang X.G., Hu B., Zhang L., Zhang W., Si H.R., Zhu Y., Li B., Huang C.L., Chen H.D., Chen J., Luo Y., Guo H., Jiang R.D., Liu M.Q., Chen Y., Shen X.R., Wang X., Zheng X.S., Zhao K., Chen Q.J., Deng F., Liu L.L., Yan B., Zhan F.X., Wang Y.Y., Xiao G.F., Shi Z.L. A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. *Nature*, 2020, vol. 579, no. 7798, pp. 270-273. DOI: 10.1038/s41586-020-2012-7
6. Shestopalov A.M., Kononova Yu.V., Gadzhiev A.A., Gulyaeva M.A., Vasfi M.M., Alekseev A.Yu., Jamalutdinov J.M., Shchelkanov M.Yu. Biodiversity and epidemic potential of chiropteran coronaviruses (Nidovirales: Coronaviridae). *South of Russia: ecology, development*, 2020, vol. 15, no. 2, pp. 17-34. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-2-17-34
7. World Health Organization. Summary of probable SARS cases with onset of illness from 1 November 2002 to 31 July 2003 (based on data as of the 31 December 2003). Available at: https://www.who.int/csr/sars/country/table2004_04_21/en/ (accessed 06.06.2020)
8. Shchelkanov M.Yu., Kolobukhina L.V., Lvov D.K. Human coronaviruses (Nidovirales, Coronaviridae): increased level of epidemic threat. *Lechashchii vrach [Lechaschi Vrach Journal]*. 2013, no. 10, pp. 49-54. (In Russian)
9. Tong S., Li Y., Rivallier P., Conrardy C., Alvarez Castillo D.A., Chen I.-M., Recuenco S., Ellison J.A., Davis C.T., York I.A., Turmelle A.S., Moran D., Rogers S., Shi M., Tao Y., Weil M.R., Tang K., Rowe L.A., Sammons S., Xu X., Frace M., Lindblade K.A., Cox N.J., Anderson L.J., Rupprecht C.E., Donis R.O. A distinct lineage of influenza A virus from bats. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2012, vol. 109, no. 11, pp. 4269-4274. DOI: 10.1073/pnas.1116200109
10. Shchelkanov M.Yu., Lvov D.K. New subtype of influenza A virus from bats and new tasks for ecologic-virological monitoring. *Voprosy Virusologii [Problems of Virology]*. 2012, Suppl. 1, pp. 159-168. (In Russian)
11. Wu Y., Wu Y., Tefsen B., Shi Y., Gao G.F. Bat-derived influenza-like viruses H17N10 and H18N11. *Trends in Microbiology*, 2014, vol. 22, no. 4, pp. 183-191. DOI: 10.1016/j.tim.2014.01.010
12. World Health Organization. MERS situation update, January 2020. Available at: <http://www.emro.who.int/health-topics/mers-cov/mers-outbreaks.html> (accessed 06.06.2020)
13. Shchelkanov M.Yu., Ananiev V.Yu., Kuznetsov V.V., Shumatov V.B. Middle East respiratory syndrome: when will smouldering focus outbreak? *Tikhookeanskii meditsinskii zhurnal [Pacific Medical Journal]*. 2015, no. 2, pp. 94-98. (In Russian)
14. Shchelkanov M.Yu., Ananiev V.Yu., Kuznetsov V.V., Shumatov V.B. Epidemic outbreak of Middle East respiratory syndrome in the Republic of Korea (May-July, 2015): reasons, dynamics, conclusions. *Tikhookeanskii meditsinskii zhurnal [Pacific Medical Journal]*. 2015, no. 3, pp. 25-29. (In Russian)
15. Shchelkanov M.Yu., Kolobukhina L.V., Lvov D.K. Influenza: history, clinics, pathogenesis. *Lechashchii vrach [Lechaschi Vrach Journal]*. 2011, no. 10, pp. 33-38. (In Russian)
16. Lvov D.K., ed. *Rukovodstvo po Virusologii. Virusy i virusnye infekcii cheloveka i zhivotnykh [Handbook of virology. Viruses and viral infections of humans and animals]*. Moscow, Meditsinskoe informatcionnoe agentstvo Publ., 2013, 1200 p. (In Russian)
17. International Committee on the Taxonomy of Viruses. Virus taxonomy. The ICTV report on virus classification and taxon nomenclature. Available at: https://talk.ictvonline.org/ictv-reports/ictv_online_report (accessed 06.06.2020)
18. Lvov D.K., Alkhovsky S.V., Shchelkanov M.Yu., Deryabin P.G., Bogdanova V.S., Fedyakina I.T., Burtseva E.I., Shchetinin A.M., Samokhvalov E.I., Proshina E.S., Kirillov I.M., Botikov A.G. Application of modern molecular-biological techniques for provision of biological safety. *Vestnik Rossiiskoi voenno-meditsinskoi akademii [Bulletin of the Russian Military Medical Academy]*. 2014, no. 3, pp. 115-127. (In Russian)
19. Lvov D.K., Shchelkanov M.Yu., Alkhovsky S.V., Deryabin P.G. Zoonotic viruses of Northern Eurasia. *Taxonomy and Ecology*. Academic Press, 2015, 452 p.
20. Lvov D.K., ed. *Meditsinskaya virusologiya [Medical Virology]*. Moscow, Meditsinskoe informatcionnoe agentstvo Publ., 2008, 656 p. (In Russian)

21. Calisher C.H., Childs J.E., Field H.E., Holmes K.V., Schountz T. Bats: Important reservoir hosts of emerging viruses. *Clinical microbiology reviews*, 2006, vol. 19, no. 3, pp. 531-545. DOI: 10.1128/CMR.00017-06
22. Bats and viruses. A new frontier of emerging infectious diseases. Eds.: L.-F. Wang, C. Cowled. New Jersey, John Wiley & Sons, 2015, 405 p.
23. Fagre A.C., Kading R.C. Can bats serve as reservoirs for arboviruses? *Viruses*, 2019, vol. 11, no. 3, 215 p. DOI: 10.3390/v11030215
24. Shchelkanov M.Yu., Lvov D.K., Alkhovsky S.V., Shchetinin A.M., Chumakov V.M., Deryabin P.G. Revision of map signs for some arboviruses as the result of new data of their taxonomy. *Voprosy Virusologii [Problems of Virology]*. 2013, Suppl. 1, pp. 54-63. (In Russian)
25. Lvov D.K., Alkhovsky S.V., Shchelkanov M.Yu., Shchetinin A.M., Deryabin P.G., Gitelman A.K., Samokhvalov E.I., Botikov A.G. Taxonomy of Sokuluk virus (SOKV) (Flaviviridae, Flavivirus, Entebbe bat virus group), isolated from bats (*Vespertilio pipistrellus* Schreber, 1774), ticks (*Argasidae* Koch, 1844), and birds in Kyrgyzstan. *Voprosy Virusologii [Problems of Virology]*. 2014, vol. 59, no. 1, pp. 30-34. (In Russian)
26. Alkhovsky S.V., Lvov D.K., Shchelkanov M.Yu., Shchetinin A.M., Deryabin P.G., Samokhvalov E.I., Gitelman A.K., Botikov A.G. The taxonomy of the Issyk-Kul virus (ISKV; Bunyaviridae, Nairovirus), the etiologic agent of the Issyk-Kul fever isolated from bats (*Vespertilionidae*) and ticks *Argas* (*Carios*) *vespertilionis* (Latreille, 1896). *Voprosy Virusologii [Problems of Virology]*. 2013, vol. 58, no. 5, pp. 11-15. (In Russian)
27. Alkhovsky S.V., Lvov D.K., Shchelkanov M.Yu., Deryabin P.G., Shchetinin A.M., Samokhvalov E.I., Aris-tova V.A., Gitelman A.K., Botikov A.G. Genetic characterization of the Uzun-Agach virus (UZAV, Bunyaviridae, Nairovirus), isolated from bat *Myotis blythii oxygnathus* Monticelli, 1885 (*Chiroptera*; *Vespertilionidae*) in Kazakhstan. *Voprosy Virusologii [Problems of Virology]*. 2014, vol. 59, no 5, pp. 23-26. (In Russian)
28. Walker P.J., Widen S.G., Firth C., Blasdel K.R., Wood T.G., Travassos da Rosa A.P., Guzman H., Tesh R.B., Vasilakis N. Genomic characterization of Yogue, Kasokero, Issyk-Kul, Keterah, Gossas, and Thiafora viruses: nairoviruses naturally infecting bats, shrews, and ticks. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 2015, vol. 93, no. 5, pp. 1041-1451. DOI: 10.4269/ajtmh.15-0344
29. Shchelkanov M.Yu., Magassouba N'F., Dedkov V.G., Shipulin G.A., Galkina I.V., Popova A.Yu., Maleev V.V. Natural reservoir of filoviruses and types of associated epidemic outbreaks in Africa. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences*, 2017, vol. 72, no. 2, pp. 112-119. (In Russian) DOI: 10.15690/vramn803
30. Shchelkanov M.Yu., Dedkov V.G., Galkina I.V., Magassouba N'F., Zoumanigui N., Shipulin G.A., Popova A.Yu., Maleev V.V. Division into districts of African natural foci province in the relation to Filoviridae-associated fevers. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences*, 2017, vol. 72, no. 5, pp. 325-335. (In Russian) DOI: 10.15690/vramn804
31. Blitvich B.J., Firth A.E. A review of flaviviruses that have no known arthropod vector. *Viruses*, 2017, vol. 9, no. 6, id. 154. DOI: 10.3390/v9060154
32. Fagre A.C., Lee J.S., Kityo R.M., Bergren N.A., Mossel E.C., Nakayiki T., Nalikka B., Nyakarahuka L., Gilbert A.T., Peterhans J.K., Crabtree M.B., Towner J.S., Amman B.R., Sealy T.K., Schuh A.J., Nichol S.T., Lutwama J.J., Miller B.R., Kading R.C. Discovery and characterization of Bukakata orbivirus (Reoviridae, Orbivirus), a novel virus from a Ugandan bat. *Viruses*, 2019, vol. 11, no. 3, id. 209. DOI: 10.3390/v11030209
33. Zhao G., Krishnamurthy S., Cai Z., Popov V.L., Travassos da Rosa A.P., Guzman H., Cao S., Virgin H.W., Tesh R.B., Wang D. Identification of novel viruses using VirusHunter – an automated data analysis pipeline. *PLoS One*, 2013, vol. 8, no. 10, e78470. DOI: 10.1371/journal.pone.0078470
34. Ishii A., Ueno K., Orba Y., Sasaki M., Moonga L., Hang'ombe B.M., Mweene A.S., Umemura T., Ito K., Hall W.W., Sawa H. A nairovirus isolated from African bats causes haemorrhagic gastroenteritis and severe hepatic disease in mice. *Nature Communications*, 2014, no. 5, id. 5651. DOI: 10.1038/ncomms6651

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Михаил Ю. Щелканов разработал концепцию статьи, руководил процессом сбора и упорядочения материала, проверкой данных по всем отрядам вирусов. Мария Н. Дунаева собрала материал по вирусам рукокрылых из отрядов *Articulavirales*, *Nidovirales*. Татьяна В. Москвина собрала материал по вирусам рукокрылых из отрядов *Amarillovirales*, *Picornavirales*. Анастасия Н. Воронова собрала материал по вирусам рукокрылых из отряда *Zurhausenvirales*. Юлия В. Кононова собрала материал по вирусам рукокрылых из отрядов *Mononegavirales*, *Ortervirales*. Валентина В. Воробьева собрала материал по вирусам рукокрылых из отрядов *Hepelivirales*, *Durnavirales*. Ирина В. Галкина собрала материал по вирусам рукокрылых из отрядов *Bunyavirales*, *Reovirales*, *Sepolyvirales*. Василий А. Янович собрал материал по вирусам рукокрылых из отрядов *Chitovirales*, *Cirlivirales*,

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Mikhail Yu. Shchelkanov developed the concept of the article, undertook general management of the process of collecting and organizing material and checked data for all groups of viruses. Mariya N. Dunaeva collected material on bat viruses from the *Articulavirales* and *Nidovirales* orders. Tatyana V. Moskvina collected material on bat viruses from the *Amarillovirales* and *Picornavirales* orders. Anastasia N. Voronova collected material on bat viruses from the *Zurhausenvirales* order. Yuliya V. Kononova collected material on bat viruses from the *Mononegavirales* and *Ortervirales* orders. Valentina V. Vorobyeva collected material on bat viruses from the *Hepelivirales* and *Durnavirales* orders. Irina V. Galkina collected material on bat viruses from the *Bunyavirales*, *Reovirales* and *Sepolyvirales* orders. Vasily A. Yanovich collected material on bat viruses from the *Chitovirales*, *Cirlivirales* and *Blubervirales* orders.

Blubervirales. Алимурад А. Гаджиев собрал материал по вирусам рукокрылых из отрядов Piccovirales, Stellavirales. Александр М. Шестопалов собрал материал по вирусам рукокрылых из отрядов Herpesvirales, Rowavirales. Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи, несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата и других неэтических проблем.

Alimurad A. Gadzhiev collected material on bat viruses from the Piccovirales and Stellavirales orders. Alexander M. Shestopalov collected material on bat viruses from the Herpesvirales and Rowavirales orders. All authors participated equally in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism and self-plagiarism and other ethical transgressions.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Михаил Ю. Щелканов / Mikhail Yu. Shchelkanov <https://orcid.org/0000-0001-8610-7623>

Мария Н. Дунаева / Mariya N. Dunaeva <https://orcid.org/0000-0002-1728-1852>

Татьяна В. Москвина / Tatyana V. Moskvina <https://orcid.org/0000-0002-9517-7495>

Анастасия Н. Воронова / Anastasia N. Voronova <https://orcid.org/0000-0001-7571-0750>

Юлия В. Кононова / Yuliya V. Kononova <https://orcid.org/0000-0002-3677-3668>

Валентина В. Воробьева / Valentina V. Vorobyeva <https://orcid.org/0000-0003-2685-1287>

Ирина В. Галкина / Irina V. Galkina <https://orcid.org/0000-0001-7000-5833>

Василий А. Янович / Vasily A. Yanovich <https://orcid.org/0000-0002-0765-0765>

Алимурад А. Гаджиев / Alimurad A. Gadzhiev <https://orcid.org/0000-0002-7359-1951>

Александр М. Шестопалов / Alexander M. Shestopalov <https://orcid.org/0000-0002-9734-0620>

Оригинальная статья / Original article
УДК 639.21.03(470.67)
DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-31-42

Оценка эффективности естественного воспроизводства полупроходных и речных видов рыб во внутренних водных объектах Республики Дагестан

Ахма С. Абдусамадов¹, Эльдар А. Ахмаев¹, Александр А. Латунов²,
Тимур А. Абдусамадов¹, Аминат К. Бутаева¹, Сакинат А. Гусейнова³

¹Отдел «Западно-Каспийский» Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Махачкала, Россия

²Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Астрахань, Россия

³Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

Контактное лицо

Ахма С. Абдусамадов, главный научный сотрудник, Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»); 367029 Россия, г. Махачкала, ул. Абулбакарова, 104. Тел. +79882916151

Email a.abdusamadov@mail.ru
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6234-1092>

Формат цитирования

Абдусамадов А.С., Ахмаев Э.А., Латунов А.А., Абдусамадов Т.А., Бутаева А.К., Гусейнова С.А. Оценка эффективности естественного воспроизводства полупроходных и речных видов рыб во внутренних водных объектах Республики Дагестан // Юг России: экология, развитие. 2020. Т.15, N 3. С. 31-42. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-31-42

Получена 11 мая 2020 г.
Прошла рецензирование 6 июля 2020 г.
Принята 27 июля 2020 г.

Резюме

Цель. Оценка эффективности естественного воспроизводства и закономерностей формирования запасов рыб.

Материал и методы. Сбор материала осуществляли в 2010-2019 гг. во внутренних водоемах и в мелководной прибрежной зоне Каспийского моря, прилегающей к территории Республики Дагестан. Оценка численности молоди в реках и каналах проводили ихтиопланктонными конусными сетями. Для учета молоди рыб в водоемах и в прибрежье моря использовали мальковые волокуши. Собрано 470 проб молоди, проанализировано 5640 шт. молоди. Сбор и обработку материалов проводили по общепринятым методикам.

Результаты. Выявлены основные факторы окружающей среды, определяющие урожайность молоди рыб в районе исследований в многолетнем аспекте. За период наблюдений на нерестилищах внутренних водных объектов зарегистрировано 15 видов молоди рыб. Доминируют вобла, лещ, сазан, карась, красноперка и рыбец. По численности преобладает молодь воблы, относительная доля которой составила 31,02%, с увеличением от 27,1% в 2010 г. до 35,4% в 2018 г. Второе место занимает молодь леща, доля которой составила 12,1%. Третье место занимает молодь сазана при средней доле 9%. Относительная численность молоди судака, сома, щуки и кутума невелика, от 2 до 4%. Урожайность молоди рыб в 2010-2019 гг. снизилась в 1,7 раза по отношению к 1990-1995 гг.

Заключение. Установлено, что уменьшение численности молоди рыб происходит под влиянием неблагоприятных факторов среды обитания – снижения уровня моря, сокращения площадей нерестилищ, обмеления и заиливания миграционных путей вследствие отсутствия устойчивого водоснабжения. Предложены меры по улучшению условий среды обитания водных биоресурсов, направленные на повышение эффективности их естественного воспроизводства.

Ключевые слова

Водоемы Дагестана, полупроходные и речные виды рыб, эффективность воспроизводства, урожайность молоди, условия среды обитания рыб.

Estimation of natural reproduction efficiency of semi-anadromous and river fish species in inland water bodies of the Republic of Dagestan, Russia

Akhma S. Abdusamadov¹, Eldar A. Akhmaev¹, Aleksandr A. Latunov²,
Timur A. Abdusamadov¹, Aminat K. Butaeva¹ and Sakinat A. Guseinova

¹West Caspian Department, Volga-Caspian Branch, Russian Federal Institute of Fisheries and Oceanography, Makhachkala, Russia

²Volga-Caspian Branch, Russian Federal Institute of Fisheries and Oceanography, Astrakhan, Russia

³Dagestan State University, Makhachkala, Russia

Principal contact

Akhma S. Abdusamadov, Chief Researcher, Volga-Caspian branch, Russian Federal Institute of Fisheries and Oceanography; 104 Abubakarova St, Makhachkala, Republic of Dagestan, Russia 367029.

Tel. +79882916151

Email a.abdusamadov@mail.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6234-1092>

How to cite this article

Abdusamadov A.S., Akhmaev E.A., Latunov A.A., Abdusamadov T.A., Butaeva A.K., Guseinova S.A. Estimation of natural reproduction efficiency of semi-anadromous and river fish species in inland water bodies of the Republic of Dagestan, Russia. *South of Russia: ecology, development*. 2020, vol. 15, no. 3, pp. 31-42. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-31-42

Received 11 May 2020

Revised 6 June 2020

Accepted 27 August 2020

Abstract

Aim. Estimation of the natural reproduction efficiency and patterns of formation of fish stocks.

Material and Methods. Collection of material was carried out in 2010-2019 in inland water bodies in Dagestan and its shallow Caspian Sea coastal zone. Estimation of the number of juveniles in rivers and canals was carried out using ichthyoplankton cone seines. Fry seines were used to count juveniles of fish in water bodies and in the coastal area. 470 samples of juveniles were collected and 5640 juveniles were analysed. The collection and processing of materials were carried out according to generally accepted methods.

Results. The main environmental factors determining the productivity of fish juveniles in the study area in the long-term have been identified. During the observation period, juvenile fish of 15 species were recorded in spawning grounds of inland water bodies. Roach, bream, carp, crucian carp, rudd and vimba bream dominate. In terms of numbers, roach juveniles predominate: their relative proportion being 31.02% with an increase from 27.1% in 2010 to 35.4% in 2018. The second place was occupied by bream juveniles, whose average relative proportion was 12.1%. The third place was occupied by carp juveniles with an average proportion of 9%. Juvenile zander, catfish, pike and kutum are relatively low in abundance - from 2 to 4%. The yield of juvenile fish in 2010-2019 decreased 1.7 times compared to 1990-1995.

Conclusion. It was established that a decrease in the number of juvenile fishes occurs under the influence of unfavorable environmental factors: decrease in sea level; reduction in spawning areas; the shallowing and silting of migration routes due to the lack of a stable water supply. Measures are proposed to improve the living conditions of aquatic biological resources, aimed at increasing the efficiency of their natural reproduction.

Key Words

Waters of Dagestan, semi-anadromous and river fish species, efficiency of reproduction, yield of juveniles, fish habitat conditions.

ВВЕДЕНИЕ

Промысловые запасы рыб находятся в состоянии подвижного равновесия и определяются двумя факторами – ежегодным урожаем молоди и интенсивностью вылова [1].

Урожай молоди может изменяться в широких пределах, и основная причина этого, как считают многие авторы [2-6], – условия размножения рыб. При этом потеря или приобретение мест обитания, в особенности для нереста, наряду со многими другими абиотическими (паводки, приливно-отливные течения, экстремальные значения физических факторов окружающей среды и др.) и биотическими (болезни, обеспеченность пищей, хищничество и др.) факторами, имеет исключительно важное значение для формирования запасов рыб.

В современных экологических условиях масштабы естественного воспроизводства промысловых рыб в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне колеблются и зависят от ряда факторов, основными из которых являются численность нерестующих производителей и гидрометеорологические условия в период размножения, развития икры и молоди рыб на нерестилищах. Существенными факторами являются температура воды, объем стока и продолжительность паводкового периода в реках Терек, Сулак, Самур и др.

Исследования по оценке эффективности естественного воспроизводства рыб в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне в условиях влияния природных и антропогенных факторов выполнены в основном в период с 1960-х до начала 2000-х годов [7-14]. В связи с этим, учитывая важность сохранения и рационального использования запасов водных биологических ресурсов рассматриваемого региона и с целью оценки эффективности естественного воспроизводства и закономерностей формирования запасов рыб, были проведены исследования, в задачи которых входили:

- выявить основные факторы окружающей среды, определяющие эффективность естественного воспроизводства основных промысловых видов рыб в районе исследований в многолетнем аспекте;
- дать оценку эффективности естественного воспроизводства проходных, полупроходных и речных видов рыб во внутренних водных объектах Республики Дагестан;
- разработать предложения по повышению эффективности воспроизводства рыб в рассматриваемом регионе.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сбор материала по оценке эффективности естественного воспроизводства рыб осуществляли в период с 2010 по 2019 гг. во внутренних водоемах Дагестана, в мелководной прибрежной зоне Каспийского моря, рыбоходных каналах и реках, впадающих в Каспийское море, включая устьевые районы, а также в мелководной прибрежной зоне моря.

Оценку численности поклатной молоди речных, полупроходных и проходных рыб в водотоках

Терек и Сулак Кривая балка и др. проведен путем учета молоди с использованием сетей ИКС-50 в светлое и темное время суток. Створ наблюдений был разбит по вертикалям: на поверхности, в толще и у дна реки.

Расчет абсолютной численности поклатной молоди карповых и окуневых рыб осуществлялся по методикам [20].

Численность молоди, скатывающейся в водотоках в дневное (Ндн) и ночное время (Нн), оценивается с учетом концентрации (С), объема воды (Wp) и коэффициента уловистости сети (К) по формуле:

$$N_{дн(н)} = \frac{C \times W_p}{K}, \text{ где:}$$

С – средняя по створу реки концентрация молоди, экз./м³;

Wp – объем воды, в котором скатывается молодь, м³;

К – коэффициент уловистости ИКС (по личинкам и личинкам в течение суток – 0,9; по малькам днем – 0,2, ночью – 0,5).

Эффективность естественного воспроизводства исследуемых рыб непосредственно в водоемах определяли с использованием мальковых волокуш длиной 6, 10, 25 м, ячеей 6 мм, кутцом из газа № 7, и сачком (на мелководье до 0,5 м) по общепринятым методикам [1; 22]. При этом учитывались площадь исследуемого района (S), средний улов молоди на одно притонение мальковой волокуши (а), площадь облова (в), коэффициент уловистости волокуши (к).

Количественный учет сеголеток производился по формуле:

$$P = \frac{S \cdot a}{v \cdot k}, \text{ где}$$

P – количество молоди,

S – площадь района;

a – средний улов волокуши;

v – площадь облова волокуши;

k – коэффициент уловистости волокуши.

Изучение воспроизводства и ската молоди проходных, полупроходных и речных видов рыб проводился ежегодно с конца марта по июль.

Видовую принадлежность молоди определяли по определителям молоди [17; 18], размерно-весовой состав определяли по общепринятым методикам.

Всего за период исследований собрано 470 проб молоди, проанализировано 5640 шт. молоди полупроходных, речных и туводных видов рыб.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В воспроизводстве рыбных запасов Каспийско-Терского района наибольшее значение принадлежит бассейну р. Терек. Эта река с обширными притоками водоемами обеспечивали в прошлом эффективное воспроизводство осетровых, лососей и пресноводных рыб. В период 1932-1960 гг. вылов пресноводных рыб колебался от 10 до 24 тыс. т. При этом лов базировался в основном на вобле (до 10-

12 тыс. т), леще, сазане и судаке. До зарегулирования стока нерестилища в низовьях реки Терек обводнялись в условиях естественного хода весенне-летнего половодья, что обеспечивало благоприятные условия для нереста, нагула и ската молоди

Интенсивное развитие орошаемого земледелия в Республике Дагестан, сопровождавшееся перестройкой гидрографической структуры низовьев впадающих рек, в особенности терской дельты в связи с обвалованием русла реки, строительством перегораживающих плотин Каргалинской, Терско-Кумской и других оросительных систем, привели к резкому ухудшению эффективности воспроизводства многочисленных стад проходных, полупроходных и туводных рыб Терско-Каспийского рыбохозяйственного подрайона начиная с середины 1950-х годов. Вследствие этого произошло также обезвоживание нерестилищ в дельте Терека в системе Аракумских и Нижнетерских озер и Аграханского залива общей площадью свыше 100 тыс. гектаров.

В целях снижения ущерба рыбному хозяйству, наносимого гидростроительством и повышения эффективности воспроизводства полупроходных и речных рыб, в 1960-1970-е годы на месте потерянных нерестовых угодий в дельте реки Терек были построены, путем обвалования, Аракумские Нижнетерские, Каракольский нерестово-выростные водоемы (НВВ) общей площадью 40,7 тыс. га [14].

Водоемы представляют собой обвалованные естественные угодья, соединенные с р. Терек магистральными водоподводящими каналами, с Каспийским морем – рыбоходными каналами. Производители рыб мигрируют в водоемы из моря и северной части Аграханского залива (самозаход) на нерест. Видовой состав производителей, участвующих в нересте, а также видовой состав молоди рыб, продуцируемой водоемами, не регулируются.

В современный период в рассматриваемом Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне основными промысловыми пресноводными видами рыб являются вобла, судак, лещ, сазан, сом, щука, кутум, жерех, рыбец, карась, красноперка. Из них судак и кутум включены в перечень особо ценных рыб и ценных видов водных биологических ресурсов. Все эти виды пользуются повышенным спросом на рынке и, соответственно, подвержены интенсивному вылову. Начиная с 1960-х годов, в связи с произошедшими кардинальными экологическими изменениями, вылов пресноводных рыб резко снизился и в настоящее время не превышает 4,0 тыс. т.

За многолетний период наблюдений на нерестилищах внутренних водных объектов рассматриваемого района, зарегистрировано 15 видов молоди рыб. Доминируют, как в реках, так и в водоемах вобла, лещ, сазан, карась, красноперка и рыбец (табл. 1).

Таблица 1. Средняя многолетняя численность и доля от общей численности молоди в водоемах Дагестана за период 2010-2019 гг.

Table 1. Long-term average number and proportion of total number of fish juveniles in the waters of Dagestan for the period 2010-2019

Р. Дегустация: 1000 р. 1000 р. 1000 р.		
Виды рыб Fish species	Средняя многолетняя численность молоди, млрд шт. Average long-term number of juveniles, bln units	% от общей численности % of total population
Вобла / Roach	7,969	31,23
Лещ / Bream	3,085	12,09
Судак / Zander	1,132	4,44
Сазан / Carp	2,288	8,97
Сом / Catfish	0,47	1,84
Щука / Pike	0,911	3,57
Кутум / Kutum	0,901	3,53
Линь / Tench	0,24	0,94
Карась / Crucian carp	2,205	8,64
Окунь / Perch	0,359	1,41
Красноперка / Rudd	2,606	10,21
Рыбец / Vimba bream	2,269	8,89
Жерех / Asp	0,881	3,45
Густера / White bream	0,085	0,33
Шемая / Caspian shemaya	0,118	0,46
Всего / Total	25,519	100

При этом преобладает молодь воблы, относительная доля которой за многолетний период составила 31,02%, с увеличением от 27,1% в 2010 г. до 35,4% в 2018 г. (рис. 1). Второе место среди ценных видов рыб занимает молодь леща, доля которой составила 12,1% без существенных колебаний по годам. Третье место занимает молодь сазана с увеличением доли от 7,76% в 2013 г. до 10,3% в 2019 г. при среднем многолетнем показателе около 9%. Доли молоди судака, сома, щуки и кутума невелики – 4,4; 1,8; 3,6 и 3,55 соответственно.

тве место занимает молодь сазана с увеличением доли от 7,76% в 2013 г. до 10,3% в 2019 г. при среднем многолетнем показателе около 9%. Доли молоди судака, сома, щуки и кутума невелики – 4,4; 1,8; 3,6 и 3,55 соответственно.

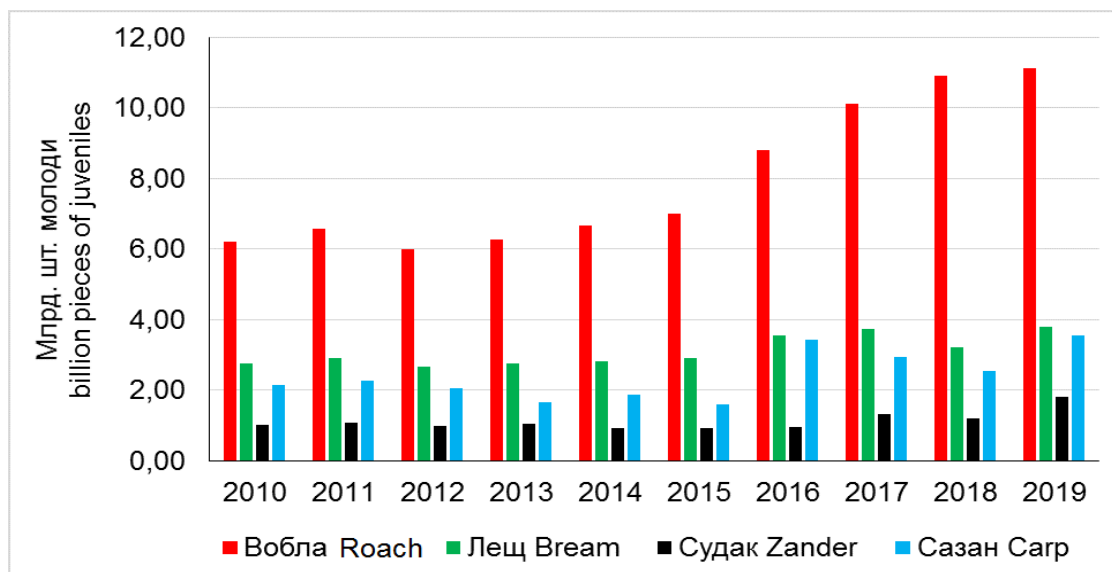


Рисунок 1. Динамика относительной численности молоди воблы, леща, судака и сазана за 2010-2019 гг.
Figure 1. Dynamics of relative numbers of juvenile roach, bream, zander and carp for 2010-2019

Следует отметить возросшую роль молоди ценной проходной рыбы – рыбеца, значимость которой увеличилась с 3,4% в 2013 г. до 17,4% в 2019 г., при

средней многолетней доле 8,9% (рис. 2). Среди туводных рыб преобладает молодь красноперки – 10,2% и карася – 8,6%,

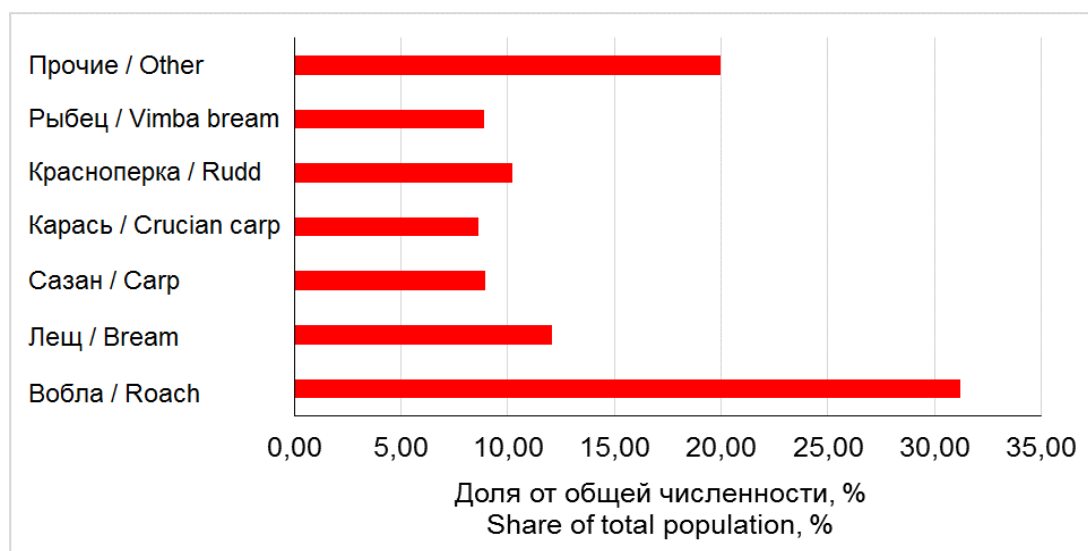


Рисунок 2. Средняя многолетняя доля (%) отдельных видов рыб от общей численности молоди (2010-2019 гг.)
Figure 2. Average long-term proportion (%) of individual fish species of total number of juveniles (2010-2019)

По данным учетных съемок общая численность молоди полупроходных и речных видов рыб за последние 10 лет увеличилась с 22,8 до 34,5 млрд шт. (рис. 3). Возросшая эффективность естественного воспроизводства рыб связана с благоприятными условиями обводнения нерестилищ в дельтах рек. Так, например, по данным Дагестанского гидрометцентра, среднемесячные расходы воды в реке Терек в нерестовый период повышались от 190 м³/с в апреле до 390 м³/с в июне. При этом в многоводные годы (2016, 2017 и 2019 гг.) эти показатели возрастали до 290-665 м³/с. Кроме того, на эффективность

воспроизводства повлияла возросшая численность производителей на нерестилищах как во внутренних водоемах, так и в прибрежье моря.

По данным исследований 2019 года, по абсолютной численности молоди на первом месте находится вобла – 11,1 млрд шт. молоди, на втором месте – рыбец – 6,0 млрд шт., на третьем и четвертом местах лещ и сазан – 3,78 и 3,54 млрд шт., соответственно (рис. 4). При этом за период с 2010 по 2019 гг. наиболее стремительный рост численности молоди наблюдался у рыбеца – с 1,55 до 6,0 млрд шт., т.е. в 4,4 раза.

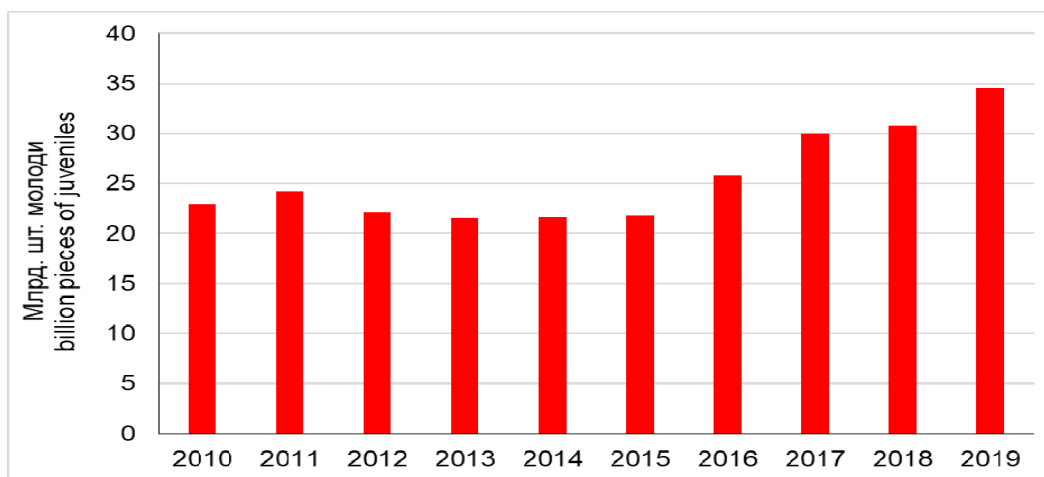


Рисунок 3. Динамика численности молоди полупроходных и речных видов рыб в 2010-2019 гг., млрд шт.

Figure 3. Dynamics of number of juvenile semi-anadromous and river fish species in 2010-2019, billion units

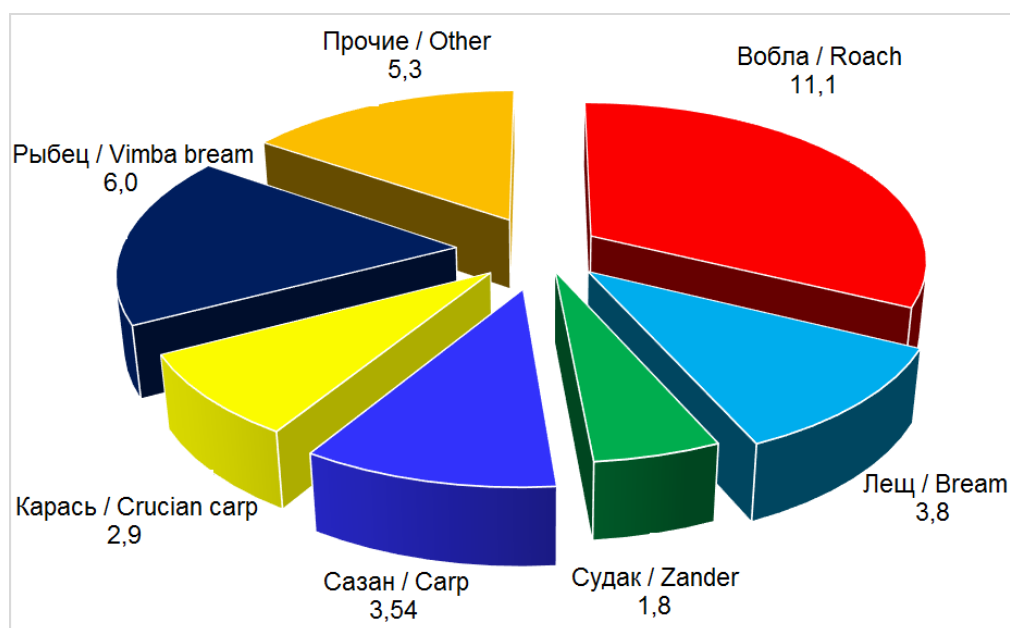


Рисунок 4. Численность молоди отдельных видов рыб в 2019 г., млрд шт.

Figure 4. Number of juveniles of individual fish species in 2019, billion units

Вобла. На Дагестанском побережье Каспийского моря вобла встречается повсеместно. Преимущественно она обитает в северо-западной части, доходя до островов Тюлений, Чечень, в слабо осолоненной воде (7-8‰), Кизлярский залив, Крайновское побережье, устьевое взморье Аграханского залива.

В летний период вобла не совершает больших передвижений и массово встречается у дагестанского побережья Каспийского моря от о. Чечень на севере до устья реки Самур на юге, где активно питается ракообразными и моллюсками.

К началу сентября косяки воблы начинают постепенное передвижение к берегам. В середине ноября залегает на зимовку на глубинах 1,2-1,6 м в Кизлярском заливе, Крайновском побережье, а часть мигрирует на зимовку в Северный Аграхан, Аракумские, Нижнетерские, Каракольские водоемы, Южный Аграхан.

Нерестовую миграцию вобла начинает в конце марта при температуре воды 6-8°C, интенсивный ход наблюдается в первой декаде апреля при температуре воды 8-10°C. Многолетние данные показывают, что нерест воблы начинается во второй-третьей пятидневке апреля, а некоторые годы еще раньше, при температуре воды не ниже 10°C. Продолжительность нереста воблы колеблется от 20 до 30 суток, оптимальная температура в период массового нереста – 12-18°C. Вылупление предличинок из икры преимущественно наблюдается в конце апреля - первой пятидневке мая.

Численность молоди воблы на нерестилищах во внутренних водоемах Дагестана и на побережье моря в разные по условиям для размножения годы колебалась от 5,99 млрд шт. в 2012 г. до 11,14 млрд шт. в 2019 г. (рис. 5).

Следует отметить положительную динамику эффективности естественного воспроизводства воблы в рассматриваемом районе. Так, за период с 2010 по 2019 гг. абсолютная численность молоди возросла в 1,8 раза. Рост численности молоди воблы обусловлен не только повышенной водностью рек Терек,

Сулак и в целом благоприятными условиями размножения в указанный период времени, но также и учетом молоди в новых районах исследований на водотоках побережья моря к югу от устья реки Сулак до устья реки Самур.

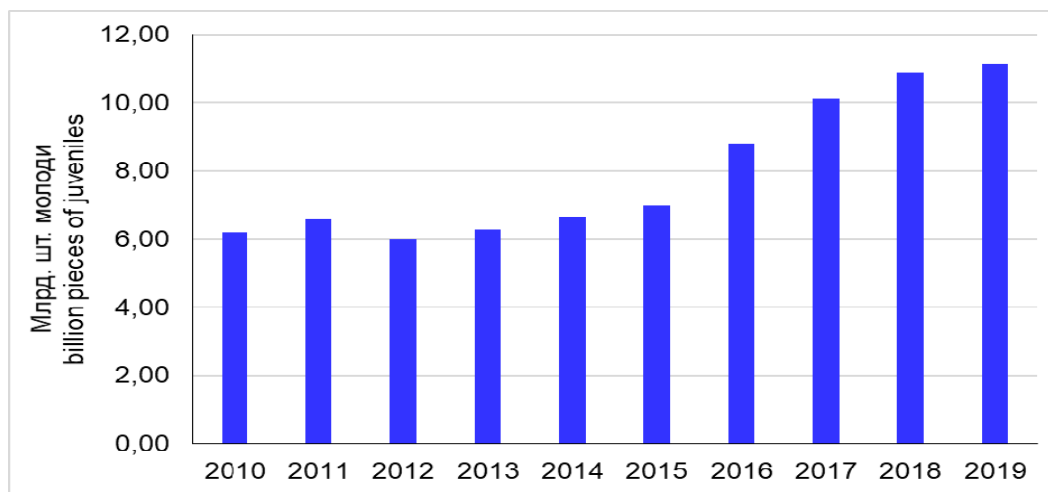


Рисунок 5. Динамика численности молоди воблы в 2010-2019 гг., млрд шт.

Figure 5. Dynamics of numbers of juvenile roach in 2010-2019, billion units

Лещ. Лещ, как и вобла, встречается повсеместно на дагестанском побережье Каспия от устья реки Самур на юге до устья реки Кумы на севере. Встречается также и во внутренних водоемах Дагестана. Наибольшие концентрации леща в прибрежье моря наблюдаются в северной части дагестанского побережья Каспия, в слабосолёных (3-6‰) районах.

С понижением температуры воды (12-14°C) в сентябре-октябре нагуливающий лещ мигрирует к берегам и, с наступлением холодов, залегает на зимовку в Кизлярском и Аграханском заливах и в устьях впадающих рек, а также рыбоходных и коллекторно-дренажных каналов.

Нерестовые миграции леща с мест зимнего залегания начинается в первой декаде марта (при 7-10°C), в весеннем ходе его наблюдается два максимума. Массовый ход наблюдается в середине апреля. Основные нерестилища леща расположены в Аракумских, Нижнеретских нерестово-выростных водоемах дельты Терека, в Южном и Северном Аграхане, Кизлярском заливе [23; 24].

Икрометание леща проходит как на свежесозданных участках, так и в протоках. Нерест леща в районе исследований наблюдается с конца апреля, массовый нерест происходит во второй и третьей пятидневках мая.

Численность молоди леща в районе исследований, по данным проведенных исследований, подвержена колебаниям (рис. 6). Минимальный показатель урожайности отмечен в маловодный 2012 год – 2,66 млрд шт., а максимальные показатели были в многоводные 2016, 2017 и 2019 гг. – 3,56; 3,73 и 3,81 млрд шт. молоди, соответственно.

Сазан. Сазан является основным промысловым объектом среди полупроходных и речных ви-

дов рыб на дагестанском побережье моря, уловы которого, по данным промысловой статистики, в 2018 г. составили 740 т, а в 2019 г. – 630 т. По данным проведенных исследований, сазан характеризуется широким ареалом обитания как на побережье моря, так и во внутренних водоемах Дагестана. В период нагула в море преимущественно держится в приглубой зоне в районе островов Чечень и Тюлений. Наибольшие промысловые концентрации сазан образует в весенний преднерестовый и осенний предзимовальный периоды в Кизлярском заливе, Крайновском побережье, в северной части Аграханского залива, а также в районе полуострова Лопатин.

После зимовки сазан начинает нерестовый ход в третьей декаде апреля при температуре воды 12-13°C. Массовая нерестовая миграция наблюдается в мае, которая завершается в середине июня. Основные нерестилища сазана расположены в прибрежной опресненной зоне Кизлярского залива, на крайновском побережье, а также на полях дельты реки Терек. Нерест сазана наблюдается с конца апреля по август при температуре воды 16-24°C. Икру откладывает на мягкую растительность на глубине 20-50 см.

Численность молоди сазана колеблется в зависимости от условий для размножения и количества участвующих в нересте производителей. Так, например, в маловодный 2015 год численность молоди сазана составляла 1,59 млрд шт., а в многоводные 2016 и 2019 гг. – 3,44 и 3,54 млрд шт. соответственно, т.е. в более чем в два раза выше, рисунок 7.

Роль остальных полупроходных и речных видов рыб в общих показателях эффективности

естественного воспроизводства в Терско-каспийском рыбохозяйственном подрайоне менее значима. При этом, как отмечено выше, обращает

на себя внимание резкое повышение эффективности воспроизводства, увеличение запасов и уловов рыбы в последние 4 года.

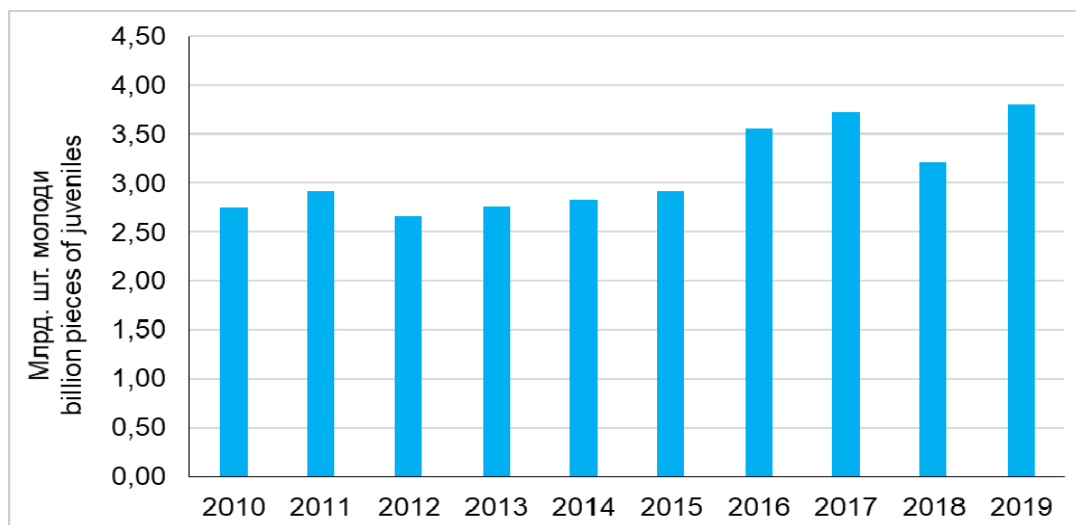


Рисунок 6. Динамика численности молоди леща в 2010-2019 гг., млрд шт.

Figure 6. Dynamics of number of juvenile bream in 2010-2019, billion units

Анализ результатов исследований по оценке влияния условий и особенностей размножения рыб в разных участках рассматриваемого подрайона показало следующее. В прибрежной морской зоне (Кизлярский залив и Крайновское побережье) из всех полупроходных, речных рыб в настоящее время только сазан, серебряный карась и краснопёрка имеют наибольший нерестовый ареал. Их размножение, как и ранее, в последние 10 лет, отмечалось по всему побережью Кизлярского залива и наиболее массовое – в его северной части, особенно сазана. В то же время снижение уровня Каспийского моря за последние 20-25 лет привело к сокращению нерестовых площадей, которое наиболее негативно повлияло на условия размножения рыб в мелководной прибрежной зоне Кизлярского залива. Несмотря на это, естественное воспроизводство сазана, карася и краснопёрки находится на стабильно высоком уровне, так как в нересте участвуют большое количество производителей. По остальным видам – обратная картина. Особенно в депрессивном состоянии оказались в Кизлярском заливе судак, жерех, окунь, линь.

Распределение молоди в Кизлярском заливе крайне неравномерно. Наибольшая концентрация молоди наблюдается в Кочубейской култухине (средняя часть залива), до 15,0 тыс. экз./га. Район между Брянской и Суюткиной Косами в воспроизводстве полупроходных, речных рыб существенной роли не играет, здесь в основном размножаются обыкновенная килька, некоторые виды бычков.

По данным проведенных исследований основными видами, мигрирующими из моря в р. Терек, являются лещ, во́бла, рыбец, сазан, карась, толстолобик, белый амур. Появление леща и во́блы отмечено в конце апреля, рыба – в начале мая, заход и массовый нерест сазана наблюдался в мае и

июне. По результатам наблюдений, условия размножения рыб в многоводные годы в Тереке благоприятны и способствуют формированию высокоурожайных поколений. Большая часть стад полупроходных рыб, мигрирующих на нерест из моря в р. Терек проходит в последующем транзитом в Южный Аграхан, а меньшая нерестится на береговых зарослях с левого и правого берега Терека и сбросного канала из Аграханского залива. При этом в период начала весеннего паводка в р. Терек и установления нерестовых температур, нерестилища дельты реки с середины апреля начинают обводняться и производители леща, во́блы, сазана и других видов рыб, зашедшие на нерест, успевают выметать икру. Наиболее благоприятным для развития молоди является апрель, когда на обширных полях, заливах создаются хорошие условия для питания молоди рыб. В маловодные годы условия для размножения рыб значительно хуже и эффективность воспроизводства рыб бывает существенно ниже.

Основными видами рыб, мигрирующими из моря в р. Сулак, являются во́бла, рыбец, сазан и кутум. На нерестилищах, расположенных в среднем течении реки Сулак встречаются в основном производители сазана, кутума, рыба, судака и во́блы. В устьевой части Сулака в апреле встречается лещ, нерест которого наблюдается в конце месяца. Нерестилища полупроходных рыб расположены также в устьевой части реки Сулак, которые простираются вдоль левобережья аванделлы на 10-12 км с зарослевыми участками, где нерестятся кутум, рыбец, во́бла, лещ, сазан и щука.

По результатам наблюдений, условия размножения рыб в реке Сулак в 2018-2019 годы были стабильными. Учет ската молоди кутума в устьевой части реки Сулак проходил с третьей декады мая до середины июля. В начале ската попадалась молодь

100-150 мг, средняя длина покатной молоди колебалась от 12 до 26 мм, а масса тела колебалась в пределах 40-180 мг. С начала июня вместе с покатной молодью кутума начинает встречаться и покатная молодь рыбца, скат которой продолжается весь июнь. Средняя масса тела молоди рыбца составила

72,4 мг с колебаниями от 7,0 до 160,0 мг при средней длине тела 20 мм. Численность покатной молоди рыбца в реке Сулак, как и на других нерестовых реках в последние годы резко возросла и достигла в 2019 году 580 млн шт.

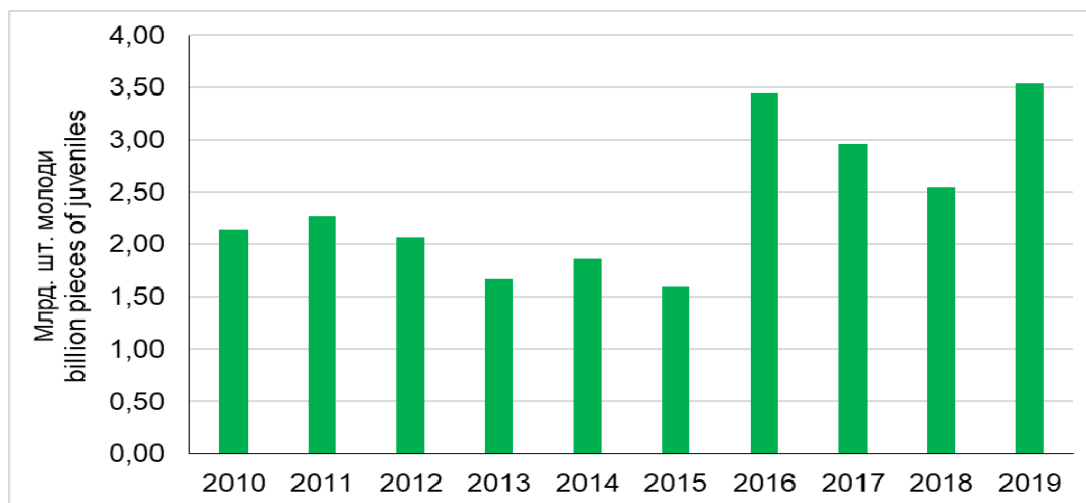


Рисунок 7. Динамика численности молоди сазана в 2010-2019 гг., млрд шт.

Figure 7. Dynamics of number of juvenile carp in 2010-2019, billion units

Наряду с реками, Кизлярским заливом, важнейшую роль в воспроизводстве рыб играют и внутренние водоемы – Аракумские и Нижнетерские НВВ и Южный Аграхан. Урожайность молоди рыб во внутренних водоемах Дагестана в 2018 и 2019 гг. составила,

соответственно, 8,5 и 10,3 млрд шт. при доле 37,9% от общей численности молоди в целом в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне в этот период (табл. 2).

Таблица 2. Доля воспроизводимой молоди в различных нерестовых зонах, %

Table 2. Proportion of reproducible juveniles in various spawning zones, %

Прибрежный район (Кизлярский залив, крайновское побережье) Coastal region (Kizlyar Bay and Krainovskoe coast)	Река Терек и внутренние водоемы Terek River and inland reservoirs	Реки Сулак и Кривая Балка Sulak River and Krivaya Balka
57,3	37,9	4,8

Полный цикл размножения рыб на нерестилищах Аграханского залива и нерестово-выростных водоемах Дагестана, от захода производителей из моря

на нерест до ската их молоди в море, охватывает период около 6 месяцев – с марта до сентября (табл. 3).

Таблица 3. Сроки захода, размножения и ската рыб в море во внутренних водоемах Дагестана

Table 3. Periods of entry, breeding and downstream migration of fish in the sea and inland waters of Dagestan

Виды рыб Kind of fish	Сроки захода производителей Period of entry of breeders	Сроки нереста рыб Period of fish spawning	Сроки ската производителей и их молоди Period of downstream migration of breeders and their juveniles
Кутум / Kutum	28.02-15.03	15.03-20.04	20.04-30.05
Рыбец / Zimba bream	30.04-15.05	15.05-30.05	1.06-20.06
Жерех / Asp	25.03-15.04	29.03-21.04	25.04-30.05
Судак / Zander	28.03-18.04	1.04-30.04	1.05-30.05
Вобла / Roach	8.04-10.05	10.04-7.05	10.05-20.06
Лещ / Bream	15.04-20.05	20.04-30.05	1.06-25.07
Сазан / Carp	28.04-25.05	28.04-10.07	15.07-30.08
Сом / Catfish	23.04-18.05	25.05-20.07	25.07-30.08
Красноперка / Rudd	20.04-20.05	25.05-30.06	1.07-30.08

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что для эффективного воспроизводства генеративно пресноводных рыб требуется наличие следующих основных условий:

- а) достаточный сток пресной воды (в нашем случае из рыбоходов в район обитания рыб (в море) для привлечения производителей на нерестилища;
- б) свободная миграция производителей к местам нереста;
- в) существование достаточных по площади и оптимальными по комплексу внешних условий нерестилищ;
- г) сохранение в нерестовый и посленерестовый периоды стабильного уровня воды на нерестилищах, исключающее гибель отложенной икры, обеспечение постоянной водной связи между нерестилищами в водоемах и морем для обеспечения ската молоди рыб в места их нагула в море.

По расчетным данным, общая численность всей молоди (сеголеток) полупроходных и речных рыб в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне в 2010-2019 гг. сократилась в 1,7 раза относительно уровня 1990-1995 гг. Уменьшение численности молоди рыб происходит под влиянием влияния неблагоприятных факторов среды обитания – снижения уровня моря, сокращения площадей нерестилищ, обмеления и заиливания миграционных путей вследствие отсутствия устойчивого водоснабжения и др.

Снижение воспроизводства рыб привело к тому, что на морские пастбища в последние десятилетия скатывается значительно меньше молоди рыб, в результате чего недоиспользованной остается экологическая емкость (численность молоди, обеспечивающей максимальные уловы), приемная емкость нагульных пастбищ полупроходных и речных видов на дагестанском побережье Каспия и во внутренних водоемах.

Исходные предпосылки, для повышения эффективности воспроизводства рыб заключаются в следующем:

- в устойчивом водоснабжении водоемов из Терека с регулярным удалением иловых наносов;
- в твердом и гарантированном режиме работы водопадающего и рыбоходных каналов, а также создание устойчивого регулируемого гидрологического режима водоемов;
- в проведение ежегодной текущей мелиорации (удаление жесткой водной растительности с последующей уборкой, особенно, в устье водопадающего канала и в начале рыбохода, укрепление валов, ремонт регулирующих сооружений и т.д.) улучшении условий захода производителей из моря в НВВ и обратного ската их молоди в море;
- гарантированном обеспечении рекомендуемых расходов воды в Кубякинском банке для обводнения Северного Аграхана с соответствующей расчисткой банка от иловых наносов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чугунов Н.Л. Биология молоди промысловых рыб Волго-Каспийского района // Тр. Астр. Научной рыбохозяйственной станции. Астрахань. Т. 6. N 4. С. 282.
2. Троицкий С.К. Материалы по оценке состояния запасов азовско-донского леща // Работы Доно-Кубанской рыбохозяйственной станции. 1935. N 3. С. 46-58.
3. Дементьева Т.Ф. Биологический цикл северо-каспийского леща // Труды ВНИРО. 1952. N 21. С. 185-194.
4. Дементьева Т.Ф. Биологическое обоснование промысловых прогнозов. Москва: Пищевая промышленность, 1976. 240 с.
5. Дементьева Т.Ф. Методика оценки относительной численности популяции, формирования промыслового стада и темпа использования его рыболовством // Труды ВНИРО. 1964. N 50. С. 7-38.
6. Бойко Е.Г. Прогнозы запаса и уловов азовского судака // Труды ВНИРО. 1964. Т. 50. С. 45-88.
7. Демин Д.З. Нижне-Терские озера и их рыбохозяйственное значение. Махачкала: Дагест.сельхоз ин-т, 1946. 164 с.
8. Демин Д.З. Полупроходные рыбы дельты р. Терек // Вопросы Ихтиологии. 1962. Т. 2. N 1 (22). С. 90-99.
9. Демин Д.З. Воспроизводство осетровых рыб Каспия в реках Дагестана. Москва: АН СССР, 1963. С. 34-39.
10. Саидов Ю.С. Состояние запасов промысловых рыб Дагестанской АССР и пути их рационального использования. В кн.: Внутрехозяйственное освоение внутренних водоемов СССР, Махачкала, 1963 С. 27-31.
11. Саидов Ю.С. Промысловые рыбы Дагестана, их запасы и промысел // Материалы III Дагестанской научно-технической конференции по охране природы, Махачкала, 1974. С. 38-60.
12. Амирханов М.Н. Размножение осетра в Аграханском заливе // Труды ЦНИОРХ. 1970. N. 2. С. 164-166.
13. Магомедов Г.М. Промысловые рыбы Дагестана, на запасы и промысел. Махачкала: Дагестанское книжное изд-во. 1981. 233 с.
14. Абдусаматов А.С., Карпюк М.И., Абдурахманов Г.М. Современное состояние и эколого – экономические перспективы развития рыбного хозяйства в западном каспийском регионе России / отв. ред. В. Ф. Зайцев. М.: Наука, 2004. 497 с.
15. Коблицкая А.Ф. Изучение нерестилищ пресноводных рыб (методическое пособие). Астрахань, 1963. 64 с.
16. Коблицкая А.Ф. Изучение нереста пресноводных рыб. Москва: Пищевая промышленность, 1966. 109 с.
17. Коблицкая А.Ф. Определитель молоди рыб дельты Волги. Москва: Наука, 1966. 166 с.
18. Коблицкая А.Ф. Определитель молоди рыб дельты Волги. Москва: Наука, 1981. С. 178-188.
19. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). Москва, 1966. 78 с.

20. Хорошко П.П., Власенко А.Д. Характер миграции ранневозрастной молоди севрюги в р. Волге // Труды ЦНИОРХ. 1972. Т. 4. С. 52-58
21. Монастырский Г.Н. Запасы воблы Северного Каспия и методы их оценки // Труды ВНИРО. 1940. Т. 11. С. 115-170.
22. Абдусаматов А.С., Мирзоев М.З. Анализ состояния рыбного хозяйства Аграханского залива и перспективы его возрождения // Международная конференция «Рыбохозяйственная наука на Каспии: задачи и перспективы», Астрахань, 2003. С. 15-19.
23. Бархалов Р.М., Мирзоев М.З., Куниев К.М. Рыбы государственного природного заповедника «Дагестанский». Махачкала: Алеф, 2012. 232 с.

REFERENCES

1. Chugunov N.L. [Biology of young commercial fish of the Volga-Caspian region]. In: Trudy Astrakhanskoi nauchnoi rybokhozyaistvennoi stantsii [Proceedings of the Astrakhan Scientific Fisheries Station]. Astrakhan, vol. 6, no. 4, pp. 282. (In Russian)
2. Troitskiy S.K. [Materials for assessing the state of reserves of the Azov-don bream]. In: *Raboty Dono-Kubanskoi rybokhozyaistvennoi stantsii* [Works of the Dono-Kuban fishing station]. 1935, no. 3, pp. 46-58. (In Russian)
3. Dementieva T.F. Biological cycle of the North Caspian bream. Trudy VNIRO [Trudy VNIRO]. 1952, no. 21, pp. 185-194. (In Russian)
4. Dementieva T.F. *Biologicheskoe obosnovanie promyslovyykh prognozov* [Biological justification of fishing forecasts]. Moscow, Food industry Publ., 1976, 240 p. (In Russian)
5. Dementieva T.F. Methodology for estimating the relative population size, the formation of a commercial herd and the rate of its use by fishing. Trudy VNIRO [Trudy VNIRO]. 1964, no. 50, pp. 7-38. (In Russian)
6. Boyko E.G. Forecasts of the stock and catches of the Azov walleye. Trudy VNIRO [Trudy VNIRO]. 1964, vol. 50, pp. 45-88. (In Russian)
7. Demin D.Z. *Nizhne-Terskie ozera i ikh rybokhozyaistvennoe znachenie* [lower-Terek lakes and their fisheries value]. Makhachkala, DAI Publ., 1946, 164 p. (In Russian)
8. Demin D.Z. Catadromous fish of the Delta of the Terek River. Voprosy Ikhtologii [Questions of Ichthyology]. 1962, vol. 2, no. 1 (22), pp. 90-99. (In Russian)
9. Demin D.Z. *Vosпроизводство осетровых рыб Каспия в рекках Дагестана* [Reproduction of sturgeon fish of the Caspian Sea in the rivers of Dagestan]. Moscow, USSR Academy of Sciences Publ., 1963, pp. 34-39. (In Russian)
10. Saidov Yu.S. [State of commercial fish stocks of the Dagestan ASSR and ways of their rational use]. In: *Vnutrikhozyaistvennoe osvoenie vnutrennikh vodoemov SSSR* [On-farm development of internal reservoirs of the USSR]. Makhachkala, 1963, pp. 27-31. (In Russian)
11. Saidov Yu.S. Promyslovye рыбы Dagestana, ikh zapasy i promysel [Commercial fish of Dagestan, their stocks and fishing]. *Materialy III Dagestanskoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii po okhrane prirody, Makhachkala, 1974* [Materials of the III Dagestan scientific and technical conference on nature protection, Makhachkala, 1974]. Makhachkala, 1974, pp. 38-60. (In Russian)
12. Amirkhanov M.N. Reproduction of sturgeon in the Agrakhan Bay. Trudy TsNIORKh [Trudy TSNIORKH]. 1970, no. 2, pp. 164-166. (In Russian)
13. Magomedov G.M. *Promyslovye рыбы Dagestana, na zapasy i promysel* [Commercial fish of Dagestan, on stocks and fishing]. Makhachkala, Dagestan book Publ., 1981, 233 p. (In Russian)
14. Abdusamadov A.S., Karpuk M.I., Abdurakhmanov G.M. *Sovremennoe sostoyanie i ekologo ekonomicheskoe perspektivy razvitiya rybnoho khozyaistva v zapadnom kaspiskom regione Rossii* [Current state and ecological and economic prospects of fisheries development in the Western Caspian region of Russia]. Moscow, Nauka Publ., 2004, 497 p. (In Russian)
15. Koblitskaya A. F. *Izuchenie nerestilishch presnovodnykh ryb (metodicheskoe posobie)* [Study of freshwater fish spawning grounds (methodological guide)]. Astrakhan, 1963, 64 p. (In Russian)
16. Koblitskaya A.F. *Izuchenie neresta presnovodnykh ryb* [Study of freshwater fish spawning]. Moscow, Food industry Publ., 1966, 109 p. (In Russian)
17. Koblitskaya A.F. *Opredelitel' molodi ryb del'ty Volgi* [Determinant of juvenile fish of the Volga Delta]. Moscow, Nauka Publ., 1966, 166 p. (In Russian)
18. Koblitskaya A. F. *Opredelitel' molodi ryb del'ty Volgi* [Determinant of juvenile fish of the Volga Delta]. Moscow, Nauka Publ., 1981, pp. 178-188. (In Russian)
19. Pravdin I.F. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb (preimushchestvenno presnovodnykh)* [Guide to the study of fish (mainly freshwater)]. Moscow, 1966, 78 p. (In Russian)
20. Khoroshko P.P., Vlasenko A.D. Migration pattern of early aged young Sevryuga in the Volga river. Trudy TsNIORKh [Trudy TSNIORKH]. 1972, vol. 4, pp. 52-58. (In Russian)
21. Monastyrsky G.N. Roach Reserves of the Northern Caspian Sea and methods of their assessment. Trudy VNIRO [Trudy VNIRO]. 1940, vol. 11, pp. 115-170. (In Russian)
22. Abdusamadov A.S., Mirzoev M.Z. Analiz sostoyaniya rybnoho khozyaistva Agrakhanskogo zaliva i perspektivy ego vrozozhdeniya [Analysis of the state of fisheries in the Agrakhan Bay and prospects for its revival]. *Mezhdunarodnaya konferentsiya «Rybkhozyaistvennaya nauka na Kaspии: zadachi i perspektivy», Astrakhan', 2003* [International conference "Fisheries science in the Caspian sea: challenges and prospects", Astrakhan, 2003]. Astrakhan, 2003, pp. 15-19. (In Russian)
23. Barkhalov R.M., Mirzoev M.Z., Kuniev K.M. *Ryby gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika «Dagestanskiy»* [Fish of the state nature reserve "Dagestan"]. Makhachkala, Alef Publ., 2012, 232 p. (In Russian)

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Эльдар А. Ахмаев и Аминат К. Бутаева собрали и обработали ихтиологический материал, провели определение видов, подготовили графический материал. Ахма С. Абдусамадов, Александр А. Латунов, Тимур А. Абдусамадов, Сакинат А. Гусейнова проанализировали данные, написали рукопись. Все авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата или других неэтических проблем.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Eldar A. Akhmayev and Aminat K. Butaeva collected and processed ichthyological material, conducted species identification and prepared graphic material (tables and graphs). Akhma S. Abdusamadov, Aleksandr A. Latunov, Timur A. Abdusamadov, Sakinat A. Guseinova analysed the data and wrote the manuscript. All authors are equally responsible for plagiarism and self-plagiarism and other ethical transgressions.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Ахма С. Абдусамадов / Akhma S. Abdusamadov <https://orcid.org/0000-0002-6234-1092>

Эльдар А. Ахмаев / Eldar A. Akhmayev <https://orcid.org/0000-0002-3386-1160>

Александр А. Латунов / Aleksandr A. Latunov <https://orcid.org/0000-0001-7640-6769>

Тимур А. Абдусамадов / Timur A. Abdusamadov <https://orcid.org/0000-0001-5609-4534>

Аминат К. Бутаева / Aminat K. Butaeva <https://orcid.org/0000-0002-0821-3962>

Сакинат А. Гусейнова / Sakinat A. Guseinova <https://orcid.org/0000-0001-5634-2737>

Оригинальная статья / Original article
УДК 631.82:628.169.7:628.381
DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-43-52

Использование илового осадка сточных вод при возделывании сафлора красильного на светло-каштановых почвах Волгоградской области

Алина С. Межевова

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения
Российской академии наук, Волгоград, Россия

Контактное лицо

Алина С. Межевова, научный сотрудник лаборатории исследования агролесоландшафтов и адаптивных систем земледелия, «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»; 400062 Россия, г. Волгоград, пр. Университетский, 97. Тел. +79610681107
Email asmezhheva@mail.ru
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4579-7047>

Формат цитирования

Межевова А.С. Использование илового осадка сточных вод при возделывании сафлора красильного на светло-каштановых почвах Волгоградской области // Юг России: экология, развитие. 2020. Т.15, N 3. С. 43-52. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-43-52

Получена 11 января 2020 г.
Прошла рецензирование 6 марта 2020 г.
Принята 20 апреля 2020 г.

Резюме

Цель. Цель исследований заключалась в изучении различных способов основной обработки почвы и возможности применения илового осадка бытовых сточных вод, направленное на сохранение почвенного плодородия и повышение урожайности культуры.

Материал и методика. Объектом исследований был сорт сафлора Александрит. Варианты опыта закладывали в 4-кратной повторности. Закладка опыта, проведение наблюдений и учетов выполнялись в соответствии с методикой полевых опытов Б.А. Доспехова.

Результаты. В засушливых условиях Волгоградской области на светло-каштановых солонцеватых почвах проведены полевые исследования по изучению различных способов основной обработки почвы и возможности использования в качестве удобрения илового осадка сточных бытовых вод. Проведена оценка аминокислотного состава семян сафлора, представлены данные по изучению микробиологической активности почвы и влиянию нетрадиционных удобрений на увеличение активности почвенной биоты. Определена урожайность сафлора красильного в зависимости от изучаемых факторов и дана экономическая оценка возделывания данной культуры.

Заключение. Для поддержания плодородия слабогумусированных почв в зоне засушливого климата, повышения уровня содержания аминокислот в растениях, увеличения биологической активности почвы, а также урожайности сафлора красильного требуются современные ресурсосберегающие технологии обработки почвы и нетрадиционные удобрения. Основа предложенных технических решений, базирующаяся на использовании в качестве основной обработки почвы чизельного рабочего органа Ранчо и внесении нетрадиционных удобрений-мелиорантов, обеспечивает восстановление структуры почвенных агрегатов, интенсификацию процесса гумусообразования, повышение микробиологической активности почвы, и как следствие, увеличение урожайности возделываемой культуры.

Ключевые слова

Сафлор, урожайность, иловый осадок, основная обработка почвы, микробиологическая активность.

Wastewater silt sludge application in the case of *Carthamus tinctorius* cultivation on light chestnut soils of the Volgograd Region, Russia

Alina S. Mezheva

Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation, Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia

Principal contact

Alina S. Mezheva, Researcher, Laboratory of the Study of Agroforestry and Adaptive Farming Systems, Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation, Russian Academy of Sciences; 97 Universitetskii Prospekt, Volgograd, Russia 400062.

Tel. +79610681107

Email asmezheva@mail.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4579-7047>

How to cite this article

Mezheva A.S. Wastewater silt sludge application in the case of *Carthamus tinctorius* cultivation on light chestnut soils of the Volgograd Region, Russia. *South of Russia: ecology, development*. 2020, vol. 15, no. 3, pp. 43-52. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-43-52

Received 11 January 2020

Revised 6 March 2020

Accepted 20 April 2020

Abstract

Aim. The aim of research was to study various methods of basic soil cultivation and a domestic wastewater silt sludge application which could possibly be directed to soil fertility saving and increase in crop yields.

Materials and Methods. The object of research was a safflower variety called Alexandrite. Experimental variants were carried out according to a 4-fold repetition. Experiment installation, observations and accounting were carried out in accordance with the field experiment methodology named after B.A. Dospehov.

Results. Field research was undertaken in order to study the various methods of a basic tillage and a domestic wastewater silt sludge application possibility under arid conditions of the Volgograd region on light chestnut solonetz soils. The amino acid composition of safflower (*Carthamus tinctorius*) seeds has been estimated. The data from the study of soil microbiological activity and the effect of non-traditional fertilizers on the increase in the activity of soil biota are presented. The crop yields and economic evaluation of the *Carthamus tinctorius* cultivation were determined.

Conclusion. Modern resource-saving soil cultivation technologies and non-traditional fertilizers are required to: maintain the fertility of slightly humus soils in this arid climate zone, increase amino acids levels in plants, increase soil biological activity, as well to increase safflower crop yields. The proposed technical solutions, employing Rancho chisel tillage with as the basic tillage together with the introduction of non-traditional fertilizers-meliorants, provides structural restoration of soil aggregates, intensification of the humus formation process, increase in soil microbiological activity and - as a result - an increase in the yield of the cultivated *Carthamus tinctorius* crop.

Key Words

Safflower, crop yields, silt sludge, basic tillage, microbiological activity.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях засушливого земледелия Нижнего Поволжья, а также резко меняющегося климата возникает необходимость выращивания стрессоустойчивых культур. В последнее время, наряду с традиционными масличными культурами, широкое распространение получил сафлор красильный.

Родиной сафлора (*Carthamus tinctorius* L.) считают Эфиопию и Афганистан. Его ценные потребительские и полезные свойства были хорошо известны в Древнем Египте еще в XVI веке до н.э., где им красили ткани, а цветы имели культовое применение.

Сафлор имеет очень широкое применение, его используют как красящую, масличную, техническую, лекарственную, кормовую, медоносную и декоративную культуру [1-3], а также за счет своих фитомелиоративных свойств он может использоваться для воспроизводства почвенного плодородия [4; 5].

В связи со значительным сокращением использования минеральных удобрений и их дороговизной возникает необходимость перехода на органические удобрения.

В качестве органического удобрения предлагается использовать переработанные иловые осадки сточных бытовых вод в качестве удобрения-мелиоранта после их биологической очистки. Известны многочисленные публикации по использованию иловых осадков в качестве удобрений, их свойства и особенности отражены в таких работах, как [6-9]. Опыт использования нетрадиционных удобрений на основе иловых осадков сточных вод при возделывании сельскохозяйственных культур представлен в работах [10-12].

В Волгоградской области данные по использованию иловых осадков в качестве удобрения при возделывании сафлора красильного представлены впервые. В связи с этим цель исследований заключалась в изучении различных способов основной обработки почвы и возможности применения илового осадка бытовых сточных вод, направленное на сохранение почвенного плодородия и повышение урожайности культуры.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследования проводили на базе ФНЦ агроэкологии РАН в период с 2016 по 2018 гг. Схема опыта приведена ниже (табл. 1).

Таблица 1. Схема опыта**Table 1.** Experimental schema

Фактор А (основная обработка почвы) Factor A (basic tillage)	Фактор В (доза внесения илового осадка) Factor B (Dose of silt sludge introduction)
Отвальная обработка плугом ПН-4-35 на глубину 0,20-0,22 м (контроль) Moldboard tillage with PN-4-35 plow at a depth of 0.20-0.22 m (control)	Без внесения илового осадка (контроль) Without silt sludge introduction (control)
Дисковая обработка БДТ-3 на глубину 0,12-0,14 м Disk tillage with HDH-3 at a depth of 0.12-0.14 m	Доза внесения 5 т/га Dose of silt sludge introduction 5 t/ha
Чизельная обработка рабочим органом Ранчо на глубину 0,37-0,40 м с оборотом пласта 0,12-0,15 м Chisel tillage with Rancho at a depth of 0.37-0.40 m with topsoil turnover 0.12-0.15 m	Доза внесения 10 т/га Dose of silt sludge introduction 10 t/ha

В опытах использовали сорт сафлора Александрит. Варианты опыта закладывали в 4-кратной повторности. Схема опыта построена по методу расщепленных делянок. Площадь делянок первого порядка – 240 м². Длина 20 м, ширина 12 м. Площадь делянок второго порядка – 80 м². Длина 20 м, ширина 4 м.

1. Дозы внесения илового осадка определялись в соответствии с расчетной формулой допустимых доз внесения илового осадка в качестве удобрения под сельскохозяйственные культуры (ГОСТ Р 17.4.3.07 – 2001) [13].

2. Учет урожая проводили поделяночно методом прямого комбайнирования «Сампо»-500.

3. Биологическую активность почвы определяли с помощью льяных полотен методом «аппликаций».

4. По методике М-04-38-2009 (ГОСТ Р 55569-2013) [14] определяли массовую долю аминокислот: аргинина (Arg), лизина (Lys), тирозина (Tyr), фенилаланина (Phe), гистидина (His), лейцина и изолейцина (Leu

+ Ile) (суммарно), метионина (Met), валина (Val), пролина (Pro), серина (Ser), аланина (Ala), глицина (Gly) и триптофана (Trp) в семенах. При выполнении измерений применялась система капиллярного электрофореза «КАПЕЛЬ-105 М», имеющая специальную кассету для анализа аминокислот.

5. Математическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа [15].

6. Согласно предлагаемой технологии возделывания сафлора [16] иловый осадок вносили на поверхность поля в виде мульчирующего слоя в различных дозировках (0, 5, 10 т/га). Основную обработку почвы проводили осенью, варианты обработок приведены в схеме опыта.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Микробиологическая активность почвы – наиважнейший показатель уровня плодородия почвы. Существенный фактор, определяющий микробиологическую активность почвы – внесение удобрений.

Удобрения оказывают положительное влияние на развитие микроорганизмов в почве и на их биологическую активность. Сама почва является в значительной мере продуктом жизнедеятельности микроорганизмов. Не может быть сомнений и относительно огромного значения микробиологической активности почвы для питания произрастающих на этой почве растений. Большая часть свободных аминокислот высвобождается в почвенный раствор после деполимеризации белков и пептидов органического вещества почвы. Кроме того, источниками свободных аминокислот являются клетки микробов и грибов, ткани животных, выделения микроорганизмов и растений [17]. Интенсивность деполимеризации белков и образования свободных аминокислот сильно зависит от активности микроорганизмов [18]. Внесение удобрений, как известно [19],

сильно влияет на жизнедеятельность микроорганизмов, что может повлиять и на концентрацию свободных аминокислот в почвах. Аминокислоты необходимы для нормального прохождения метаболизма растений, поскольку являются строительным материалом для белков растения и способны синтезировать все необходимые для них аминокислоты. Однако, в период интенсивного роста или при негативном влиянии стрессовых факторов, поступление аминокислот извне позволяет растению ускорить метаболические процессы, не тратя при этом дополнительную энергию на собственный синтез.

В опытах была проведена оценка аминокислотного состава семян сафлора, выращенных на светло-каштановой почве без внесения удобрений (табл. 2).

Таблица 2. Показатели аминокислотного состава семян сафлора

Table 2. Parameters of amino acid composition of safflower seeds

Наименование показателя Parameters	Аргинин Arginine	Лизин Lysine	Тирозин Tyrosine	Фенилаланин Phenylalanine	Гистидин Histidine	Лейцин + Изолейцин Leucine + Isoleucine	Метионин Methionine	Валин Valine	Пролин Proline	Треонин Threonine	Серин Serine	Аланин Alanine	Глицин Glycine	Триптофан Tryptophan
Значение, мг % Value, mg %	129	128	146	192	91	649	165	230	463	158	257	351	189	237

Белки, извлекаемые из семян масличных растений таких, как сафлор – это практически запасные белки. Количество белков других типов и небелковых азотсодержащих соединений в семенах масличных растений сравнительно мало, поэтому биологическая ценность белка, получаемого из семян, зависит от аминокислотного состава белков. В результате исследований установлено, что в состав белка семян сафлора входит 7 незаменимых аминокислот (лизин, фенилаланин, гистидин, лейцин, изолейцин, метионин, валин, триптофан), которые помогают организму исправно выполнять все свои функции. Однако, уровень содержания лизина, метионина, лейцина, изолейцина, фенилаланина ниже оптимального. Эти исследования свидетельствуют о том, что белок сафлора лучше сочетать с соответствующими добавками для повышения его питательной ценности. Повысить уровень содержания аминокислот в растениях, а также микробиологическую активность почвы можно при помощи внесения различных удобрений-мелиорантов. При ограниченных возможностях традиционной регуляции продукционных процессов в агробиоценозах, из-за дороговизны минеральных удобрений, поливной воды и прочего, повышение активности почвенной биоты и потенциальной урожайности сельскохозяйственных культур возможно за счет избыточных техногенных ресурсов – хозяйственно-бытовых стоков.

Из-за недостаточной изученности технологии переработки осадков сточных вод в Российской Федерации, их использование составляет всего лишь 10%. В Волгограде разработан и внедрен новый ферментно-

кавитационный метод переработки иловых осадков сточных бытовых вод [20]. Полученный в результате очистки иловый осадок имеет ряд принципиальных отличий от сточных вод, полученных в результате классической очистки методом анаэробного сбраживания. Глубоко переработанный осадок по ферментно-кавитационному методу обладает сорбционными (адсорбционными) и ионообменными свойствами, вследствие скопления микроорганизмов в активном иле и при внесении в почву такого илового осадка происходит аккумуляция воздуха и влаги из атмосферы в верхний наиболее плодородный слой почвы.

Использованный осадок сточных вод был получен с очистных сооружений г. Волжский. Имеется протокол испытания, выданный ФГБУ «ЦАС Волгоградский». Физико-химические показатели илового осадка представлены в таблице 3.

Физико-химические свойства иловых осадков зависят от режимов обработки на очистных сооружениях и от сроков хранения на иловых картах. Согласно ГОСТ Р 54651-2011 [21] массовая доля влаги не должна превышать 70%, поскольку при влажности 70% и более осадок представляет собой жидкую массу – по существу не пригодную для использования в качестве органического удобрения. Результаты наших испытаний свидетельствуют о том, что переработанный и высушенный осадок сточных вод пригоден для использования в качестве удобрения-мелиоранта. Массовая доля органического вещества составила 32%, что полностью соответствует требованиям вышеуказанного ГОСТа. В иловом осадке фиксируется наличие общих

форм азота (3,3%), фосфора (4,27%) и калия (0,31%), которые легко доступны корням растений и почвенной биоте. В целом, проведенные исследования позволяют сделать вывод, что использованный иловый осадок соответствует техническим требованиям ГОСТа Р

54651-2011 по токсикологическим и агрохимическим показателям и относится к удобрениям I группы, а значит пригоден для выращивания сельскохозяйственных культур.

Таблица 3. Физико-химические показатели илового осадка

Table 3. Physico-chemical parameters of silt sludge

Контролируемые показатели Controlled parameters	Единицы измерения Units of measures	Значения по НТД Values from STA	Результаты испытаний Results of experiment
Массовая доля влаги Mass fraction of moisture	%	Не более 70 no more than 70	11,00
Массовая доля питательных веществ на абсолютно сухое вещество: Mass fraction of nutrients per absolutely dry substance:			
Общий азот Total nitrogen	%	>0,5	3,3
Аммиачный азот Ammoniacal nitrogen	%	Не норм. not standardised	0,19
Реакция среды pH солевой Reaction of medium pH salt	%	5,0-8,5	6,6
Общий фосфор Total phosphorus	%	>1,5	4,27
Общий калий Total potassium	%	Не норм. not standardised	0,31
Массовая доля органического вещества в пересчете на С Mass fraction of organic substances in terms of C	%	Не менее 30 no more than 30	32,0
Массовая доля хлора на абсолютно сухое вещество Mass fraction of chlorine in completely dry matter	мг/кг mg/kg	Не норм. not standardised	345,0

Для оценки деятельности почвенной биоты используют биологическую активность почвы. Активность почвенной микрофлоры зависит от поступления и наличия в почве органических веществ, источником поступления которых в наших исследованиях является иловый осадок сточных вод, используемый в качестве удобрения-мелиоранта.

Исследования микробиологической активности проводили в активные фазы роста сафлора красильного. По результатам исследований было выявлено, что способ основной обработки почвы и различные дозы внесения илового осадка по-разному влияли на микробиологические процессы в почве (табл. 4)

Проведенные исследования показали, что применение дисковой мелкой обработки почвы БДТ-3, а также классической отвальной обработки плугом ПН-4-35 приводило к падению активности микроорганизмов. Как известно, классическая отвальная обработка приводит к образованию «плужной подошвы», которая в свою очередь препятствует развитию корневой системы растений и приводит к потере органического вещества. Однако, применение глубокой чизельной обработки почвы ресурсосберегающим рабочим органом Ранчо дополнительно способствует активации микроорганизмов, так как при глубокой вспашке заделывается значительная часть растительных остатков в глубь почвы, где происходит их разложение. Графическая интерпретация биологической активности представлена на рисунке 1.

В ходе проведенных исследований было выявлено, что самый высокий показатель микробиологической активности почвы зафиксирован в фазу 5-6 листьев по всем вариантам опыта. Внесение илового осадка в качестве удобрения в дозе 5 т/га приводило к увеличению биологической активности по способам обработки почвы (ПН-4-35, БДТ-3, Ранчо) от 344 до 357 мкг амин. / г полотна соответственно вариантам. Вариант с внесением илового осадка в максимальной дозе (10 т/га) оказался предпочтительным и способствовал увеличению биологической активности от 356 до 372 мкг амин. / г полотна в зависимости от способа основной обработки почвы. На участке без внесения илового осадка зафиксированы самые низкие показатели – 338 мкг амин. / г полотна на фоне применения отвальной вспашки плугом ПН-4-35, 333 мкг амин. / г полотна на фоне дисковой обработки БДТ-3, 348 мкг амин. / г полотна на фоне чизельной обработки рабочим органом Ранчо. К фазе полной спелости биологическая активность снижалась по всем вариантам опыта, что напрямую связано с иссушением почвы, но тенденция положительного влияния от внесения нетрадиционных удобрений в различных дозах в сочетании с глубокой обработкой почвы сохранялась.

Эффективность технологических операций, использованных при возделывании сафлора красильного, определяются его урожайностью (табл. 5).

Урожайность сафлора красильного зависела от ряда таких факторов, как погодные условия в период

проведения исследований, способа основной обработки почвы, а также внесения в разных дозах иловых осадков сточных вод. Наибольшая урожайность сафлора наблюдалась в 2016 году по всем вариантам опыта, что связано коренным образом с погодными условиями. Количество выпавших осадков за период вегетации составило 331,6 мм (ГТК=1,22) и превысило среднеклиматические нормы для зоны Нижнего По-

волжья. В 2017 году ГТК составил – 0,94 (сумма осадков за вегетацию – 243,0 мм), в связи с чем, в целом, отмечалось снижение урожая сафлора красильного в сравнении с 2016 годом по всем вариантам опыта. Самым неблагоприятным оказался 2018 год, где ГТК составил 0,48 (сумма осадков за вегетацию – 142,1 мм), в связи с этим отмечена самая низкая урожайность возделываемой культуры.

Таблица 4. Биологическая активность почвы в посевах сафлора в слое 0-0,3 м (среднее за 2016-2018 гг.), мкг амин./г полотна

Table 4. Biological activity of the soil in safflower sowing within a layer of 0-0.3 m (average for 2016-2018), µg amine/g of bed

ПН-4-35 PN-4-35 plow				БДТ-3 HDH-3				Ранчо Rancho			
5-6 листьев 5-6 leaves	Образование корзинок Formation of capitulum	Налив семян Seeds formed	Полная спелость Full ripeness	5-6 листьев 5-6 leaves	Образование корзинок Formation of capitulum	Налив семян Seeds formed	Полная спелость Full ripeness	5-6 листьев 5-6 leaves	Образование корзинок Formation of capitulum	Налив семян Seeds formed	Полная спелость Full ripeness
Без внесения илового осадка / Without silt sludge introduction											
338	297	256	190	333	289	251	185	348	306	265	200
Доза внесения илового осадка 5 т/га / Dose of silt sludge introduction 5 t/ha											
348	316	271	205	344	311	267	199	357	318	280	212
Доза внесения илового осадка 10 т/га / Dose of silt sludge introduction 10 t/ha											
364	328	283	220	356	321	275	211	372	335	292	230
HCP ₀₅ A / LSD ₀₅ A								1,1899			
HCP ₀₅ B / LSD ₀₅ B								1,1899			
HCP ₀₅ AB / LSD ₀₅ AB								1,3739			

Примечание: HCP – наименьшая существенная разница
Notes: LSD – least significant difference

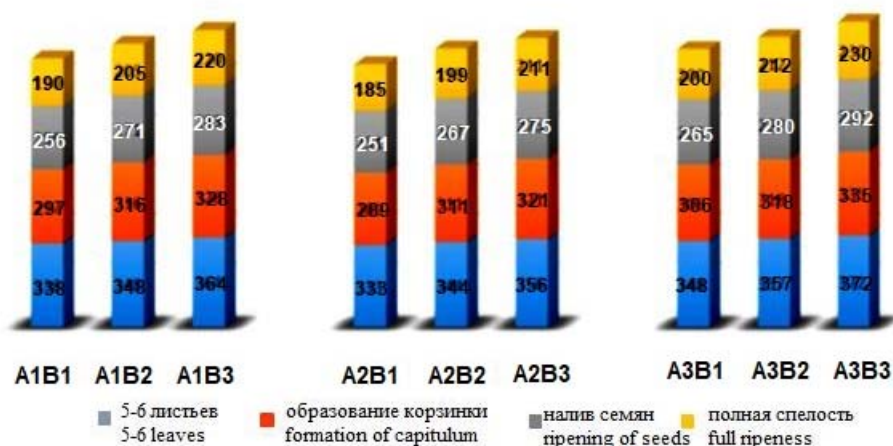


Рисунок 1. Биологическая активность почвы в посевах сафлора красильного по фазам роста и развития в слое 0-0,3 м (среднее за 2016-2018 гг.), мкг амин./г полотна

Примечание: A1 – отвальная обработка плугом ПН-4-35 (контроль); A2 – дисковая обработка БДТ-3; A3 – чизельная обработка рабочим органом Ранчо; B1 – без внесения илового осадка (контроль); B2 – внесение илового осадка (доза 5 т/га); B3 – внесение илового осадка (доза 10 т/га)

Figure 1. Biological activity of the soil in safflower sowing by phases of growth and development in layer of 0-0.3 m (average for 2016-2018), µg amine./g of bed

Notes: A1 – Moldboard tillage with PN-4-35 plow (control); A2 – Disk tillage with HDH-3; A3 – Chisel tillage with Rancho; B1 – Without silt sludge introduction (control); B2 – silt sludge introduction (5 t/ha); B3 – silt sludge introduction (10 t/ha)

Таблица 5. Урожайность сафлора красильного (среднее за 2016-2018 гг.), т/га
Table 5. *Carthamus tinctorius* crop yields (average for 2016-2018), t/ha

Годы исследований Years of researches	Доза внесения илового осадка, т/га Dose of silt sludge introduction, t/ha	Урожайность, т/га Crop yields, t/ha		
		Основная обработка почвы Basic tillage		
		ПН-4-35 PN-4-35 plow	БДТ-3 BDH-3	Ранчо Rancho
2016	0	1,27	1,21	1,37
	5	1,37	1,30	1,47
	10	1,44	1,36	1,56
2017	0	1,23	1,16	1,29
	5	1,35	1,22	1,41
	10	1,41	1,29	1,50
2018	0	1,18	1,10	1,26
	5	1,29	1,17	1,37
	10	1,34	1,23	1,46
Среднее Average	0	1,23	1,16	1,31
	5	1,34	1,23	1,42
	10	1,40	1,29	1,51
HCP₀₅ A / LSD₀₅ A		0,0089		
HCP₀₅ B / LSD₀₅ B		0,0089		
HCP₀₅ AB / LSD₀₅ AB		0,0103		

Примечание: HCP – наименьшая существенная разница
 Notes: LSD – least significant difference

Данные таблицы показывают, что в среднем за 2016-2018 гг. на варианте с дисковой обработкой БДТ-3 урожайность сафлора была ниже, чем на варианте с отвальной вспашкой ПН-4-35 и существенно ниже, чем на варианте с чизельной обработкой при соизмеримых дозах внесения илового осадка. На варианте классической обработки плугом без внесения удобрения-мелиоранта урожай сафлора составил – 1,23 т/га, что выше в сравнении с вариантом дисковой обработки на 0,07 т/га, но ниже в сравнении с вариантом применения чизельной обработки на 0,08 т/га. Получение более высокой урожайности сафлора красильного стало возможно за счет применения в различных дозировках илового осадка. На участке с внесением удобрения-мелиоранта в дозе 5 т/га урожай сафлора составил от 1,23 до 1,42 т/га в зависимости от способа основной обработки почвы. Внесение удобрения в дозе 10 т/га позволило получить самую высокую урожайность от 1,29 до 1,51 т/га соответственно вариантам.

Наибольшая прибавка урожая сафлора отмечена на варианте с чизельной обработкой почвы. Рассматривая урожайность, полученную на этом варианте при различных дозах внесения илового осадка относительно контрольного варианта без внесения удобрения-мелиоранта можно констатировать, что предлагаемая нами технология в условиях засушливого климата существенно влияет на продуктивность сафлора, а прибавка по годам исследования составила от 4,8-23,7%. Таким образом, внесение нетрадиционного удобрения на основе осадков сточных вод коренным образом влияло на

повышение урожая возделываемой в опыте культуры. Это объясняется тем, что переработанный иловый осадок оказывает комплексное воздействие на почву, улучшает ее водно-физические, агрохимические и физико-химические свойства, увеличивает активность почвенной биоты и содержание гумуса – одного из главных показателей плодородия почвы.

Экономическая эффективность сельскохозяйственного производства означает в самом общем виде результативность производственного процесса, соотношение между достигнутыми результатами и затратами труда, отражающими, в свою очередь, степень совершенства производственных ресурсов и эффективность их использования. Экономическая эффективность возделывания сафлора красильного в зависимости от изучаемых факторов представлена в таблице 6.

Расчет экономической эффективности показывает, что увеличение рентабельности достигалось за счет внесения илового осадка в различных дозировках. При дозе внесения 5 т/га – на 6,62 % на варианте отвальной вспашки ПН-4-35, на 3,03% на варианте дисковой обработки БДТ-3, на 6,41% на варианте чизельной обработки. При внесении илового осадка в дозе 10 т/га – на 8,25; 4,92; 10,57% соответственно вариантам.

Предлагаемая нами технология возделывания сафлора красильного, основанная на внесении удобрения-мелиоранта в дозе 10 т/га и использовании глубокой чизельной обработки почвы позволяет достичь самой высокой рентабельности – 41,13%.

Таблица 6. Экономическая эффективность возделывания сафлора красильного**Table 6.** Economic efficiency of *Carthamus tinctorius* cultivation

Показатели Parameters	Варианты / Experimental variants								
	0 т/га 0 t/ha			5 т/га 5 t/ha			10 т/га 10 t/ha		
	ПН-4-35 PN-4-35 plow	БДТ-3 BDH-3	Ранчо Rancho	ПН-4-35 PN-4-35 plow	БДТ-3 BDH-3	Ранчо Rancho	ПН-4-35 PN-4-35 plow	БДТ-3 BDH-3	Ранчо Rancho
Урожайность, т/га Crop yields, t/ha	1,23	1,16	1,31	1,34	1,23	1,42	1,40	1,29	1,51
Затраты, руб. Costs, rub.	12240	11920	12040	12640	12320	12440	13040	12720	12840
Цена реализации, руб./т Selling price, rub./t	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000
Себестоимость, руб./т Net cost, rub./t	9951	10276	9191	9433	10016	8761	9314	9860	8503
Чистый доход, руб. на: Net income, rub. on:									
1 т / 1 t	2049	1724	2809	2567	1984	3239	2686	2140	3497
1 га / 1 ha	2520	2000	3680	3440	2440	4599	3760	2761	5280
Рентабельность, % Profitability, %	20,59	16,78	30,56	27,21	19,81	36,97	28,84	21,70	41,13

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учитывая современные стратегии развития сельского хозяйства, основанные на химизации, весьма актуально внедрение экологических технологий с применением органоминеральных удобрений, полученных в результате биологической очистки сточных бытовых вод с целью дальнейшего их использования для поддержания плодородия почвы и повышения качества продукции.

Проведенные исследования физико-химических показателей удобрения-мелиоранта позволяют сделать вывод, что переработанный иловый осадок полностью соответствует требованиям ГОСТа по использованию органических удобрений на основе осадков сточных вод и может использоваться при возделывании сельскохозяйственных культур.

Анализ аминокислотного состава семян сафлора показывает, что количество аминокислот в растениях ниже оптимального, а значит целесообразно вносить различные удобрения и мелиоранты, в частности, иловый осадок сточных вод, который обладает высокой удобрительной ценностью.

Микробиологическая активность почвы – важнейший показатель уровня плодородия почвы. Полученные данные свидетельствуют, что на участке без внесения илового осадка уровень биологической активности существенно снижался по всем фоновым обработкам почвы. Внесение в почву удобрения-мелиоранта в дозах 5 и 10 т/га оказало положительное влияние на активность микроорганизмов, причем с увеличением дозы до 10 т/га увеличивалась и микробиологическая активность почвы: до 364 мкг амин./г полотна на фоне отвальной обработки плугом ПН-4-35; до 336 мкг амин./г полотна на фоне дисковой обработки БДТ-3; до 372 мкг амин./г полотна на фоне чизельной обработки рабочим органом Ранчо.

Проведенный сравнительный анализ данных по урожайности сафлора красильного дает возможность сделать вывод, что прирост урожая отмечался на вариантах участка, где использовался иловый осадок сточных вод. В среднем за годы исследований урожай сафлора составил: при дозе внесения илового осадка 5 т/га – 1,34 т/га на фоне обработки ПН-4-35; 1,23 т/га на фоне обработки БДТ-3; 1,42 т/га на фоне обработки Ранчо. При дозе внесения удобрения-мелиоранта 10 т/га сформировалась самая высокая урожайность: 1,40 т/га при отвальной обработке; 1,29 т/га при дисковой обработке; 1,51 т/га при чизельной.

Таким образом, для повышения уровня содержания аминокислот в растениях, увеличения микробиологической активности почвы, а также урожайности и рентабельности сафлора красильного рекомендуется вносить иловый осадок сточных вод в качестве удобрения-мелиоранта в дозе 10 т/га на фоне применения глубокой чизельной обработки почвы рабочим органом Ранчо.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает признательность директору ФНЦ агроэкологии РАН Беляеву Александру Ивановичу, а также заместителю директора по науке Пугачевой Анне Михайловне за оказанную помощь в публикации настоящей статьи.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author is grateful to Alexander Belyaev, Director, Federal Research Centre for Agroecology, Russian Academy of Sciences and Anna Mikhailovna Pugacheva, Deputy Director for Science, for their assistance in the publication of this article.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Балакшина В.И., Кулешов А.М. Особенности возделывания сафлора красильного в условиях Волгоградской области // Научно-агрономический журнал. 2016. N 2 (99). С. 43-45.
2. Иваненко Е.Н., Поляничко О.Ф. Перспективные образцы сафлора для использования в кормовых целях // Научно-технический бюллетень ВИР. 1993. Вып. 232. С. 34-40.
3. Dajue L., Mündel H. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) // Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben. International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 83 p.
4. Jabeen N., Ahmad R. The activity of antioxidant enzymes in response to salt stress in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) and sunflower (*Helianthus annuus* L.) seedlings raised from seed treated with chitosan // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2013. V. 93. Iss 7. P. 1699-1705. DOI: 10.1002/jsfa.5953
5. Esfahani M.A., Javanmard H., Golparvar A. Assessment of growth physiological indices, seed and oil yield of two spring safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars under different tillage methods in Isfahan province of Iran // Research on Crops. 2016. V. 17. Iss 2. P. 244-247. DOI: 10.5958/2348-7542.2016.00042.5
6. Аргунов А.Б., Ватуева О.Б., Веселов В.М., Саломатина Н.А., Пильгун В.А. Некоторые свойства и особенности осадков сточных вод // Агрохимический вестник. 2013. N 4. С. 39-43.
7. Беляева С.Д. Управление осадками сточных вод – важная экологическая проблема // Водоснабжение и санитарная техника. 2007. N 1. С. 5-9.
8. Байбеков Р.Ф., Мёрзлая Г.Е., Власова О.А., Налиухин А.Н. Изучение удобрений на основе осадков сточных вод // Агрохимический вестник. 2013. N 6. С. 28-30.
9. Пындак В.И., Новиков А.Е., Межевова А.С. Адсорбционные свойства удобрений на основе осадков сточных вод // Теоретические и прикладные проблемы АПК. 2016. N 4. С. 61-64.
10. Межевова А.С. Нетрадиционные природные и техногенные удобрения-мелиоранты и их возможности // Вестник аграрной науки Дона. 2016. N 4 (36). С. 78-83.
11. Бородычев В.В., Межевова А.С. Нетрадиционные удобрения-мелиоранты в сочетании с глубокой обработкой почвы при возделывании сафлора красильного // Научно-практический журнал Дагестанского аграрного университета имени М.М. Джамбулатова. 2017. N 4 (32). С. 30-33.
12. Овчинников А.С., Пындак В.И. Развитие учения об агротехнической мелиорации земель // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. 2014. N 3. С. 158-168.
13. ГОСТ 17.4.3.07-2001. Охрана природы (ССОП). Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений. М.: Стандартинформ, 2001. 8 с.
14. ГОСТ 55569-2013. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение протеиногенных аминокислот методом капиллярного электрофореза. М.: Стандартинформ, 2013. 15 с.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
16. Новиков А.Е., Межевова А.С. Способ возделывания сафлора в сухом земледелии аридных регионов. Патент РФ, N 2646056, 2018.
17. Jämtgård S., Näsholm T., Huss-Danell K. Nitrogen compounds in soil solutions of agricultural land // Soil Biology and Biochemistry. 2010. V. 42. Iss. 12. P. 2325-2330. DOI: 10.1016/j.soilbio.2010.09.011
18. Cao X., Ma Q., Wu L., Zhu L., Jin Q. Effects of ammonium application rate on uptake of soil adsorbed amino acids by rice // Journal of Zhejiang University Science B. 2016. V. 17. Iss 4. P. 294-302. DOI: 10.1631/jzus.B1500203
19. Иванайская Н.С. Влияние минеральных удобрений и предшественников на численность микроорганизмов в почве под зернобобовыми смесями // Достижения науки и техники АПК. 2009. N 3. С. 17-18.
20. Пындак В.И., Степкина Ю.А., Степкин А.А. Обоснование ферментно-кавитационного метода переработки хозяйственно-бытовых стоков с получением удобрений-мелиорантов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2013. N 3 (31). С. 183-189.
21. ГОСТ 54651-2011. Удобрения органические на основе осадков сточных вод. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2012. 18 с.

REFERENCES

1. Balakshina V.I., Kuleshov A.M. Features of cultivation of *Carthamus Tinctorius* under conditions of the Volgograd region. Nauchno-agronomicheskii zhurnal [Scientific-agronomic journal]. 2016, vol. 2, pp. 43-45. (In Russian)
2. Ivanenko E.N., Polyanchko O.F. Promising samples of safflower used for fodder purposes. Nauchno-tekhnikeskii byulleten' VIR [Scientific and technical Bulletin of VIR]. 1993, vol. 232, pp. 34-40. (In Russian)
3. Dajue L., Mündel H. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) // Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Institute of plant genetics and crop plant research, gatersleben. International plant genetic resources institute, 1996. 83 P.
4. Jabeen N., Ahmad R. The activity of antioxidant enzymes in response to salt stress in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) and sunflower (*Helianthus annuus* L.) seedlings raised from seed treated with chitosan. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2013, vol. 93, iss 7, pp. 1699-1705. DOI: 10.1002/jsfa.5953
5. Esfahani M.A., Javanmard H., Golparvar A. Assessment of growth physiological indices, seed and oil yield of two spring safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars under different tillage methods in Isfahan province of Iran. *Research on Crops*, 2016, vol. 17, no. 2, pp. 244-247. DOI: 10.5958/2348-7542.2016.00042.5
6. Argunov A.B., Vatuева O.B., Veselov V.M., Salomatina N.A., Pilgun V.A. Some peculiarities and characteristics of wastewater sediments as fertilizers. *Agrochemical Bulletin*. 2013. N 6. P. 28-30.

- tics of sewage sludge. *Agrokhimicheskii vestnik* [Agrochemical Herald]. 2013, no. 4, pp. 39-43. (In Russian)
7. Belyaeva S.D. Management of wastewater sludge as the most important environmental problem. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika* [Water Supply and Sanitary Techniqu]. 2007, no. 1, pp. 5-9. (In Russian)
8. Baybekov R.F., Merzlaya G.E., Vlasova O.A., Naliukhin A.N. Research of fertilizers based on sewage sludge. *Agrokhimicheskii vestnik* [Agrochemical Herald]. 2013, no. 6, pp. 28-30. (In Russian)
9. Pyndak V.I., Novikov A.E., Mezheva A.S. Adsorptive properties of fertilizers based on sewage sludge. *Teoreticheskie i prikladnye problemy APK* [Theoretical and Applied Problems of Agro-industry]. 2016, no. 4, pp. 61-64. (In Russian)
10. Mezheva A.S. Alternative natural and technogenic fertilizers as the ameliorants and their possibilities. *Vestnik agrarnoi nauki Dona* [Don agrarian science bulletin]. 2016, no. 4, pp. 78-83. (In Russian)
11. Borodychev V.V., Mezheva A.S. Alternative fertilizers-ameliorants in combination with a deep soil processing in case of *Carthamus tinctorius* cultivation. *Nauchno-prakticheskii zhurnal Dagestanskogo agrarnogo universiteta imeni M.M. Dzhambulatova* [Scientific and practical journal of Dagestan agrarian University named after M.M. Dzhambulatov]. 2017, no. 4, pp. 30-33. (In Russian)
12. Ovchinnikov A.S., Pyndak V.I. Development of the doctrine about agrarian technical land reclamation. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education]. 2014, no. 3, pp. 158-168. (In Russian)
13. GOST 17.4.3.07-2001. Nature protection (SSOP). Soils. Requirements to the properties of wastewater sludge in case of using them as fertilizers. Moscow, Standartinform Publ., 2001, 8 p. (In Russian)
14. GOST 55569-2013. Feed, combined feed, combined feed raw materials. Determination of protein-forming amino acids by capillary electrophoresis. Moscow, Standartinform Publ., 2013, 15 p. (In Russian)
15. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985, 351 p. (In Russian)
16. Novikov A.E., Mezheva A.S. *Sposob vozdel'yvaniya saflora v suhom zemledelii aridnykh regionov* [The method of cultivation of safflower under dry land cultivation in arid regions]. Patent RF, no. 2646056, 2018.
17. Jämtgård S., Näsholm T., Huss-Danell K. Nitrogen compounds in soil solutions of agricultural land. *Soil Biology and Biochemistry*, 2010, vol. 42, iss. 12, pp. 2325-2330. DOI: 10.1016/j.soilbio.2010.09.011
18. Cao X., Ma Q., Wu L., Zhu L., Jin Q. Effects of ammonium application rate on uptake of soil adsorbed amino acids by rice. *Journal of Zhejiang University Science B*, 2016, vol. 17, iss 4, pp. 294-302. DOI: 10.1631/jzus.B1500203
19. Ivanayskaya N.S. Influence of mineral fertilizers and its predecessors on the number of microorganisms in the soil under leguminous mixtures. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AICis]. 2009, no. 3, pp. 17-18. (In Russian)
20. Pyndak V.I., Stepkina Yu.A., Stepkin, A.A. Substantiation of the enzyme-cavitation method for processing domestic wastewater to obtain fertilizers-meliorants. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee profesional'noe obrazovanie* [Proceedings of nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education]. 2013, no. 3, pp. 183-189. (In Russian)
21. GOST 54651-2011. Organic fertilizers based on sewage sludge. Echnical conditions. Moscow, Standartinform Publ., 2012, 18 p. (In Russian)

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Алина С. Межева собрала материал, обработала и проанализировала данные, провела обзор литературных источников, написала статью. Автор несет ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата или других неэтических проблем.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Alina S. Mezheva collected the research material, processed and analysed the data, reviewed the literature and wrote the article. The author is responsible for plagiarism and self-plagiarism and other ethical transgressions.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The author declare no conflict of interest.

ORCID

Алина С. Межева / Alina S. Mezheva <https://orcid.org/0000-0002-4579-7047>

Оригинальная статья / Original article

УДК 911(332.1)

DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-53-65

Пространственная оценка социально-экономического каркаса степных регионов России

Александр А. Чибилёв (мл.), Дмитрий С. Мелешкин, Дмитрий В. Григорьевский

Институт степи ОФИЦ УрО РАН, Оренбург, Россия

Контактное лицо

Александр А. Чибилёв (мл.), кандидат экономических наук, заведующий отделом социально-экономической географии, Институт степи ОФИЦ УрО РАН; 460000 Россия, г. Оренбург, ул. Пионерская 11. Тел. +79058191646

Email economgeo-is@mail.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1109-6231>

Формат цитирования

Чибилёв А.А. (мл.), Мелешкин Д.С., Григорьевский Д.В. Пространственная оценка социально-экономического каркаса степных регионов России // Юг России: экология, развитие. 2020. Т.15, N 3. С. 53-65. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-53-65

Получена 14 апреля 2020 г.

Прошла рецензирование 11 мая 2020 г.

Принята 29 июля 2020 г.

Резюме

Цель. Пространственная оценка социально-экономического каркаса степных регионов России. Для достижения цели представлена характеристика плотности социально-экономического каркаса и степень развития его городов-ядер.

Материал и методы. Предложена методика оценки уровня развития социально-экономического каркаса на основе сопряжённого анализа 6 показателей индекса плотности социально-экономического каркаса и 9 показателей индекса развития городов-ядер социально-экономического каркаса по 18 степным регионам России.

Результаты. Построена картосхема, отображающая пространственное распределение исследуемых индексов. Выявлен ряд особенностей урбанизационных процессов в регионах степной зоны России. В восточной части формирование мегаполисов затруднено, развитию агломерационных процессов препятствует значительная удаленность друг от друга крупных городов-ядер. Высокоурбанизированные территории в результате опережающего развития формируются в западной части рассматриваемого мезорегиона. В этой связи, наблюдаются диспропорции между юго-западными и восточными регионами по индексу плотности социально-экономического каркаса, максимальные значения (4 и более) зафиксированы в Белгородской области, Краснодарском крае, Республике Адыгея и Республике Крым, минимальные (менее 2,5) – в приграничных и отдаленных регионах (Алтайский край, Новосибирская, Омская, Курганская, Оренбургская области и Республика Калмыкия).

Заключение. Развитие социально-экономического каркаса исследуемого мезорегиона является зеркальным отражением пространственной организации хозяйства и населения степной зоны России. Это подтверждается высокой силой связи индекса развития городов-ядер социально-экономического каркаса и величины валового регионального продукта региона. По шкале Чеддока коэффициент корреляции между соответствующими показателями составляет 0,94.

Ключевые слова

Социально-экономический каркас, города-ядра, население, степные регионы России, урбанизация, мезорегион, валовый региональный продукт (ВРП).

Spatial assessment of the socio-economic framework of the Russian steppe regions

Alexander A. Chibilyov (Jr), Dmitriy S. Meleshkin and Dmitriy V. Grigorevsky

Institute of Steppe, Urals Branch, Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

Principal contact

Alexander A. Chibilyov (Jr), Candidate of Economy Sciences, Head, Department of Socio-economic Geography, Institute of Steppe, Urals Branch, Russian Academy of Sciences; 11 Pionreskaya St, Orenburg, Russia 460000.

Tel. +79058191646

Email economgeo-is@mail.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1109-6231>

How to cite this article

Chibilyov A.A. (Jr), Meleshkin D.S., Grigorevsky D.V. Spatial assessment of the socio-economic framework of the Russian steppe regions. *South of Russia: ecology, development*. 2020, vol. 15, no. 3, pp. 53-65. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-53-65

Received 14 April 2020

Revised 11 May 2020

Accepted 29 June 2020

Abstract

Aim. The goal of the study is a spatial assessment of the socio-economic framework in the steppe regions of Russia. Characteristics of the density of the socio-ecological framework and the degree of development of its core cities were represented to achieve the goal.

Material and Methods. A methodology is proposed for assessing the level of development of the socio-economic framework based on the conjugate analysis of 6 indicators of the density index of the socio-economic framework and 9 indicators of the developmental index of the core cities of the socio-economic framework for 18 steppe regions of Russia.

Results. A schematic map representing the spatial distribution of the indices studied was produced. A range of urbanisation process features in the regions of the steppe zone of Russia was revealed. In the eastern part, the formation of megalopoli is difficult and the development of agglomeration processes is hampered by the considerable distance from each other of large core cities. Highly urbanised territories might be formed in the western part of the region studied in the course of advanced development. In this connection, disproportions in density indices of the socio-economic framework between the southwest and east regions are noted. Maximum values (4 and more) are recorded in the Belgorod Oblast, Krasnodar Territory, the Republic of Adygea and the Republic of Crimea and minimum (less than 2.5) in border and remote regions (Altai Territory, Novosibirsk, Omsk, Kurgan, Orenburg Oblasts and the Republic of Kalmykia).

Conclusion. The development of the socio-economic framework in the mezoregion studied is a mirror reflection of the spatial arrangement of economy and population in the steppe zone of Russia. It is confirmed by a close relation between the development index of core cities in the socio-economic framework and the value of gross regional product. According to the Chaddock scale, the coefficient of correlation between appropriate indicators is 0.94.

Key Words

Socio-economic framework, core cities, population, steppe regions of Russia, urbanization, mesoregion, gross regional product (GRP).

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших направлений приложения усилий государственной политики Российской Федерации на региональном уровне является обеспечение устойчивого социально-экономического развития субъектов. Сегодня существуют несколько сценариев реализации желаемого облика пространственной организации степной зоны: от сценария поляризованного роста до сценария расселения крупных городов и мегаполисов.

В основе сценария поляризованного роста лежит утверждение, что экономический рост территории базируется на росте наиболее крупных городов и агломераций, которые в свою очередь обладают конкурентными преимуществами в рамках региональной экономики. Оптимизация пространственного распределения населения и производства в этом случае достигается путём его сжатия вокруг основных очагов экономического роста [1].

Сторонники концепции расселения крупных городов и мегаполисов во избежание генетической деградации, признавая город в роли сильнейшего мутагенного фактора, настаивают на необходимости реализации процессов рурализации. По этому сценарию территориальное планирование должно базироваться на комплексном подходе с акцентом на развитие малых городов и сельских территорий. Оба этих полярных по сути сценария, как и промежуточные между ними варианты пространственного развития, применительно к степной зоне предполагают формирование новой каркасной структуры территориальной организации исследуемой территории. В связи с этим, проведение оценки современного состояния социально-экономического каркаса степных регионов России представляется актуальным исследованием. Под социально-экономическим каркасом мы понимаем сочетание городов и магистралей, которые определяют основные параметры регионального социально-экономического развития [2; 3]. При этом ядрами такого каркаса являются города с численностью населения более 100 тысяч человек.

В процессе интенсивного развития хозяйственной деятельности человека формируется опорный или социально-экономический каркас (СЭК) расселения и производства, являющийся основой территориальной структуры народного хозяйства. Основоположителем идеи опорного каркаса территории в отечественной экономической и социальной географии является Баранский Н.Н. В исследовании «Об экономико-географическом изучении городов» [4] он сформулировал основное положение об экономическом каркасе территорий. В дальнейшем идеи опорного каркаса развивал Маергойз И.М. [5], изложивший концепцию территориальной структуры хозяйства и расселения состоящую из трех неразрывных форм, где ключевым звеном является опорный каркас. Каркасный подход также нашел отражение в работах Лаппо Г.М. [6; 7], который в своей концепции предложил основные типы

опорного каркаса, а также отметил, что он соединяет все составные части территориальной структуры хозяйства. Теоретические представления о социально-экономическом каркасе в той или иной степени изложены в трудах Поляна П.М. [8-10] и Трейвиша А.И. [11; 12], где опорный каркас выделяется как форма генерализации территориальной структуры. В их трудах рассматривается опорный каркас расселения как полимасштабное единство узловых и линейных элементов, в плане расселения они концентрируются на урбанистических формах.

Целью исследования является пространственная оценка социально-экономического каркаса степных регионов России на основе сопряжённого анализа интегральных индексов, характеризующих плотность социально-экономического каркаса и показателей развития его городов-ядер.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве информационной базы в исследовании использовались основные социально-экономические показатели субъектов РФ в 2018 году из открытых данных Федеральной службы государственной статистики [13] и социально-экономические характеристики административных центров регионов и городов с численностью населения свыше 100 тысяч жителей [14].

Расчет интегральных индексов основывается на данных, характеризующихся размерностью. Чтобы добиться сопоставимости показателей, представленных различными единицами измерения, была применена формула их нормирования в интервале от 0 до 1, где 1 соответствует максимальному значению соответствующего показателя среди рассматриваемых регионов:

$$x_{ij}^{\text{норм}} = \frac{x_{ij}}{\max_j x_{ij}}, \dots (1.1)$$

где $x_{ij}^{\text{норм}}$ – нормированное значение j -го показателя, которым обладает i -й регион-субъект, $\max_j x_{ij}$ – максимальное значение j -го показателя среди исследуемых субъектов РФ.

Интегральный индекс плотности социально-экономического каркаса рассчитан (I_p) как сумма нормированных индексов основных социально-экономических показателей степных регионов России (табл. 1):

$$I_p = \sum_{i=1}^6 I_i^{\text{норм}}, \dots (1.2)$$

где $I_i^{\text{норм}}$ – нормированное значение i -го показателя по региону: 1) – плотности населения; 2) – доли городского населения; 3) – доли площади территории региона, занятой под застройку и дороги; 4) – плотности автомобильных дорог общего пользования; 5) – количества городов в субъекте; 6) – доля

крупных (более 100 тыс. жителей) городов в общем количестве городов субъекта (табл. 2).

По каждому из 18 субъектов исследуемой территории были рассчитаны интегральные показатели социально-экономических характеристик крупных городов (городов-ядер):

$$P_j = \sum_{c=1}^k x_j, \dots (1.3)$$

где x_j – значение j -го показателя социально-экономического развития c -го крупного города в субъекте, а k – количество городов-ядер в субъекте.

По городам: x_1 – численность населения; x_2 – среднегодовая численность работников организаций; x_3 – среднемесячная номинальная заработная плата; x_4 – инвестиции в основной капитал; x_5 – наличие основных фондов организаций; x_6 – число предприятий и организаций; x_7 – объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам экономической деятельности (ВЭД) в промышленном производстве; x_8 – объем работ, выполненных по ВЭД «Строительство»; x_9 – оборот розничной торговли (табл. 3).

Таблица 1. Индексы плотности социально-экономического каркаса степных регионов России

Table 1. Density indexes of the social-economic framework in the steppe regions of Russia

Субъекты РФ Subjects of RF	$I_1^{норм}$ $I_1^{погн}$	$I_2^{норм}$ $I_2^{погн}$	$I_3^{норм}$ $I_3^{погн}$	$I_4^{норм}$ $I_4^{погн}$	$I_5^{норм}$ $I_5^{погн}$	$I_6^{норм}$ $I_6^{погн}$	I_p
Белгородская область Belgorod Region	0,76	0,82	0,78	1,00	0,37	0,36	4,1
Воронежская область Voronezh Region	0,60	0,82	0,72	0,49	0,50	0,13	3,3
Республика Адыгея Republic of Adygea	0,78	0,57	0,84	0,78	0,07	1,00	4,0
Республика Калмыкия Republic of Kalmykia	0,05	0,55	0,20	0,07	0,10	0,67	1,6
Краснодарский край Krasnodar Territory	1,00	0,67	0,86	0,65	0,87	0,31	4,4
Волгоградская область Volgograd Region	0,30	0,93	0,40	0,20	0,63	0,32	2,8
Ростовская область Rostov Region	0,56	0,82	0,60	0,36	0,77	0,61	3,7
Ставропольский край Stavropol Territory	0,56	0,71	0,64	0,37	0,63	0,53	3,4
Республика Башкортостан Republic of Bashkortostan	0,38	0,75	0,45	0,42	0,70	0,48	3,2
Оренбургская область Orenburg Region	0,21	0,73	0,45	0,23	0,40	0,33	2,4
Самарская область Samara Region	0,79	0,96	0,70	0,45	0,37	0,73	4,0
Саратовская область Saratov Region	0,32	0,92	0,42	0,23	0,60	0,33	2,8
Курганская область Kurgan Region	0,16	0,75	0,32	0,18	0,30	0,22	1,9
Челябинская область Chelyabinsk Region	0,52	1,00	0,52	0,33	1,00	0,33	3,7
Алтайский край Altai Territory	0,19	0,69	0,32	0,29	0,40	0,50	2,4
Новосибирская область Novosibirsk Region	0,21	0,96	0,25	0,15	0,47	0,29	2,3
Омская область Omsk Region	0,18	0,88	0,28	0,14	0,20	0,33	2,0
Республика Крым Republic of Crimea	0,98	0,62	1,00	0,68	0,53	0,38	4,2

Таблица 2. Характеристика плотности социально-экономического каркаса степных регионов России [13]
Table 2. Characteristics of density of the socio-economic framework in the steppe regions of Russia [13]

Субъекты РФ Subjects of the Russian Federation	Площадь (тыс. км²) Square (thousand km²)	Численность населения, (млн чел.) Population number, (million people)	Плотность населения (чел./км²) Population density (people/km²)	Доля городского населения (%) Portion of urban population (%)	Доля территории занятой под застройку и дороги (%) Portion of the area occupied by building and roads (%)	Плотность автомобильных дорог (км на 1000 км²) Density of public motorways (km at 1000 km²)	Города по численности населения (тыс. человек): Cities according to population number (thousand people):										Доля городов-адап (%) Portion of cities-nucleus (%)	
							Муниципальные образования Municipal units		Городские и сельские поселения Urban districts		Городские округа Urban districts		Города по численности населения (тыс. человек): Cities according to population number (thousand people):		Города по численности населения (тыс. человек): Cities according to population number (thousand people):			
							Муниципальные образования Municipal units	Городские и сельские поселения Urban districts	Городские округа Urban districts	Города по численности населения (тыс. человек): Cities according to population number (thousand people):	Города по численности населения (тыс. человек): Cities according to population number (thousand people):	Города по численности населения (тыс. человек): Cities according to population number (thousand people):	Города по численности населения (тыс. человек): Cities according to population number (thousand people):					
Белгородская область Belgorod Region	27,1	1,55	57,1	67,5	4,8	731,0	13	212	9	190	-	-	11	2	1	8	2	18,2
Воронежская область Voronezh Region	52,2	2,33	44,7	67,8	4,4	359,0	31	479	3	445	1	-	15	3	11	1	6,7	
Республика Адыгея Republic of Adygea	7,8	0,45	58,3	47,1	5,1	571,0	7	60	2	51	-	-	2	1	-	1	1	50,0
Республика Калмыкия Republic of Kalmykia	74,7	0,27	3,6	45,6	1,2	49,0	13	127	1	113	-	-	3	1	-	2	1	33,3
Краснодарский край Krasnodar Territory	75,5	5,65	74,8	55,2	5,3	472,0	37	426	7	382	-	1	26	3	11	11	4	15,4
Волгоградская область Volgograd Region	112,9	2,51	22,2	77,1	2,5	146,0	32	475	6	437	1	-	19	2	1	15	3	15,8
Ростовская область Rostov Region	101,0	4,20	41,6	68,1	3,7	264,0	43	463	12	408	1	-	23	6	4	12	7	30,4
Ставропольский край Stavropol Territory	66,2	2,80	42,2	58,6	3,9	272,0	16	201	17	168	-	-	19	5	4	10	5	26,3
Республика Башкортостан Republic of Bashkortostan	142,9	4,05	28,3	62,2	2,7	306,0	54	895	9	832	1	-	21	4	7	9	5	23,8
Оренбургская область	123,7	1,96	15,9	60,3	2,7	167,0	487	487	12	12	12	12	12	12	12	12	2	16,7

ecodag.elpub.ru/ugro/issue/current

Таблица 3. Характеристика городов-ядер социально-экономического каркаса степных регионов России [14]

Table 3. Characteristics of cities-nucleus of the social-economical framework in the steppe regions of Russia [14]

Города-ядра социально- экономического каркаса Core cities of the social-economical framework	Численность населения (тыс. чел) Population number (thousand people)	Среднегодовая численность работников организаций (тыс. чел) Average annual number of workers in organizations (thousand people)	Среднемесячная номинальная заработная плата работников организаций (тыс. руб.) Average monthly nominal salary of workers in organizations (thousand rubles)	Инвестиции в основной капитал (млрд руб.) Investments in basic capital (billion rubles)	Основные фонды (млрд руб.) Basic assets (billion rubles)	Число предприятий и организаций (на конец года, тыс. шт.) Number of enterprises and organizations (at the end of a year, thousand units)	Промышленное производство (объём отгруженных товаров, млрд руб.) Industrial production (a bulk of shipped goods, (billion rubles)	Объём работ по ВЭД «Строительство» (млрд руб.) Volume of works on EA Construction (billion rubles)	Оборот розничной торговли (млрд руб.) Nominal retail turnover (billion rubles)
Белгород Belgorod	391,6	107,2	33,6	18,7	371,7	20,9	95,5	6,2	39,6
Старый Оскол Sary Oskol	224,1	64,7	34,0	**	166,8	7,2	212,7	3,0	19,1
Воронеж Voronezh	1048	260,7	35,2	90,6	881,7	43,9	190,3	18,9	103,9
Майкоп* Maykop*	142,0	37,2	27,4	4,1	72,6	3,7	14,2	0,9	9,1
Элиста Elista	103,1	28,4	26,6	3,0	58,5	2,7	2,6	0,6	4,6
Краснодар* Krasnodar*	990,2	291,2	42,0	121,1	2380,6	63,4	372,4	35,2	190,9
Сочи* Sochi*	507,4	94,9	39,0	43,2	1008,8	21,2	22,9	8,7	62,3
Новороссийск* Novorossiysk*	334,5	71,3	41,6	35,9	546,1	8,6	49,1	14,4	36,5
Армавир* Armavir*	209,2	33,1	26,4	2,2	24,8	3,6	23,3	5,1	11,7
Волгоград* Volgograd*	1013	243,4	33,7	93,1	1113,2	27,5	561,9	21,2	116,2
Волжский* Volzhsky*	325,2	59,3	31,4	17,8	175,7	6,0	161,0	1,5	24,7
Камышин* Kamyshin*	111,1	20,3	24,2	0,7	16,4	1,2	10,8	0,2	6,6
Ростов-на-Дону Rostov-on-Don	1130	273,2	40,6	147,3	1273,7	45,4	316,6	92,3	119,6
Таганрог Taganrog	249,9	58,8	30,8	6,3	80,3	6,6	75,4	4,3	17,0
Шахты Shakhti	233,8	31,9	26,7	2,8	39,9	3,2	23,4	2,2	11,1
Волгодонск Volgodonsk	171,7	37,6	35,3	22,3	199,8	3,0	74,9	15,3	10,3
Новочеркасск Novocherkassk	168,0	36,7	29,7	3,3	74,1	3,9	62,7	1,9	10,5
Батайск Bataysk	126,7	20,2	30,6	1,1	10,9	2,1	4,1	5,3	7,7
Новошахтинск Novoshakhtinsk	108,4	12,8	22,5	0,8	7,1	0,6	5,1	0,7	3,6
Ставрополь* Stavropol*	434,1	115,9	33,3	16,2	614,4	18,1	44,4	5,0	41,6
Пятигорск* Pyatigorsk*	213,8	38,8	31,8	1,9	72,2	4,9	20,1	0,3	14,4
Кисловодск* Kislovodsk*	136,4	16,3	28,9	3,7	32,0	2,0	4,6	0,5	3,0

Невинномысск Nevinnomyssk	117,4	24,0	34,8	10,2	90,8	1,9	95,7	2,7	6,3
Ессентуки Essentuki	108,7	16,6	28,6	1,0	16,2	1,8	2,5	0,5	4,9
Уфа* Ufa*	1131	313,3	42,3	102,7	1425,8	47,2	745,5	27,9	145,7
Стерлитамак Sterlitamak	279,6	55,7	31,4	5,1	69,5	3,7	98,4	3,2	19,3
Салават Salavat	152,4	41,6	38,7	16,7	179,5	1,9	210,0	6,1	9,1
Нефтекамск* Neftekamsk*	139,3	30,8	31,3	2,5	22,4	2,0	37,8	1,6	8,2
Октябрьский Oktyabrsky	113,8	26,0	32,8	2,2	17,8	1,7	26,4	1,5	4,8
Оренбург* Orenburg*	579,8	165,6	36,5	56,8	1047,9	18,9	212,1	8,8	60,2
Орск* Orsk*	233,2	45,4	26,9	21,5	84,7	4,0	40,9	1,0	11,0
Самара* Samara*	1163	354,1	39,3	84,0	1578,8	59,3	317,2	26,0	148,2
Тольятти* Tol'yatti*	707,4	160,8	33,4	23,2	495,4	28,0	453,5	2,3	67,1
Сызрань* Syzran*	172,0	42,9	27,8	6,1	58,9	2,6	43,6	7,0	11,1
Новокуйбышевск Novokuybyshevsk	104,3	30,3	37,3	13,2	93,4	2 592	52,0	1,3	6,4
Саратов Saratov	843,5	230,5	32,5	45,1	1011,4	27,0	171,1	7,3	87,1
Энгельс Engels	226,2	50,5	26,9	6,8	43,2	4,4	64,1	2,4	17,3
Балаково Balakovo	189,8	35,2	25,8	6,6	72,4	3,2	29,0	1,8	9,7
Курган Kurgan	318,0	93,7	31,2	8,5	265,2	8,3	82,5	2,1	32,0
Челябинск Chelyabinsk	1202,4	330,7	38,2	52,7	872,7	62,0	14,0	8,8	135,4
Магнитогорск Magnitogorsk	416,5	117,5	40,8	49,9	351,6	9,5	482,5	20,8	27,9
Златоуст* Zlatoust*	169,0	29,0	26,7	1,2	33,0	2,9	14,2	0,1	7,0
Миасс* Miass*	167,1	40,2	32,3	3,1	46,9	4,4	51,2	0,4	9,7
Копейск* Kopeysk*	150,3	23,7	31,4	1,2	22,8	1,7	20,9	**	6,8
Барнаул* Barnaul*	696,4	158,3	31,0	19,9	352,6	33,2	94,8	4,3	73,8
Бийск* Biysk*	211,6	42,7	24,6	3,9	38,8	5,2	42,1	1,9	14,3
Рубцовск Rybtsovsk	144,1	26,9	23,7	2,4	18,0	1,8	17,5	0,7	6,2
Новосибирск Novosibirsk	1612,8	402,4	41,9	66,1	1063,9	150,8	289,0	10,6	196,1
Бердск Berdsk	103,6	15,1	31,4	1,2	12,4	6,4	14,0	0,2	4,5
Омск Omsk	1172,0	289,2	35,6	59,8	676,0	37,4	770,7	16,7	111,5
Симферополь* Simferopol*	362,3	108,7	33,8	40,6	380,2	13,4	28,4	32,1	38,3
Керчь Kerch	150,6	22,7	28,8	48,3	369,7	1,6	10,1	10,6	4,4
Евпатория* Evpatoriya*	120,4	20,5	24,1	1,3	11,5	1,8	1,3	0,5	3,2

Примечание: * – по городскому округу; ** – данные не рассчитываются

Note: * – by urban district; ** – data not calculated

Интегральный индекс развития городов-ядер социально-экономического каркаса региона (I_n), представляет собой сумму нормированных индексов, социально-экономических характеристик его крупных городов (табл. 4):

$$I_n = \sum_{j=1}^9 P_j^{\text{норм}}, \dots (1.4)$$

Задача исследования состоит в оценке пространственного распределения индексов I_p и I_n на рассматриваемой территории.

Таблица 4. Индексы развития городов-ядер социально-экономического каркаса степных регионов России
Table 4. Indexes of development of core cities of the socio-economic framework in the steppe regions of Russia

Субъекты РФ Subjects of RF	$P_1^{\text{норм}}$ $P_1^{\text{плот}}$	$P_2^{\text{норм}}$ $P_2^{\text{плот}}$	$P_3^{\text{норм}}$ $P_3^{\text{плот}}$	$P_4^{\text{норм}}$ $P_4^{\text{плот}}$	$P_5^{\text{норм}}$ $P_5^{\text{плот}}$	$P_6^{\text{норм}}$ $P_6^{\text{плот}}$	$P_7^{\text{норм}}$ $P_7^{\text{плот}}$	$P_8^{\text{норм}}$ $P_8^{\text{плот}}$	$P_9^{\text{норм}}$ $P_9^{\text{плот}}$	I_n
Белгородская область Belgorod Region	0,28	0,29	0,31	0,09	0,14	0,18	0,28	0,08	0,19	1,8
Воронежская область Voronezh Region	0,48	0,44	0,16	0,45	0,22	0,28	0,17	0,15	0,34	2,7
Республика Адыгея Republic of Adygea	0,06	0,06	0,13	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,4
Республика Калмыкия Republic of Kalmykia	0,05	0,05	0,12	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,02	0,3
Краснодарский край Krasnodar Territory	0,93	0,83	0,69	1,00	1,00	0,62	0,42	0,52	1,00	7,0
Волгоградская область Volgograd Region	0,66	0,55	0,41	0,55	0,33	0,22	0,66	0,19	0,49	4,1
Ростовская область Rostov Region	1,00	0,80	1,00	0,18	0,43	0,41	0,50	1,00	0,60	5,9
Ставропольский край Stavropol Territory	0,46	0,36	0,73	0,16	0,21	0,18	0,15	0,07	0,23	2,6
Республика Башкортостан Republic of Bashkortostan	0,83	0,79	0,82	0,64	0,43	0,36	1,00	0,33	0,62	5,8
Оренбургская область Orenburg Region	0,37	0,36	0,29	0,39	0,29	0,15	0,23	0,08	0,24	2,4
Самарская область Samara Region	0,98	1,00	0,64	0,63	0,56	0,59	0,77	0,30	0,77	6,2
Саратовская область Saratov Region	0,58	0,54	0,39	0,29	0,28	0,22	0,24	0,09	0,38	3,0
Курганская область Kurgan Region	0,15	0,16	0,14	0,04	0,07	0,05	0,07	0,02	0,11	0,8
Челябинская область Chelyabinsk Region	0,96	0,92	0,78	0,53	0,34	0,51	0,52	0,25	0,62	5,4
Алтайский край Altai Territory	0,48	0,39	0,37	0,13	0,10	0,26	0,14	0,06	0,31	2,2
Новосибирская область Novosibirsk Region	0,78	0,71	0,34	0,33	0,27	1,00	0,27	0,09	0,67	4,5
Омская область Omsk Region	0,54	0,49	0,16	0,30	0,17	0,24	0,69	0,14	0,37	3,1
Республика Крым Republic of Crimea	0,29	0,26	0,40	0,45	0,19	0,11	0,04	0,35	0,15	2,2

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Предлагаемая методика изучения развития социально-экономического каркаса регионов апробирована на степных регионах России в целях полимасштабных исследований данного мезорегиона, и раскрытия диспропорций и закономерностей в регионах с различными природно-климатическими условиями, но так или иначе находящимися в одной природной зоне. В настоящем исследовании в качестве основных показателей выделены численность, плотность и доля городского населения. Максимальным значением среди полученных индексов плотности социально-экономического каркаса регионов обладает Краснодарский край. Основу его СЭК составляют 26 городов (из которых

большинство (85%) составляют города с численностью менее 100 тыс. человек), в которых проживают более 3 млн человек, что больше чем среднее количество населения (2,3 млн чел.) в исследуемых регионах. Наблюдаются диспропорции между юго-западными и восточными регионами: в Белгородской области, Краснодарском крае, Республике Адыгея и Республике Крым значения I_p больше 4, значения I_p менее 2,5 – в основном в приграничных (с такими же слабо населенными субъектами Республики Казахстан) и отдаленных регионах (Алтайский край, Новосибирская, Омская, Курганская, Оренбургская области и Республика Калмыкия). Исключение – Челябинская область, в которой максимальные показатели количества городов (30)

и, соответственно, доли городского населения (82,7%), что находит свое объяснение в хозяйственной ориентации региона на предприятия металлургической и машиностроительной промышленности (и, следовательно, развитию вокруг них преимущественно моногородов) и на большом количестве закрытых административно-территориальных образований.

Как и значение I_p в Краснодарском крае наблюдается максимальное значение $I_n = 7,0$. Основной вклад в такие высокие значения вносят показатели инвестиций в основной капитал (16% от инвестиций во всех городах-ядрах), объема основных фондов (20%) и оборота розничной торговли (14%). Максимальный показатель объемов отгруженных товаров собственного производства, влияющий на высокий показатель I_n наблюдается в Республике Башкортостан – 1118,1 млрд руб., 16% от объема отгруженных товаров всех городов-ядер исследуемого региона.

Отдельно стоит отметить Республику Калмыкия, I_p и I_n в которой минимальны, 1,6 и 0,3 соответственно. В этом регионе самые низкие численность населения (272,6 тыс. чел.), плотность населения (3,6 чел./км²), доля городского населения (45,6%), доля территории, занятой под застройку и дороги (1,2%), плотность автомобильных дорог (49 км на 1000 км²); в единственном городе-ядре (Элиста) минимальные численность населения (103,1 тыс. чел.), численность работников организаций (28,4 тыс. чел.), среднемесячная заработная плата (26,6 тыс. руб.), инвестиции в основной капитал (3 млрд руб.), объемы отгруженных товаров (2,6 млрд руб.), объемы работ по ВЭД «Строительство» (0,6 млрд руб.).

На основе проведенных расчетов интегральных индексов и статистических данных построена обобщающая картосхема (рис. 1), демонстрирующая пространственные диспропорции развития социально-экономического каркаса степных регионов России. Выявлено своеобразное «цепное» распределение городского населения: без учета очевидных точек концентрации населения в региональных центрах, наблюдается повышенная плотность в городах, находящихся диаметрально противоположно (Ростов-на-Дону 3238,7 тыс. чел./км² и Новосибирск 3166,6 тыс. чел./км²). На равном удалении от них располагается Челябинская область, регион с максимальной долей городского населения (82,7%). Таким образом, наблюдается образование условных «лакун отчужденности» (слабо населенные территории, находящиеся между развитыми социально-экономическими центрами, как правило, центрами регионов-субъектов) на следующих территориях: Ростов-на-Дону – Воронеж – Волгоград, Самара – Оренбург, Челябинск – Курган, Омск – Новосибирск.

Одна из основных особенностей развития социально-экономического каркаса регионов степной зоны состоит в различной степени освоен-

ности юго-западной, центральной и восточной частей территории. Опорный каркас расселения мезорегиона образуют 52 города с численностью жителей более 100 тыс. человек, включая 7 городов-миллионеров, тем не менее, интегральные индексы развития городов-ядер СЭК большинства регионов характеризуются низкими значениями (в 11 из 18 они не превышают 4,0).

Урбанизационные процессы в регионах степной зоны имеют ряд особенностей. При средней доли городского населения – 67% в 7 городах-миллионерах проживает 8,3 млн человек (29,2% всех городских жителей исследуемой территории). Эти крупные ядра социально-экономического каркаса находятся, чем восточнее, тем значительно удаленнее друг от друга, что существенно препятствует развитию агломерационных процессов, затрудняя формирование мегаполисов. В западной же части рассматриваемого мезорегиона в последние десятилетия в результате опережающего роста городского населения формируются высокоурбанизированные территории.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования выявлено, что индекс развития городов-ядер социально-экономического каркаса напрямую зависит от величины валового регионального продукта региона. Между соответствующими показателями наблюдается весьма высокая сила связи, 0,94 по шкале Чеддока (рис. 2). Основной причиной этой зависимости является то, что большинство предприятий, частных и государственных организаций, вносящих наибольший вклад в формирование внутреннего продукта, сконцентрировано в городах с населением выше 100 тыс. человек. Максимальный показатель ВРП отмечен в Краснодарском крае (2225,9 млрд руб.), превышающий средний по степной зоне России в 2,6 раза.

Актуальность развития агломераций как ключевых узлов геополитического влияния на приграничных степных территориях усиливается. Нарращивание социального и хозяйственного потенциала на южных и юго-восточных рубежах степного приграничья будет способствовать протеканию агломерационных процессов. Они в свою очередь будут активизировать конкурентоспособность экономики, регулирование миграции, а также производственные, социальные и интеллектуальные импульсы [15; 16].

С одной стороны, крупные города – драйверы роста, центры концентрации потенциалов и интенсификации видов деятельности, с другой стороны, чем крупнее город, тем он более беззащитен перед новыми вызовами XXI века. Кризис, в котором оказались центры урбанизации в связи с так называемой пандемией коронавирусной инфекции в начале 2020 года вскрыл уязвимость больших городов, агломераций и мегаполисов.

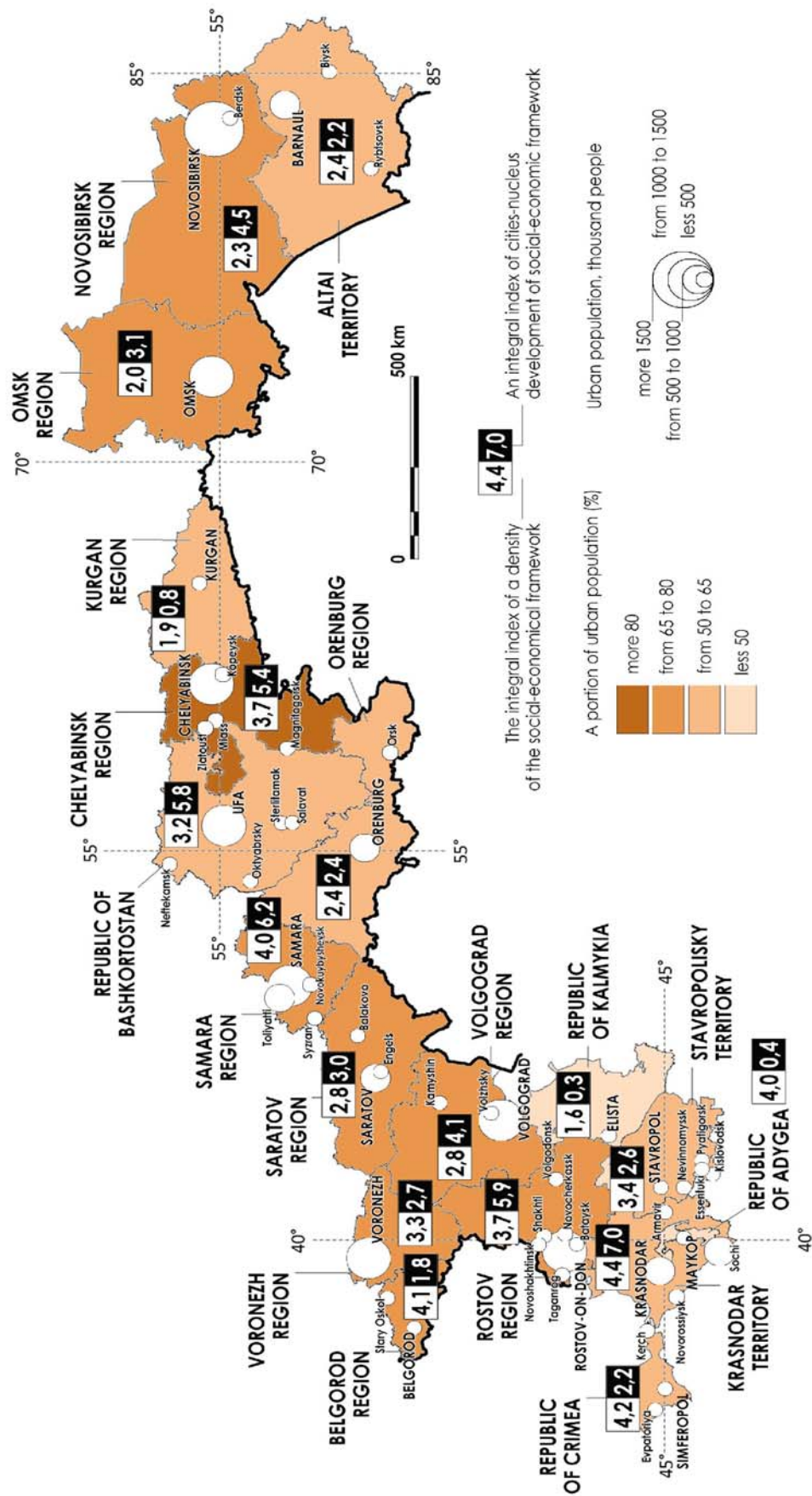


Рисунок 1. Картограмма интегральных индексов плотности социально-экономического каркаса и развития городов-ядер социально-экономического каркаса степных регионов России. *Источник:* составлено авторами на основе [13]

Figure 1. Schematic map of integral indices of density of the socio-economic framework and development of core cities in the steppe regions of Russia [13]

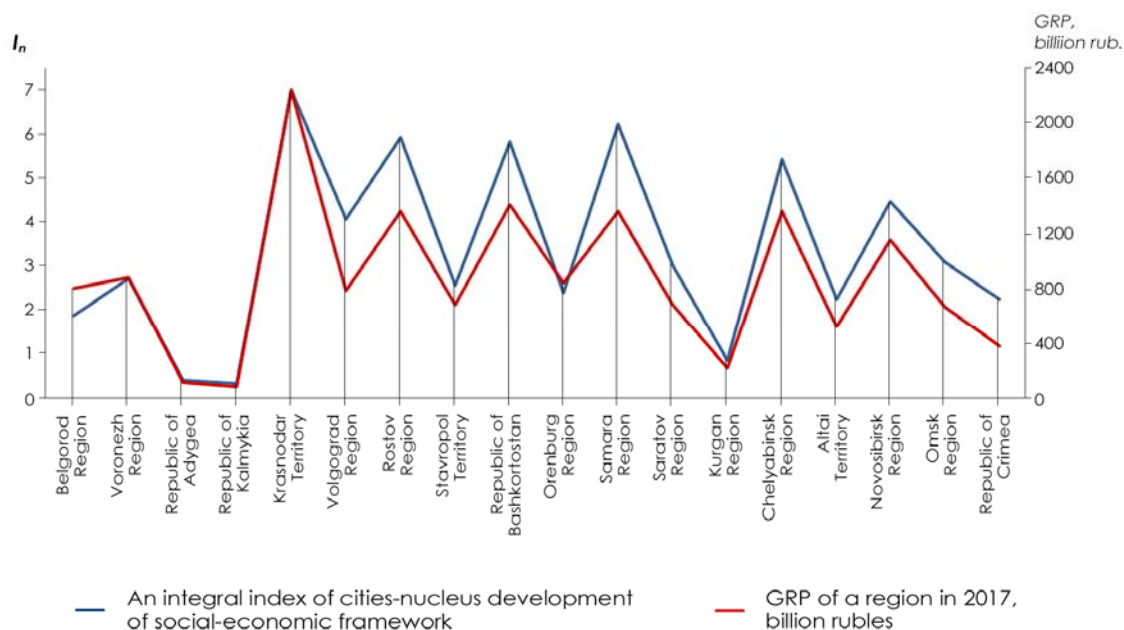


Рисунок 2. Диаграмма корреляционной зависимости между интегральным индексом развития городов-ядер социально-экономического каркаса и валовым региональным продуктом степных регионов России [14]

Figure 2. Diagram of correlated dependency between the integral index of core cities development in the socio-economic framework and gross regional product in the steppe regions of Russia [14]

В этой связи, развитие новых пространственных форм урбанизации должно быть подчинено решению широкого спектра вопросов. Сегодня проблемы урбанизации представляют интерес далеко не только для специалистов в области социально-экономической географии. Сложность и междисциплинарный характер проблемы развития СЭК, требуют привлечения к решению задач экономистов, географов, социологов, экологов, демографов, социологов, медиков и других исследователей. На наш взгляд, главным вектором преобразования СЭК степных регионов в первой половине XXI века должно стать преобразование точечных объектов (городов-ядер) и образование дополняющих районов и зон влияния (организация наднагломерационной структуры) и синхронизация этих процессов с формированием соразмерных звеньев природно-экологического каркаса.

БЛАГОДАРНОСТИ

Статья подготовлена в рамках темы «Степи России: ландшафтно-экологические основы устойчивого развития, обоснование природоподобных технологий в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды» (№ ГР АААА-А17-117012610022-5).

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was prepared in the framework of the topic, Steppes of Russia: landscape-ecological bases of sustainable development, rationale for nature-compatible technologies in conditions of natural and anthropogenic changes in the environment (№ ГРАААА-А17-117012610022-5).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Михеева Н.Н. Оценка сценариев пространственного развития российской экономики до 2030 года // Научные

труды: институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. 2017. Т. 15. С. 405-423.

2. Бакланов П.Я. Территориальные структуры хозяйства в региональном управлении. Москва: Наука, 2007. 239 с.

3. Дружинин А.Г., Шувалов В.Е. Теория социально-экономической географии: спектр современных взглядов. Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2010. 166 с.

4. Баранский Н.Н. Об экономико-географическом изучении городов // Вопросы географии. 1946. Сб. 2. С. 19-62.

5. Маергойз И.М. Территориальная структура народного хозяйства и некоторые подходы к ее исследованию в социалистических странах в свете социалистической экономической интеграции // Вестник Московского университета. 1975. № 4. С. 3-21.

6. Лаппо Г.М. Концепция опорного каркаса территориальной структуры народного хозяйства: развитие, теоретическое и практическое значение // Известия академии наук СССР. Серия географическая. 1983. № 5. С. 16-28.

7. Лаппо Г.М. География городов. Москва: Владос, 1997. 480 с.

8. Полян П.М. Опорный каркас расселения кавказского региона // Известия Академии наук СССР. Серия географическая. 1984. № 2. С. 38-46.

9. Полян П.М., Трейвиш А.И. Территориальные структуры в науке и практике // Новое в жизни, науке, технике. 1988. № 12. С. 1-48.

10. Полян П.М. Территориальные структуры – урбанизация – расселение: теоретические подходы и методы изучения. Москва: Новый хронограф, 2014. 785 с.

11. Трейвиш А.И. Город, район, страна и мир. Развитие России глазами страноведа. Москва: Новый хронограф, 2009. 373 с.

12. Treivish A.I., Zotova M.V., Savchuk I.G. Types of cities in Russia and across the globe // *Regional Research of Russia*. 2014. Т. 4. N 2. P. 90-94. DOI: 10.1134/S2079970514020129
13. Регионы России. Социально-экономические показатели. М.: Росстат., 2018. 1162 с.
14. Регионы России. Основные социально-экономические показатели городов. 2018 М.: Росстат., 2018. 443 с.
15. Nefedova T.G., Treivish A.I. Differential urbanisation in Russia // *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*. 2003. V. 94. Iss. 1. P. 75-88. DOI: 10.1111/1467-9663.00238
16. Nefedova T.G., Treivish A.I. Urbanization and seasonal deurbanization in modern Russia // *Regional Research of Russia*. 2019. V. 9. Iss. 1. P. 1-11. DOI: 10.1134/S2079970519010088

REFERENCES

1. Mikhееva N.N. pAn assessment of scenarios of a spatial development of the Russian economy to 2030]. In: *Nauchnye trudy: institut narodnokhosyaistvennogo prognozirovaniya RAN* [Scientific works: Institute of National-Economical Forecasting RAS]. 2017, vol. 15, pp. 405-423. (In Russian)
2. Baklanov P.Ya. *Territorial'nye struktury khozyaistva v regional'nom upravlenii* [Territorial structures of economy in the regional management]. Moscow, Nauka Publ., 2007, 239 p. (In Russian)
3. Druzhinin A.G., Shuvalov V.E. *Teoriya sotsial'no-ekonomicheskoi geografii: spektr sovremennykh vzglyadov* [Theory of social-economical geography: the spectrum of modern views]. Rostov-on-Don, South Federal University Publ., 2010, 166 p. (In Russian)
4. Baransky N.N. [On economical-geographical studies of cities]. In: *Voprosy geografii* [Questions of geography]. 1946, iss. 2, pp. 19-62. (In Russian)
5. Maergoyz I.M. Territorial structure of national economy and some approaches of its study in the socialist countries in the light of socialist economical integration. *Vestnik Moskovskogo universiteta* [Vestnik of Moscow university]. 1975, no. 4, pp. 3-12. (In Russian)
6. Lappo G.M. A concept of an urban framework of the territorial structure of national economy: development, theoretical

- and practical meaning. *Izvestiya akademii nauk SSSR. Seriya geograficheskaya* [Izvestiya of Academy of sciences USSR. Geographic series]. 1983, no. 5, pp. 16-28. (In Russian)
7. Lappo G.M. *Geografiya gorodov* [Geography of cities]. Moscow, Vldos Publ., 1997, 480 p. (In Russian)
8. Polyan P.M. An urban framework of settling in the Caucasian region. *Izvestiya akademii nauk SSSR. Seriya geograficheskaya* [Izvestiya of Academy of sciences USSR. Geographic series]. 1984, no. 2, pp. 38-46. (In Russian)
9. Polyan P.M., Treivish A.I. Territorial structures in science and practice. *Novoe v zhizni, nauke, tekhnike* [The new in life, science, techniques]. 1988, no. 12, pp. 1-48. (In Russian)
10. Polyan P.M. *Territorial'nye struktury – urbanizatsiya – rasselenie: teoreticheskie podkhody i metody izucheniya* [Territorial structures – urbanization – settling; theoretical approach and methods of the study]. Moscow, New Chronicle Publ., 2014, 785 p. (In Russian)
11. Treivish A.I. *Gorod, raion, strana i mir. Razvitie Rossii glazami stranoveda* [A city, region, country and world. A development of Russia by a country-scientist's point of view]. Moscow, New Chronicle Publ., 2009, 373 p. (In Russian)
12. Treivish A.I., Zotova M.V., Savchuk I.G. Types of cities in Russia and across the globe. *Regional Research of Russia*, 2014, vol. 4, no. 2, pp. 90-94. DOI: 10.1134/S2079970514020129
13. *Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli* [Regions of Russia. Social-economical indicators]. Moscow, Rosstat Publ, 2018, 1162 p. (In Russian)
14. *Regiony Rossii. Osnovnye sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli gorodov* [The principal social-economical indicators of cities]. Moscow, Rosstat Publ, 2018, 443 p. (In Russian)
15. Nefedova T.G., Treivish A.I. Differential urbanisation in Russia. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 2003, vol. 94, iss. 1, pp. 75-88. DOI: 10.1111/1467-9663.00238
16. Nefedova T.G., Treivish A.I. Urbanization and seasonal deurbanization in modern Russia. *Regional Research of Russia*, 2019, vol. 9, iss. 1, pp. 1-11. DOI: 10.1134/S2079970519010088

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Александр А. Чибилёв (мл.) анализировал и интерпретировал результаты исследований, проводил коррекцию рукописи. Дмитрий С. Мелешкин собрал и обобщил базу данных, подготовил обзор литературы по данному исследованию в трудах отечественных ученых. Дмитрий В. Григорьевский обработал первичную информацию, подготовил графический материал. Все авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата или других неэтических проблем.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Research data were analyzed and interpreted and correction of the manuscript was carried out by Alexander A. Chibilyov (Jr). The database was collected and summarised and a review of the related literature in the works of Russian scientists was prepared by Dmitry S. Meleshkin. The primary information was processed and graphic material was prepared by Dmitry V. Grigorevsky. All authors are equally responsible for plagiarism and self-plagiarism and other ethical transgressions.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Александр А. Чибилёв (мл.) / Alexander A. Chibilyov (Jr) <https://orcid.org/0000-0003-1109-6231>
 Дмитрий С. Мелешкин / Dmitry S. Meleshkin <https://orcid.org/0000-0001-8023-3071>
 Дмитрий В. Григорьевский / Dmitry V. Grigorevsky <https://orcid.org/0000-0003-2354-3035>

Оригинальная статья / Original article
УДК 504.38
DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-66-76

Оценка комфортности биоклиматических условий Краснодарского края с применением ГИС-технологий

Марина В. Кузякина¹, Дмитрий А. Гура^{2,3}

¹Кубанский государственный университет, Краснодар, Россия

²Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия

³Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

Контактное лицо

Марина В. Кузякина, кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра геоинформатики, Кубанский государственный университет; 350049 Россия, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149.
Тел. +79182660472
Email marinavkuzyakina@gmail.com
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0492-3630>

Формат цитирования

Кузякина М.В., Гура Д.А. Оценка комфортности биоклиматических условий Краснодарского края с применением ГИС-технологий // Юг России: экология, развитие. 2020. Т.15, N 3. С. 66-76. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-66-76

Получена 20 февраля 2020 г.
Прошла рецензирование 14 апреля 2020 г.
Принята 29 июня 2020 г.

Резюме

Цель. Определить наиболее и наименее комфортные зоны Краснодарского края по месяцам.

Материал и методы. Исследуемые биоклиматические индексы учитывают совместное влияние температуры, скорости ветра, относительной влажности воздуха, атмосферного давления, солнечной радиации в тех или иных комбинациях. Проведен геоинформационный анализ следующих биоклиматических индексов: эффективной температуры, эквивалентно-эффективной температуры, биоклиматически-активной температуры, радиационной эквивалентно-эффективной температуры и комплексного показателя уровня патогенного действия погоды на территории Краснодарского края. Индекс патогенного действия погоды – единственный индекс в статье, который учитывает атмосферное давление. В комплекс исследований добавлена оценка суровости зимы. Рассчитаны и картированы следующие индексы «холодового стресса»: интегральный показатель охлаждения (обморожения), индекс оценки суровости климата по Бодману, индекс охлаждения Сайпла-Пассела и ветро-холодовой индекс.

Результаты. Краснодарский край был разделен на 4 зоны комфортности: Азово-Черноморскую, Черноморскую, Юго-Восточную предгорную и континентальную.

Выводы. Установлены комфортные месяцы для проживания в Краснодарском крае в целом, и районы Краснодарского края, благоприятные для жизни в любое время года. Жесткость зимы в Краснодарском крае, как показал анализ, имеет тесную корреляцию с силой ветра.

Ключевые слова

Метеорология, картография, биоклиматическая комфортность, суровость климата.

Assessment of bioclimatic comfort of the Krasnodar Territory, Russia through the application of GIS-technologies

Marina V. Kuzyakina¹ and Dmitry A. Gura^{2,3}

¹Kuban State University, Krasnodar, Russia

²Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia

³Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Principal contact

Marina V. Kuzyakina, Candidate of Physical and Mathematic Sciences, Assistant Professor, Department of Geoinformatics, Kuban State University; 149 Stavropolskaya St, Krasnodar, Russia 350049. Тел. +79182660472

Email marinavkuzyakina@gmail.com

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0492-3630>

How to cite this article

Kuzyakina M.V., Gura D.A. Assessment of bioclimatic comfort of the Krasnodar Territory, Russia through the application of GIS-technologies. *South of Russia: ecology, development*. 2020, vol. 15, no. 3, pp. 66-76. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-66-76

Received 20 February 2020

Revised 14 April 2020

Accepted 29 June 2020

Abstract

Aim. To determine the most and least comfortable zones of the Krasnodar Territory by month.

Material and Methods. The bioclimatic indices studied take into account the combined influences of temperature, wind speed, relative humidity, atmospheric pressure and solar radiation in various combinations. A geoinformation analysis of the following bioclimatic indices was carried out: effective temperature, equivalent-effective temperature, bioclimatically active temperature, radiation equivalent-effective temperature, and a complex indicator of the level of pathogenic effects of weather in the Krasnodar Territory. The weather pathogenicity index is the only index in the article that takes into account atmospheric pressure. The study also added an assessment of the severity of winter. The following indices of "cold stress" were calculated and mapped: integrated cooling index (frostbite), Bodman climate severity index, Siple-Passel cooling index and wind-cold index.

Results. The Krasnodar Territory was divided into 4 comfort zones: Azov-Black Sea, Black Sea, South-Eastern Foothills and Continental.

Conclusions. Comfortable months have been established for living in the Krasnodar Territory as a whole, and areas of the Krasnodar Territory favourable for life at any time of the year. The severity of winter in the Krasnodar Territory as shown by the analysis is closely correlated with wind strength.

Key Words

Meteorology, cartography, bioclimatic comfort, severity of climate.

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее информативным показателем влияния погоды на человека является индекс патогенности, он учитывает: температуру воздуха, влажность воздуха, атмосферное давление и скорость ветра.

Расчет биоклиматических показателей полезен для определения лучшего времени, например, для климатологического лечения, принятия человеком солнечных ванн. Как известно, резкая смена погоды, магнитные бури, другие климатические пики влияют на человеческий организм. При чем условно здоровые люди реагируют, как правило, в сторону поднятия настроения, усиления работоспособности, тогда как условно нездоровые, наоборот, впадают в депрессию, уныние, у них обостряются хронические заболевания.

Таким образом, проведенные исследования позволили раскрыть некоторые особенности природных условий Краснодарского края и на фактическом статистическом материале проанализировать влияние климатических и метеорологических факторов на пространственно-временное распределение степени комфортности территории.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Взяты средние многолетние (среднемесячные) наблюдения температуры воздуха, относительной влажности воздуха, скорости ветра и атмосферного давления из свободно-распространяемых данных глобальной прогностической системой национального управления океанических и атмосферных исследований (GFS NOAA) по следующим 30 населенным пунктам, которые равномерно расположены по территории Краснодарского края: Абинск, Адлер, Анапа, Армавир, Белореченск, Геленджик, Горячий Ключ, Гулькевичи, Джубга, Ейск, Каневская, Кореновск, Краснодар, Кропоткин, Крымск, Курганинск, Кушевская, Лабинск, Мостовской, Новокубанск, Новороссийск, Приморско-Ахтарск, Славянск-на-Кубани, Сочи, Темрюк, Тимашевск, Тихорецк, Туапсе, Усть-Лабинск, Хадыженск.

Для определения зон комфортности Краснодарского края с января по декабрь в течение всего года расчеты проводились по 5 основным известным биоклиматическим показателям [1]. В качестве первого биоклиматического показателя была принята эффективная температура, рассчитанная по классической формуле Миссенарда. Вторым биоклиматическим показателем стала эквивалентно-эффективная температура, рассчитанная по формуле так же разработанной Миссенардом. При расчетах третьего биоклиматического показателя биологически активной температуры использовалась формула Циценко. Четвертый показатель – радиационная эквивалентно-эффективная температура рассчитывался по адаптированной формуле Головиной и Русанова. Пятым показателем климатической комфортности был индекс патогенности погодных условий, предложенный Бокшей. Этот индекс представляет собой сумму индексов патогенности разных метеорологических величин и называется индексом патогенности метеорологической ситуации. Его составляющие:

индекс патогенности температуры воздуха, индекс патогенности влажности, индекс патогенности скорости ветра, индекс патогенности изменения атмосферного давления и индекс патогенности изменения температуры воздуха. Индекс патогенного действия погоды – единственный индекс в проведенном исследовании, который учитывает атмосферное давление.

В комплекс исследований добавлена оценка суровости зимы. Рассчитаны и картированы следующие индексы «холодового стресса»: интегральный показатель охлаждения (обморожения), индекс оценки суровости климата по Бодману, индекс охлаждения Сайпла-Пассела и ветро-холодовой индекс.

Индексы «холодового стресса» для Краснодарского края являются не столь актуальными, но их нельзя игнорировать полностью. Поэтому был рассмотрен ряд ветро-холодовых индексов.

Согласно действующим в Российской Федерации Методическим рекомендациям [2] введен интегральный показатель условий охлаждения (обморожения) – ИПУОО, определяемый согласно зависимости (в баллах) для холодного периода года, определяемый по формуле (1):

$$\text{ИПУОО} = 34,654 - 0,4664T + 0,6337w \quad (1)$$

Индекс жесткости погоды по Бодману рассчитывается только для холодного периода по формуле (2) [3]. В случае Краснодарского края был так же принят период с ноября по март.

$$S = (1 - 0,004T)(1 + 0,272w) \quad (2)$$

Для медицинских целей используется такой биоклиматический показатель, как индекс охлаждения Сайпла-Пассела. Однако интерпретация результатов происходит с делением всего на 3 класса, что может только исключить слишком некомфортные для человеческого организма метеорологические условия, но не дает конкретных рекомендаций [4-5]. Индекс охлаждения Сайпла-Пассела рассчитывается по формуле (3).

$$TW = \frac{(9+10,9\sqrt{w-w})(33-T)}{1000} \quad (3)$$

Затем был рассчитан индекс ветрового охлаждения (ветро-холодовой индекс) по формуле (4).

$$TWC = 13,12 + 0,6215T - 11,37(3,6w)^{0,16} + 0,3965T(3,6w)^{0,16} \quad (4)$$

В формулах (1)–(4) T – температура воздуха, градусов; w – скорость ветра, м/с.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Эффективная температура характеризует теплоощущение человеческого организма в раздетом виде. Одинаковое теплоощущение можно испытывать при

самых различных сочетаниях метеорологических элементов. Серия карт эффективной температуры Краснодарского края представлена на рисунке 1. Самая комфортная температура оказалась только в сентябре

на морском побережье (как Черного, так и Азовского моря) и в июне в предгорьях Кавказа – Мостовском и Апшеронском районах.

Эффективная температура (уровень комфортности) по формуле А. Миссенарда The effective temperature (comfort level) according to the formula of A. Missenard

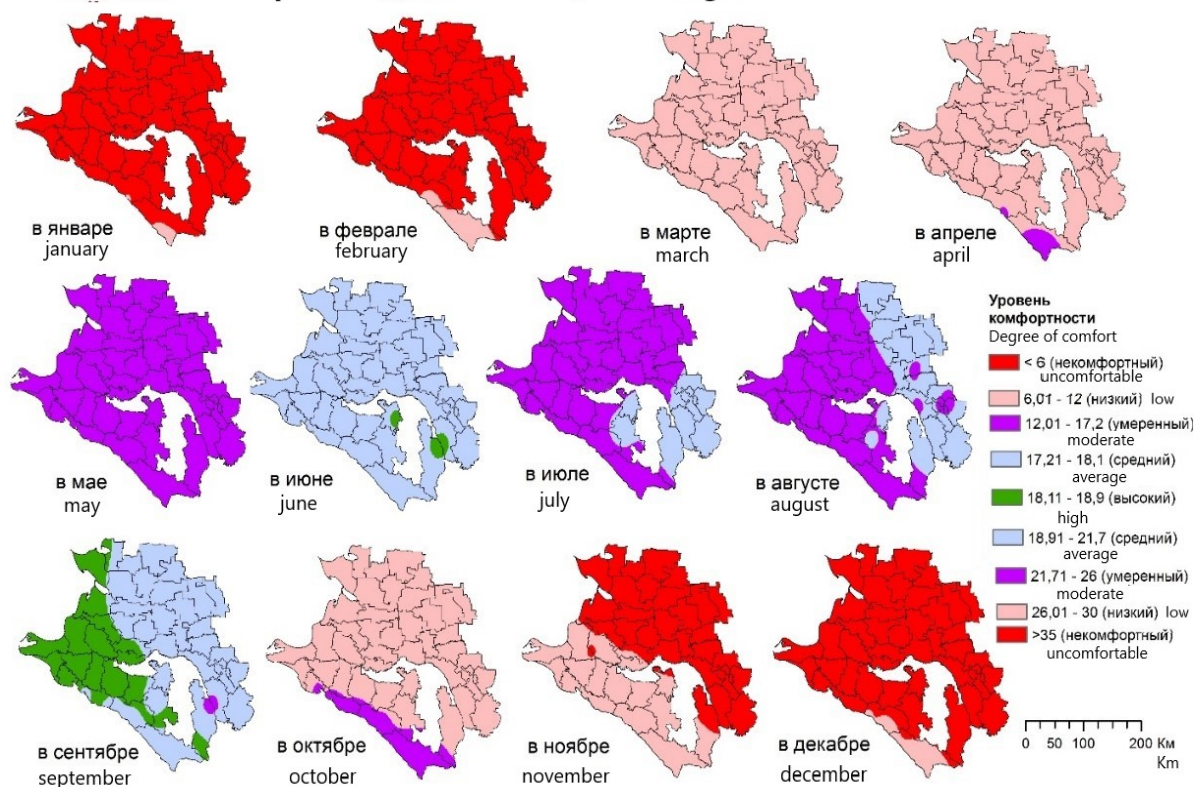


Рисунок 1. Карты эффективной температуры Краснодарского края
Figure 1. Maps of effective temperature of the Krasnodar Territory

Эквивалентно-эффективная температура – характеризует теплоощущение человеческого организма в одетом виде. Этот индекс используется при климатолечении [6]. Серия карт эквивалентно-эффективной температуры Краснодарского края представлены на рисунке 2.

Абсолютно комфортной эквивалентно-эффективной температуры в Краснодарском крае практически не бывает. В июне высокий уровень комфортности наблюдается в северо-западной части Краснодарского края. Тогда как в июле – в юго-восточной: Апшеронский, Мостовской, Отраденский районы, то есть в предгорьях Кавказа.

С июня по сентябрь на всей территории Краснодарского края наблюдается средний уровень комфортности, в мае – умеренный, в октябре и апреле – низкий, с ноября по март – наблюдается некомфортная эквивалентно-эффективная температура.

Однако необходимо отметить, что в марте, октябре и ноябре в муниципальных образованиях

Туапсе и Сочи уровень комфортности на порядок лучше, чем на остальной территории Краснодарского края.

Биологически-активная температура – учитывает влияние радиации, отраженной поверхностью Земли, используется также в сельском хозяйстве в качестве параметра, характеризующего период активной вегетации сельскохозяйственных культур [7-9]. Серия карт биологически активной температуры Краснодарского края представлена на рисунке 3.

В летние месяцы биологически активная температура имеет некомфортный уровень, т.к. температура воздуха слишком сильно повышается. Наиболее комфортный уровень просматривается в континентальной части Краснодарского края в апреле и в октябре, тогда как вдоль побережья Черного моря – в ноябре, а Азовского – в апреле. Эти периоды считаются наиболее благоприятными для земледелия и сельскохозяйственных работ.

Эквивалентно-эффективная температура (уровень комфортности) по формуле А. Миссенарда
The equivalent effective temperature (comfort level) according to the formula of A. Missenard

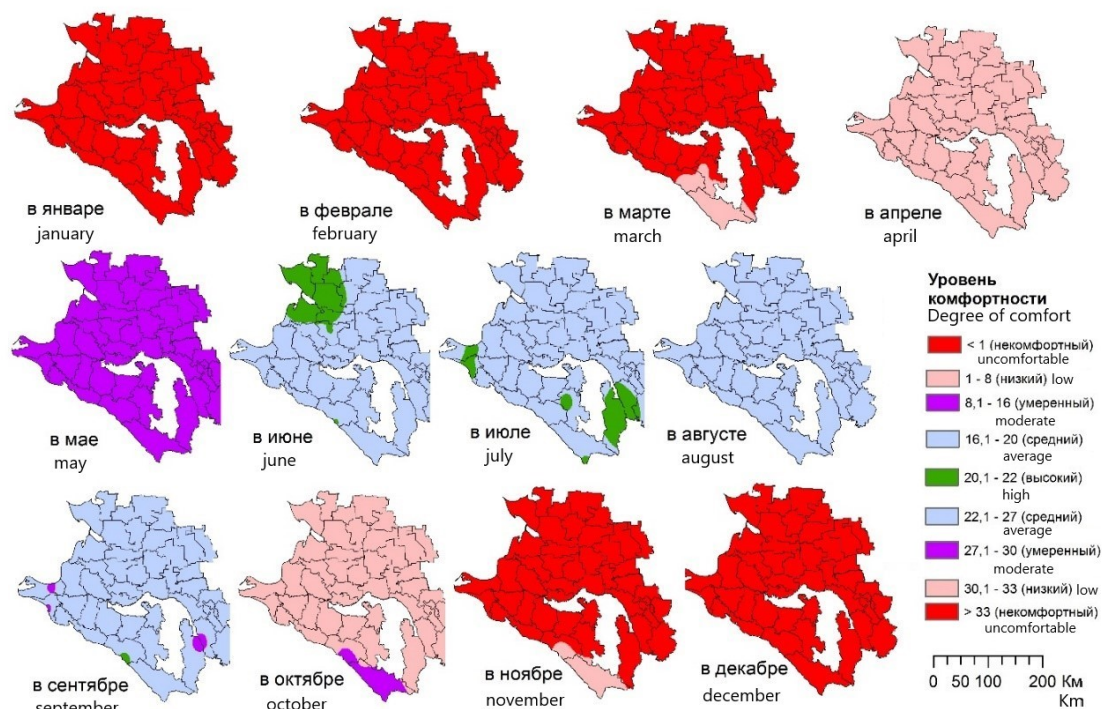


Рисунок 2. Карты эквивалентно-эффективной температуры Краснодарского края
Figure 2. Maps of the equivalent effective temperature of the Krasnodar Territory

Биологически активная температура (уровень комфортности) по формуле Циценко
Biologically active temperature (comfort level) according to Tsitsenko's formula

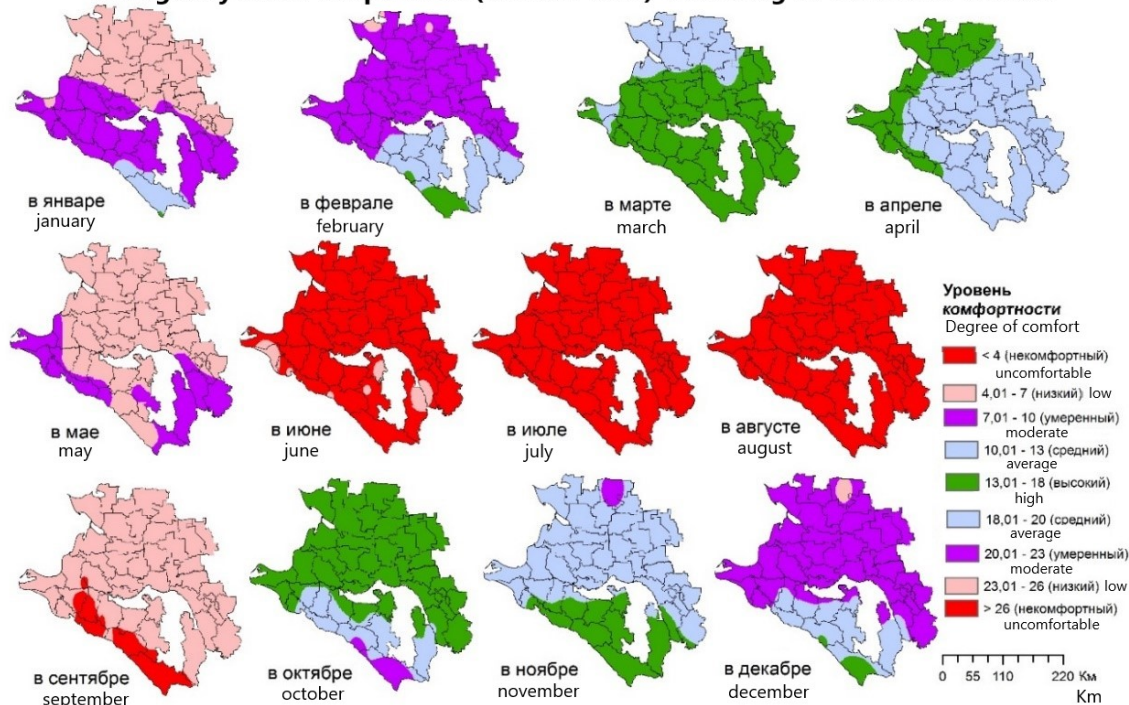


Рисунок 3. Карты биологически активной температуры Краснодарского края
Figure 3. Maps of biologically active temperature of the Krasnodar Territory

Радиационная эквивалентно-эффективная температура – мера теплового ощущения обнаженного человека, подвергающегося солнечному облучению, используется в климатотерапии для микроклиматической оценки

мест проведения климатолечебных процедур (солнечных ванн). Серия карт радиационной эквивалентно-эффективной температуры Краснодарского края представлена на рисунке 4.

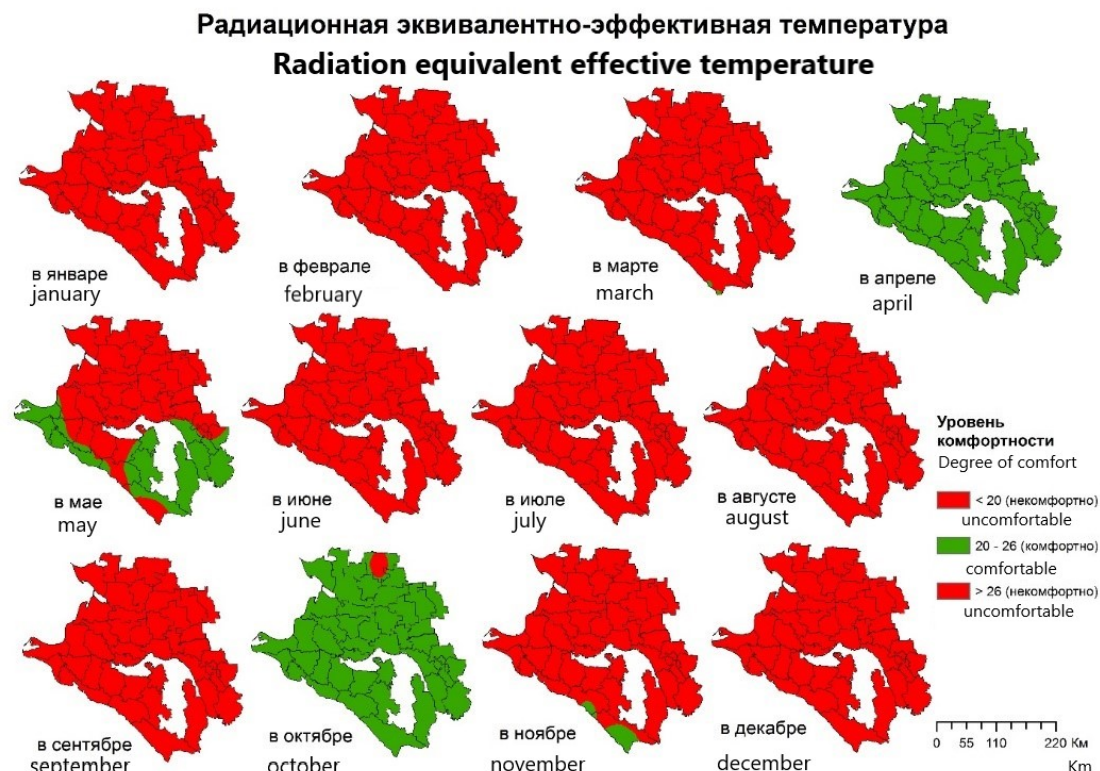


Рисунок 4. Карты радиационной эквивалентно-эффективной температуры Краснодарского края
Figure 4. Maps of the radiation equivalent effective temperature of the Krasnodar Territory

Солнечные ванны на открытом воздухе показаны в марте в районе Сочи, в ноябре – на черноморском побережье от Туапсе до Адлера, в апреле – на всей территории Краснодарского края, в октябре – так же на всей территории за исключением Кушевского района, а в мае – в горно-предгорной части края: от Горячего Ключа до Апшеронского, Отраденского и Мостовского районов и горной части МО Сочи, в районе Таманского полуострова, а также на черноморском побережье от Анапы до Туапсе.

Для оценки степени раздражающего действия изменений погоды на организм используется индекс патогенности метеорологической ситуации. Он направлен скорее на констатацию резких перепадов показателей, чем на сами неблагоприятные метеорологические условия. Субъективно здоровые люди в критические дни часто испытывают улучшение настроения, переоценивают свои возможности. Переутомленные люди начинают преувеличивать трудности, проявляют склонность к аффективным и истероидным реакциям, повышенную агрессивность или, наоборот, пытаются избежать социальных контактов. Серия карт индекса патогенного действия погоды Краснодарского края представлена на рисунке 5.

Как видно, из полученного картографического материала, критические дни в Краснодарском крае по большей части наступают в зимние месяцы года, при чем в северо-западной части края патогенное действие

продолжается до марта, а в районе Сочи заканчивается уже в январе. В эту пору людям необходимо быть особенно осторожными.

Интерпретация результатов расчетов интегрального показателя условий охлаждения (обморожения) по (1) производится разделению результатов расчетов на 4 класса:

Игнорируемый уровень (отсутствие обморожения), возможно длительное пребывание на холоде (ИПУОО ≤ 34); умеренный уровень, продолжительность безопасного пребывания на холоде – не более 60 минут ($34 < \text{ИПУОО} \leq 47$); критический уровень, возможно пребывание не более 1 минуты ($47 < \text{ИПУОО} \leq 57$); катастрофический уровень, при котором возможно пребывание не более 30 секунд ($\text{ИПУОО} > 57$).

Серия карт интегрального показателя условий охлаждения (обморожения) Краснодарского края в холодный период года представлена на рисунке 6.

На Черноморском побережье в районе Большого Сочи согласно интегральному показателю охлаждения (обморожения) уровень охлаждения можно считать игнорируемым полностью в течение всего года [10]. Тогда как в зимние месяцы на остальной территории Краснодарского края наблюдается умеренный уровень охлаждения. В марте – в основном игнорируемый уровень охлаждения, а в ноябре наблюдается эффект аккумуляции тепла морем и можно увидеть четкую границу игнорируемого уровня охлаждения вдоль Кавказского хребта.

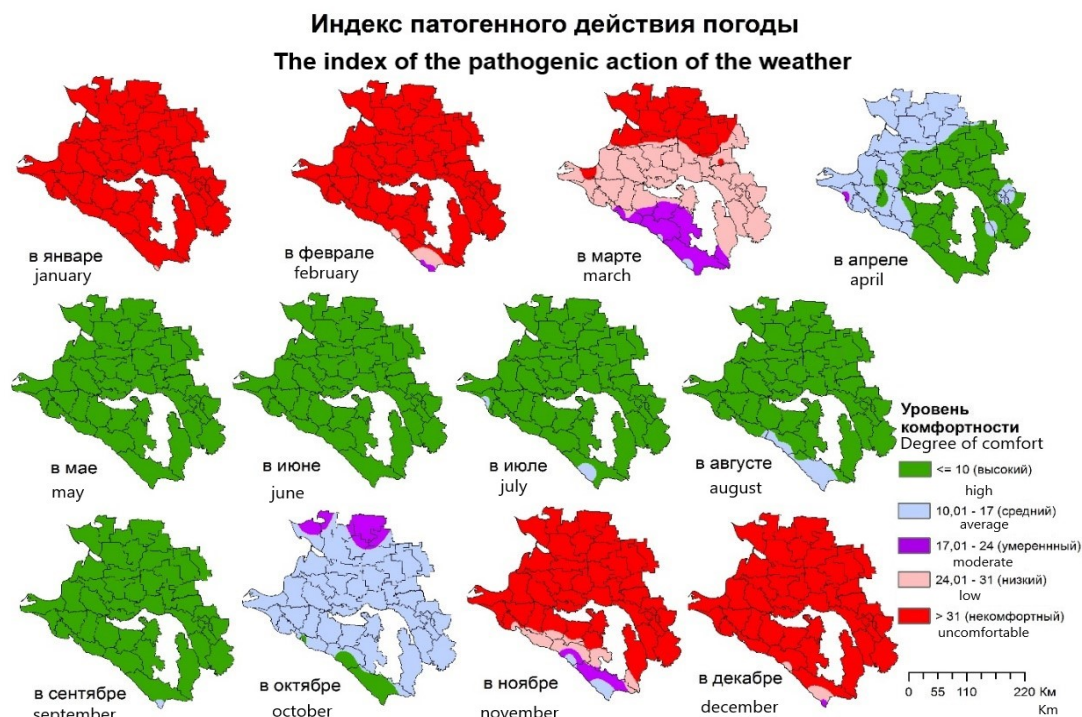


Рисунок 5. Карты индекса патогенного действия погоды Краснодарского края
Figure 5. Maps of the index of pathogenic action of the weather in Krasnodar Territory

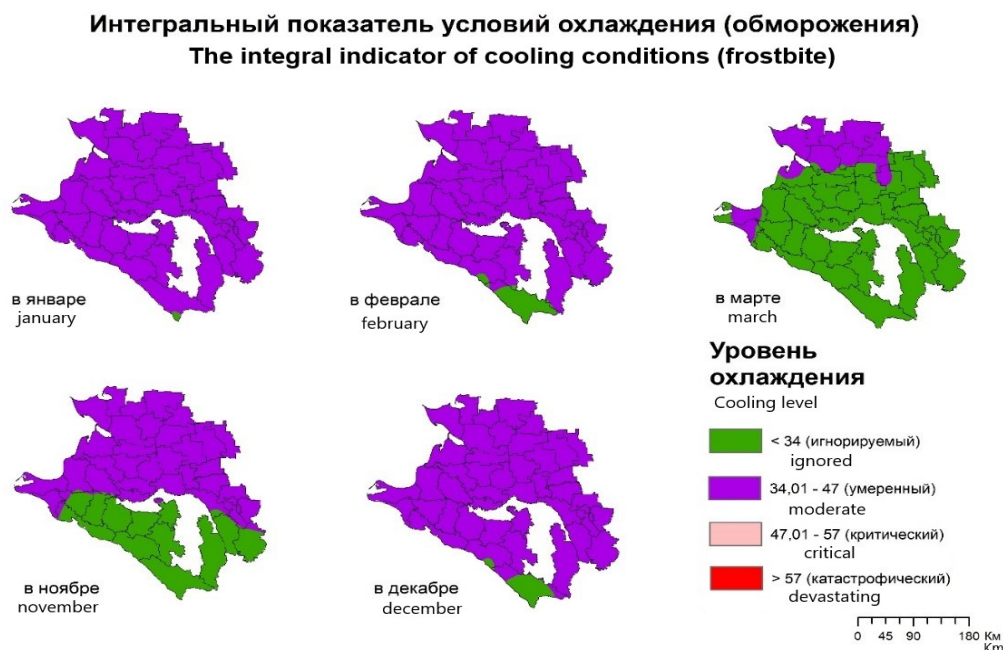


Рисунок 6. Карты интегрального показателя условий охлаждения (обморожения) Краснодарского края в холодный период года
Figure 6. Maps of the integral indicator of cooling conditions (frostbite) in the Krasnodar Territory during the cold period of the year

Для оценки суровости климата Бодман предложил шкалу баллов «жесткости». Для расчета он взял в основу время, необходимое для охлаждения сосуда с водой начальной температуры 30°C до конечной температуры 20°C. Данная шкала делит уровень суровости климата на 7 классов: не суровая погода ($S \leq 1$), мало суровая погода ($1 < S \leq 2$), умеренно суровая погода ($2 < S \leq 3$),

суровая погода ($3 < S \leq 4$), очень суровая погода ($4 < S \leq 5$), жестко суровая погода ($5 < S \leq 6$), крайне суровая погода ($S > 6$).

Серия карт индекса жесткости погоды Краснодарского края в холодный период года по Бодману представлена на рисунке 7.

Индекс жесткости погоды по Бодману Bodman's weather severity index

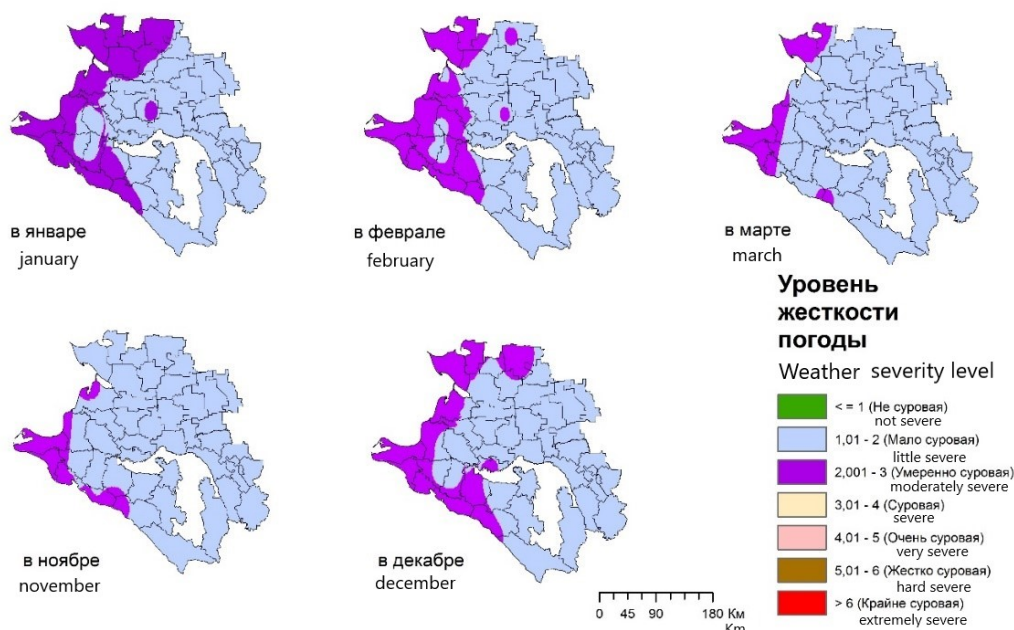


Рисунок 7. Карты индекса жесткости погоды Краснодарского края в холодный период года
Figure 7. Maps of the weather severity index of the Krasnodar Territory in the cold period of the year

Согласно проведенным расчетам в Краснодарском крае в основном мало суровая погода, в зимние месяцы бывает умеренно суровой. Совсем не суровой ее назвать нельзя на всей территории Краснодарского края. При этом именно на побережье Азовского моря и до Туапсе по линии Черноморского побережья погода оказалась суровее, чем на континентальной части края. Это можно объяснить более сильными ветрами [11].

Из полученного картографического материала можно сделать вывод, что индекс жесткости погоды Бодмана в отличие от других биоклиматических индексов очень чувствителен к силе ветра, так как он выделил в один наименее благоприятный период территорию Краснодарского края, на которой наблюдаются значительные ветры.

Для анализа расчетов индекса Сайпла-Пассела (3) используется следующая интерпретация суровости охлаждения. Прохладно ($TW \leq 0,8$), очень прохладно ($0,8 < TW \leq 3$) и невыносимый холод ($TW > 3$).

Индекс Сайпла-Пассела, рассчитанный по формуле (3), показал, что на всей территории Краснодарского края сравнительно мягкие зимы, все значения попали во второй класс, превышая границу класса на 0,6, то есть оказались в интервале (0,8–1,4). Нужда в картографировании этих результатов отсутствует.

Ветро-холодовый индекс (4) определен только для температур не выше 10 °C и скоростей ветра больше 4,68 километров в час (больше 1,3 метров в секунду) и только в холодный период года. Поэтому он рассчитан, так же, как и индекс суровости Бодмана с ноября по март. Серия карт, построенных по результатам расчета ветро-холодового индекса, представлена на рисунке 8. Интерпретация ветро-холодового индекса дает рекомендации по утеплению тела человека и времени

пребывания на открытом воздухе. Комфортно при $TWC > 0$. При $-9 < TWC \leq 0$ существует небольшой риск охлаждения, некоторый дискомфорт. Рекомендуется тепло одеваться и оставаться сухим. При $-27 < TWC \leq -9$ существует риск гипотермии в случае продолжительного нахождения на воздухе без соответствующей защиты. Дискомфортно. Рекомендуется одеваться в несколько слоев теплой одежды, внешний слой не должен пропускать ветра. Рекомендуется носить шапку, варежки или перчатки, шарф и закрытую, непромокаемую обувь. Надо оставаться сухим и на морозе двигаться. При $-39 < TWC \leq -27$ открытая кожа может замерзнуть в течение 10-30 минут. Существует риск обморожения: требуется проверять лицо, открытые участки кожи и конечности на околечение и побеление. Риск гипотермии в случае продолжительного нахождения на воздухе без соответствующей одежды или укрытия от холода и ветра. Рекомендуется одеваться в несколько слоев теплой одежды, внешний слой не должен пропускать ветра. Рекомендуется не оставлять открытых участков кожи. Рекомендуется носить шапку, варежки или перчатки, шарф, маску и закрытую, непромокаемую обувь. Надо оставаться сухим и на морозе двигаться. При значениях $-47 < TWC \leq -39$ открытая кожа может замерзнуть в течение 5-10 минут. Высокий риск обморожения: требуется проверять лицо, открытые участки кожи и конечности на околечение и побеление. Риск гипотермии в случае продолжительного нахождения на воздухе без соответствующей одежды или укрытия от холода и ветра. Рекомендуется одеваться в несколько слоев теплой одежды, внешний слой не должен пропускать ветра. Рекомендуется не оставлять открытых участков кожи. Рекомендуется носить шапку, варежки или перчатки, шарф, маску и закрытую, непромокаемую

обувь. Надо оставаться сухим и на морозе двигаться. При $-54 < TWC \leq -47$ открытая кожа может замерзнуть в течении 2-5 минут. Очень высокий риск обморожения: требуется проверять лицо, открытые участки кожи и конечности на околечение и побеление. Серьезный риск гипотермии в случае продолжительного нахождения на воздухе без соответствующей одежды или укрытия от холода и ветра. Требуется осторожность при пребывании на улице. Рекомендуется одеваться в несколько слоев теплой одежды, внешний слой не должен

пропускать ветра. Рекомендуется не оставлять открытых участков кожи. Рекомендуется носить шапку, варежки или перчатки, шарф, маску и закрытую, непромокаемую обувь, постараться отменить или сократить выходы на улицу, оставаться сухим и двигаться. При $TWC \leq -54$ чрезвычайно высокий риск охлаждения: открытая кожа может замерзнуть менее чем за 2 минуты. Опасные условия внешней среды. Необходимо оставаться в помещении.

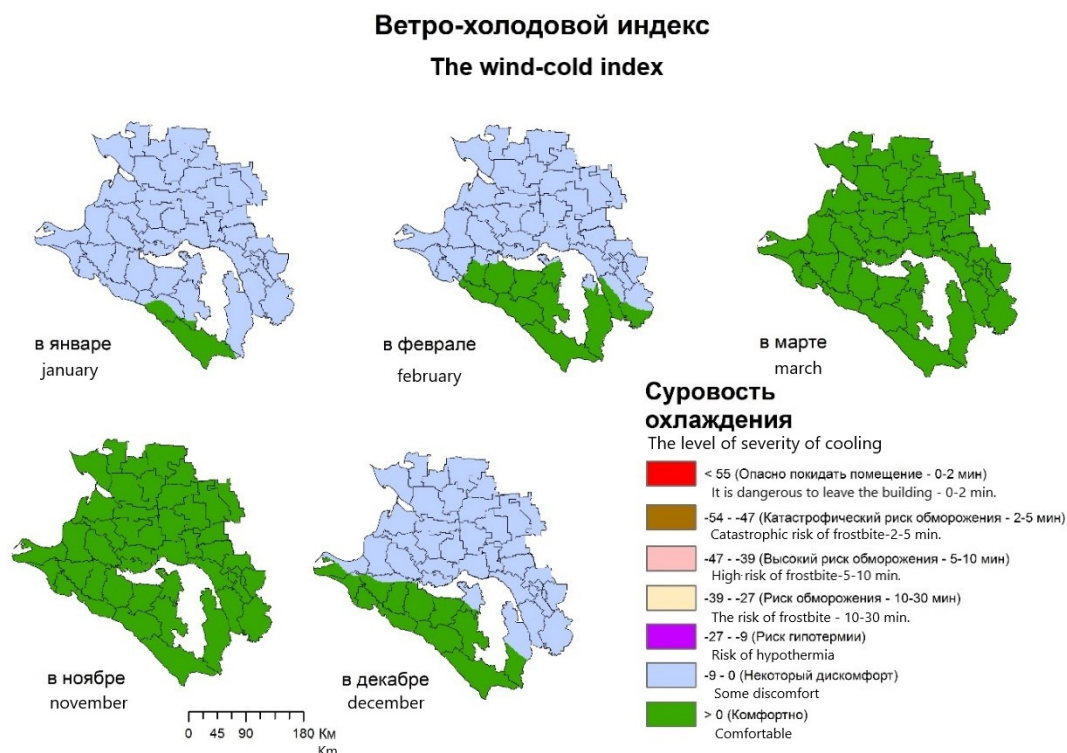


Рисунок 8. Карты ветро-холодового индекса суровости охлаждения Краснодарского края в холодный период года
Figure 8. Maps of the wind-cold index of the severity of cooling in the Krasnodar Territory during the cold period of the year

Как видно из рисунка 8, о холодном периоде года в Краснодарском крае можно сказать, что он достаточно комфортный. На черноморском побережье комфортно весь год, в равнинной части края существует небольшой риск гипотермии, присутствует некоторый дискомфорт. Рекомендуется тепло одеваться и оставаться сухим. Однако, риск обморожения отсутствует.

ВЫВОДЫ

Все картографические произведения, представленные в работе, являются авторскими. Они были выполнены в ГИС ArcGIS компании ESRI версии 10.6 посредством использования модуля geostatistical analyst. Здесь же была выполнена компоновка карт и создание макета для экспорта в растровый формат данных.

Геоинформационный анализ позволяет говорить, что на территории Краснодарского края наиболее комфортными месяцами являются июнь и сентябрь.

Было установлено, что самыми благоприятными для комфортной в климатическом плане жизни районами Краснодарского края по совокупности факторов является Черноморское побережье от МО Туапсе до МО Сочи.

В соответствие с полученными результатами в холодный период года формирование климатического дискомфорта проходит под влиянием низких температур и усиления ветра. Однако суровым климат Краснодарского края назвать нельзя. В класс полностью комфортных температур расчеты тоже не попали. Во всех индексах зимние месяцы Краснодарского края подпали под формулировки «мало суровая», «умеренный дискомфорт», «некоторый дискомфорт».

Анализируя все перечисленные показатели, можно сделать вывод о том, что территория Краснодарского края имеет закономерную климатическую неоднородность на следующие зоны: «Черноморскую» зону вдоль Черноморского побережья от МО Геленджик до МО Сочи; «Азово-Черноморскую» зону вдоль Черноморского побережья от МО Новороссийск до МО Анапа, а также вдоль Азовского побережья от Темрюкского района до Ейского; «Юго-восточную предгорную» зону на Юго-востоке Краснодарского края от Апшеронского района до Мостовского и Отрадненского районов; «Континентальную» зону, в которую входит вся остальная преимущественно равнинная часть Краснодарского края.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Gura D., Kuzyakina M., Gribkova I. Assessment of bioclimatic comfort of the Krasnodar Krai // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, Interagromash 2019, Don State Technical University. Rostov-on-Don. Vol. 403. Iss. 1. 19 December, 2019. pp. 1-8.
- 2 Методические рекомендации. Физиология труда и эргономика. Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях 2.2.7.2129-06. 2006. 12 с.
- 3 Кобышева Н.В., Стадник В.В., Ключева М.В. Руководство по специализированному климатологическому обслуживанию экономики. СПб, 2008. 336 с.
- 4 Gura D., Dubenko Yu., Markovskiy I., Pshidatok S. Monitoring infrastructure facilities of territories in agricultural sector // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. V. 403. Iss. 1. 19 December, 2019. 012185. DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012185
- 5 Gura D., Dubenko Yu., Dyshkant E., Pavlyukova A., Akopyan G. 3D laser scanning for monitoring the quality of surface in agricultural sector // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. V. 403. Iss. 1. 19 December, 2019. 012184. DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012184
- 6 Shipilova N.A., Savenko A.A., Shikhovtsov A.A., Sekisov A.N., Popov R.A., Mikheev G.V. Organizational and technological aspect of innovation development of resort-Tourist locations of the Russian Black sea // International Journal of Applied Business and Economic Research. 2017. V. 15. Iss. 23. P. 173-183.
- 7 Kuzyakina M., Gura D., Sekisov A., Granik N. Assessment of Potential Forest Biomass Resource on the Basis of Data of Air Laser Scanning. In: Murgul V., Pasetti M. (eds) // International Scientific Conference Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies EMMFT 2018. EMMFT-2018 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing. 2019. V. 983. Springer, Cham. P. 403-41. DOI: 10.1007/978-3-030-19868-8_41
- 8 Погорелов А.В., Липилин Д.А. Опыт дешифрирования земель разного хозяйственного назначения на территории Краснодарского края по материалам космической съемки // Известия Кубанского государственного университета. Естественные науки. 2013. N 1. С. 92-99.
- 9 Погорелов А.В., Липилин Д.А. О дешифрировании объектов землепользования по космическим снимкам на территории Краснодарского края // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. 2013. N 2 (35). С. 46-51.
- 10 Antipceva J., Volkova T., Lipilin D., Yarotskaya E. Tourist potential of specially protected areas of the Black Sea coast // Mediterranean Coastal Foundation. Mugla Turkey. 2019. P. 233-240.
- 11 Липилин Д.А. Оценка воздействия свалок на компоненты ландшафтной сферы Краснодарского края по данным спутниковой съемки // ИнтерКарто/ИнтерГИС-21: Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение. Краснодар: КубГУ, 2015. С. 625-630.
- Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, Interagromash 2019; Don State Technical University Publ., Rostov-on-Don, vol. 403, iss. 1, 19 December 2019, pp. 1-8.
- 2 *Metodicheskie rekomendatsii. Fiziologiya truda i ergonomika. Rezhimy truda i otdykha rabotayushchikh v kholodnoe vremya na otkrytoi territorii ili v neotaplivaemykh pomeshcheniyakh* 2.2.7.2129-06 [Methodical recommendation. Physiology of work and ergonomics: work and rest Modes for cold-weather workers in open areas or unheated areas]. 2006. 12 p. (In Russian)
- 3 Kobysheva N.V., Stadnik V.V., Klyueva M.V. *Rukovodstvo po spetsializirovannomu klimatologicheskomu obsluzhivaniyu ekonomiki* [Guide to specialized climate services for the economy]. SPb, 2008, 336 p. (In Russian)
- 4 Gura D., Dubenko Y., Markovskiy I., Pshidatok S. Monitoring infrastructure facilities of territories in agricultural sector. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, vol. 403, iss. 1, 19 December, 2019, 012185. DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012185
- 5 Gura D., Dubenko Yu., Dyshkant E., Pavlyukova A., Akopyan G. 3D laser scanning for monitoring the quality of surface in agricultural sector. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, vol. 403, iss. 1, 19 December, 2019, 012184. DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012184
- 6 Shipilova N.A., Savenko A.A., Shikhovtsov A.A., Sekisov A.N., Popov R.A., Mikheev G.V. Organizational and technological aspect of innovation development of resort-Tourist locations of the Russian Black sea. International Journal of Applied Business and Economic Research, 2017, vol. 15, iss. 23, pp. 173-183.
- 7 Kuzyakina M., Gura D., Sekisov A., Granik N. Assessment of Potential Forest Biomass Resource on the Basis of Data of Air Laser Scanning. International Scientific Conference Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies EMMFT 2018. EMMFT-2018 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing, 2019, vol. 983, pp. 403-41. DOI: 10.1007/978-3-030-19868-8_41
- 8 Pogorelov A.V., Lipilin D.A. Experience in decoding land for various economic purposes on the territory of the Krasnodar region based on space survey materials. *Izvestiya Kubanskogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennyye nauki* [Bulletin of the Kuban State University. Natural Sciences]. 2013, no. 1, pp. 92-99. (In Russian)
- 9 Pogorelov A.V., Lipilin D.A. Interpretation objects of land use on space images in the Krasnodar region. *Vestnik Severo-Kavkazskogo federal'nogo universiteta* [Newsletter of North-Caucasus Federal University]. 2013, no. 2 (35), pp. 46-51. (In Russian)
- 10 Antipceva J., Volkova T., Lipilin D., Yarotskaya E. Tourist potential of specially protected areas of the Black Sea coast. Mediterranean Coastal Foundation, Mugla Turkey, 2019, pp. 233-240.
- 11 Lipilin D.A. [Assessment of the impact of landfills on the components of the landscape sphere of the Krasnodar region based on satellite data]. In: *InterKarto/InterGIS-21: Ustoichivoe razvitie territorii: kartografo-geoinformatsionnoe obespechenie* [InterKarto / InterGIS-21: Sustainable development of territories: cartographic and geoinformation support]. Krasnodar, KubSU Publ., 2015, pp. 625-630. (In Russian)

REFERENCES

- 1 Gura D., Kuzyakina M., Gribkova I. Assessment of bioclimatic comfort of the Krasnodar Krai. IOP Conference

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Марина В. Кузякина проанализировала данные, предоставила картографический материал, написала рукопись. Дмитрий А. Гуря предоставил исходный материал, разработал концепцию статьи, участвовал в написании работы. Оба автора в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата или других неэтических проблем.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Marina V. Kuzyakina analysed the data, provided cartographic material and wrote the manuscript. Dmitry A. Gura provided the source material, developed the concept of the article and participated in writing the study. Both authors are equally responsible for plagiarism and self-plagiarism and other ethical transgressions.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Марина В. Кузякина / Marina V. Kuzyakina <https://orcid.org/0000-0003-0492-3630>
Дмитрий А. Гуря / Dmitry A. Gura <https://orcid.org/0000-0002-2748-9622>

Оригинальная статья / Original article
УДК 504.4.054(262.54+262.5)
DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-77-85

Современные данные по загрязнению прибрежной акватории Азово-Черноморского региона России нефтяными углеводородами

Олег А. Миронов, Олег Г. Миронов

Федеральный Исследовательский Центр Институт Биологии Южных Морей
им. А.О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия

Контактное лицо

Олег А. Миронов, кандидат биологических наук, отдел морской санитарной гидробиологии Федерального исследовательского центра «Институт Биологии Южных Морей им. А. О. Ковалевского РАН»; 299011 Россия, г. Севастополь, пр. Нахимова, 2.
Тел. +79780146107
Email miroinov87@gmail.com
ORCID <http://orcid.org/0000-0003-2083-3221>

Формат цитирования

Миронов О.А., Миронов О.Г. Современные данные по загрязнению прибрежной акватории Азово-Черноморского региона России нефтяными углеводородами // Юг России: экология, развитие. 2020. Т.15, N 3. С. 77-85. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-77-85

Получена 11 ноября 2019 г.

Прошла рецензирование 20 декабря 2019 г.

Принята 20 апреля 2020 г.

Резюме

Цель. В настоящее время нефтяное загрязнение остается одним из приоритетных поллютантов морской среды. Особенно это актуально для Черного и Азовского морей, испытывающих существенную антропогенную нагрузку. В работе приведены результаты двухлетних мониторинговых исследований содержания нефтяных углеводородов в поверхностном и придонном горизонтах прибрежных акваторий Азово-Черноморского региона России.

Материал и методы. Определение нефтяных углеводородов проводилось методом инфракрасной спектроскопии на Фурье спектрофотометре ФСМ-1201 с предварительным пропусканием экстрактов через хроматографическую колонку с окисью алюминия. Работы проводились в рамках 5 научных рейсов (93, 96, 100, 102 и 105) НИС «Профессор Водяницкий» в 2017 и 2018 гг.

Результаты. Общая экологическая обстановка по данному показателю характеризуется как стабильная, несмотря на превышение установленных нормативов (ПДК) в ряде случаев в 3 – 4 раза. Определены отдельные очаги локализации нефтяного загрязнения, выявлены уязвимые участки морского побережья юга России. Отмечено превышение содержания нефтяных углеводородов в поверхностном слое по сравнению с придонным, что свидетельствует о поверхностном пути поступления нефтепродуктов в морскую воду.

Заключение. Наиболее подвержены нефтяному воздействию в настоящее время прибрежные акватории западной части Крыма, что в первую очередь связано со стоком Европейских рек и особенностями гидрологического режима моря, а также Керченское предпроливье – район интенсивного судоходства. Кавказское побережье в меньшей степени испытывает воздействие нефтяного загрязнения по сравнению с крымским. Несмотря на то, что в настоящее время содержание данного поллютанта в водах далеко от опасных для человека и гидробионтов количеств, мониторинг данного показателя необходим в связи с возрастающей антропогенной нагрузкой на рекреационные зоны крымского и кавказского побережья.

Ключевые слова

Нефтяные углеводороды, прибрежные акватории, Черное и Азовское море, Крымское и Кавказское побережье России, НИС «Профессор Водяницкий».

Current level of oil hydrocarbons in Russian coastal waters of the Black Sea and Azov Sea

Oleg A. Mironov and Oleg G. Mironov

A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas, Royal Academy of Sciences, Sevastopol, Russia

Principal contact

Oleg A. Mironov, PhD (Biological Sciences), Department of Marine Sanitary Hydrobiology, A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas, Russian Academy of Sciences; 2 Nakhimov Ave, Sevastopol, Russia 299011.

Tel. +79780146107

Email mironov87@gmail.com

ORCID <http://orcid.org/0000-0003-2083-3221>

How to cite this article

Mironov O.A., Mironov O.G. Current level of oil hydrocarbons in Russian coastal waters of the Black Sea and Azov Sea. *South of Russia: ecology, development*. 2020, vol. 15, no. 3, pp. 77-85. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-77-85

Received 11 November 2019

Revised 20 December 2019

Accepted 20 April 2020

Abstract

Aim. Currently, oil pollution remains one of the primary pollutants of the marine environment. This is especially true for the Black Sea and Azov Sea which experience significant anthropogenic pressure. The study presents the results of two-year monitoring studies of the content of oil hydrocarbons in the surface and bottom horizons of the coastal waters of the Azov-Black Sea regions of Russia.

Materials and Methods. The determination of oil hydrocarbons was conducted by infrared spectrometry using a FSM-1201 Fourier spectrophotometer with preliminary transmission of the extracts through a chromatographic column with aluminum oxide. The work was carried out as part of five scientific expeditions (93th, 96th, 100th, 102nd and 105th) of the research vessel, Professor Vodyanitsky, in 2017 and 2018.

Results. The general environmental status for this pollutant is characterized as stable, despite in some cases being 3 to 4 times in excess of established standards (MPC). Separate foci of localized oil pollution have been identified and vulnerable areas of the sea coast of southern Russia have been identified. An excess content of petroleum hydrocarbons in the surface layer compared to the bottom layer was noted, which indicates a surface path of entry of petroleum products into sea water.

Conclusion. Currently, the coastal waters of the western part of Crimea are most affected by oil, primarily associated with the runoff of European rivers and the peculiarities of the marine hydrological regime, including the Kerch Strait, an area of heavy shipping traffic. The Caucasian coast is less affected by oil pollution than the Crimean. Despite the fact that currently the content of oil hydrocarbons in sea water is far from the quantities dangerous to humans and aquatic organisms, monitoring of this indicator is vital due to the increasing anthropogenic pressure on the recreational zones of the Crimean and Caucasian coasts of the Russian Federation.

Key Words

Oil hydrocarbons, coastal waters, Black Sea, Azov Sea, Crimean and Caucasian coasts of Russia, R/V Professor Vodyanitsky.

ВВЕДЕНИЕ

Нефтяное загрязнение прибрежных вод в настоящее время остаётся одной из наиболее острых проблем, вызывающих опасение экологов и природоохранных служб различных стран. В настоящее время Черное море, наряду с Азовским, является морским регионом с наибольшим антропогенным прессом в Европе. Повышенному уровню загрязнения способствует ряд не только антропогенных, но и природных факторов, а именно:

- особое географическое положение, характеризующееся удаленностью от океана;
- специфика гидрологического режима Черного моря;
- ограниченный водообмен с соседними морскими бассейнами, значительное расслоение вод по плотности, замедленный вертикальный обмен водных масс;
- большая площадь водосбора, которая охватывает территорию стран Европы и Малой Азии и составляет 2,3 млн. км²;
- наличие в северо-западной части моря обширной мелководной шельфовой зоны.

Чёрное и Азовское моря, представляют собой полузамкнутые водоёмы с густонаселённой береговой линией и являются одним из наиболее неблагоприятных в экологическом отношении участков океана. На побережье этих морей функционирует ряд крупных нефтеперевалочных баз, в частности: Новороссийск, Туапсе, Железный рог. Большое количество сбросов происходит вблизи крупных портов Болгарии, Турции, Румынии и Украины, а также там, где функционируют нефтеналивные терминалы [1].

По литературным данным [2] вклад различных источников поступления нефтепродуктов в Черное море следующий: около 38% нефтепродуктов поступает при грузовых операциях на причалах и аварийных разливах, 22% – в результате сбросов нефти с судов, 17% – поступает с речными водами, 11% – с промышленными сточными водами, 6% – из атмосферы, 5% – с ливневыми водами населенных пунктов, 1,0% – в результате естественного выхода из недр. В то же время известны оценки, из которых следует, что с учетом данных дистанционного мониторинга морской поверхности вклад судоходства в общий антропогенный поток нефти в Черное море гораздо выше и колеблется в пределах от 10 до 60% [3]. Общий объем поступления нефтяных углеводородов в Черное море оценивается в 270 тыс. тонн в год [4], что более чем вдвое выше данных, указанных в более ранних работах [5].

Как показали наши предшествующие работы, в узкой мелководной зоне Крыма уровни нефтяного загрязнения морской воды на протяжении нескольких лет находились в пределах ПДК для рыбохозяйственных водоёмов [6]. В этой связи представляет интерес изучение содержания нефтяных углеводородов в морской воде в более отдалённых от берега районах, в частности в пределах двенадцатимильной зоны территориальных вод. Это связано с тем, что в данной зоне происходит интенсивное судоходство, а также возможно попадание нефтепродуктов в морскую воду из других источников. Особенно велика нагрузка на акваторию Керченского пролива и черноморского предпроливья

[7]. Здесь наряду с активным судоходством, дампингом и гидростроительством практикуется запрещённая в настоящее время перегрузка топлива с малых нефтеналивных судов на крупнотоннажные танкеры [8]. Спутниковые наблюдения показывают постоянный несанкционированный сброс нефтепродуктов и загрязнённых ими вод в акваторию крымского побережья.

Следует отметить, что в настоящее время не существует единой системы мониторинга нефтяного загрязнения прибрежных акваторий Крымского и Кавказского побережья России. Единичные работы по исследованию содержания данного поллютанта относятся к 1999 г. [9], более поздние данные есть о содержании нефти в водах Керченского пролива [10; 11], привлёкшего к себе внимание после катастрофы танкера Волго-нефть-139 в ноябре 2007 г. Побережье Крымского полуострова в настоящее время также представляет существенный интерес в связи с развитием рекреационных объектов. Большей частью это достаточно благополучные районы, некоторые из которых имеют природоохранный статус. При этом на крымских пляжах нередко явлением являются куски мазута на камнях и скалах, что говорит о наличии достаточного количества нефтепродуктов в водной толще. Тем не менее, полномасштабных мониторинговых работ по оценке содержания НУ в прибрежных водах Крыма не проводилось.

Прибрежная акватория является наиболее уязвимой в экологическом аспекте, поскольку здесь концентрируются загрязняющие вещества, попадающие как со стороны берега, так и со стороны моря, при этом происходит наиболее массовый контакт людей с морской средой. В этой связи целью настоящей работы было оценить количество нефтяных углеводородов, поступающих в прибрежные акватории со стороны моря. Для решения этой задачи в 2017 г. был выработан план регулярного мониторинга нефтяного загрязнения, включающий в себя работу по сетке станций, расположенной вдоль крымского и кавказского побережья России в акваториях Чёрного и Азовского морей (рис. 1). Данная схема позволяет оценить как изменения данного показателя вдоль побережья полуострова, с глубиной, а также выявить и контролировать районы с повышенным содержанием нефти в воде. Большая часть станций пробобора приурочена к районам с повышенной антропогенной, рекреационной нагрузками, а также к природоохранным зонам, т.е. к участкам требующим наиболее тщательного контроля состояния окружающей среды. Полученная информация должна стать основанием для планирования и воплощения в жизнь природоохранных мероприятий различного масштаба.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Пробы морской воды с поверхностного и придонного горизонтов отбирались в 93 (март 2017 г.), 96 (июнь-июль 2017 г.), 100 (ноябрь-декабрь 2017 г.), 102 (май – июнь 2018 г.) и 105 (ноябрь – декабрь 2018 г.) рейсах НИС «Профессор Водяницкий». Таким образом, были охвачены различные сезоны и получен достаточный объем материала для статистической обработки данных. Общая схема станций отбора проб представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. Общая схема станций отбора проб в 93, 96, 100, 102 и 105 рейсах НИС «Профессор Водяницкий»
Figure 1. General schematic of sampling stations of the 93th, 96th, 100th, 102nd and 105th voyages of the Professor Vodyanitskiy research vessel

Как видно из рисунка 1, исследованиями были охвачены большая часть прибрежной акватории Крымского и Кавказского побережья России, имеющие большое хозяйственное и рекреационное значение.

Глубина на точках отбора придонных вод в Черном море составляла от 21 до 110 м. На станциях, расположенных в акватории Азовского моря, глубины не превышали 9–12 м. Отбор проб морской воды с судна производился кассетой батометров из 12 шт. (производитель General Oceanics модель 1010 Niskin Water Sampler) объемом 8 л, установленных на гидрологический комплекс «Neil Brown MARK-III», позволяющей дистанционно проводить отбор морской воды с заданной глубины. Батометр опускается с подвешенной стороны судна. Всего отобрано 186 проб морской воды на 93 станциях. Первичную экстракцию нефтяных углеводородов из морской воды проводили непосредственно на судне. Пробы сливались в делительную воронку с притертой пробкой объемом 2 дм³ и добавляли тетрахлорметан (CCl₄) из расчета 20 см³ на 2 дм³, интенсивным встряхивали в течение 3 мин, после чего воронку оставляли на некоторое время до полного разделения слоев и сливали экстракт (нижний слой) в пробирки. Процедуру проводили трижды для более полного извлечения нефтяных углеводородов из пробы морской воды. Экстракты объединялись. Дальнейшую обработку проводили на берегу в лабораторных условиях с использованием общепринятой методики, разработанной в ГОИН [12]. Экстракты количественно наносились на хроматографическую колонку с Al₂O₃ для отделения полярных соединений. Измерение концентрации НУ производили на фурье-спектрофотометре ФСМ-1201 в диапазоне длин волн 2750–3150 см⁻¹. Рекордное в сравнении с обычными ИК-спектрометрами отношение сигнал/шум позволяет в несколько раз поднять чувствительность и количественно определять углеводороды на уровне 0,01 мг/л и ниже [13]. Благодаря программному обес-

печению спектрофотометра ФСМ-1201 при выходе измеряемой величины за область определения градировочного графика, их концентрация рассчитывается по аппроксимирующему уравнению. Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы Microsoft Excel, визуализация – в программе Golden Software Surfer 13.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Рассмотрим данные по содержанию нефтяных углеводородов, полученные в различных рейсах. Напомним, что в настоящий момент предельно-допустимая концентрация НУ в морской воде составляет 0,05 мг/л. На рисунке 2 представлено содержание в морской воде нефтяных углеводородов в поверхностном и придонном горизонтах в 93 рейсе НИС «Профессор Водяницкий».

Как видно из представленных данных, в 93 рейсе практически во всех случаях наблюдается превышение содержания НУ в поверхностном слое по сравнению с придонным. Причиной является, то, что значительная часть нефтепродуктов в настоящее время поступает в море в результате береговых стоков [14], а также из-за разливов на поверхности воды [11]. В литературе на этот счёт содержатся противоречивые данные, указывающие на отсутствие чёткой тенденции изменения концентрации НУ с глубиной в акватории Чёрного моря, обусловленной особенностями данного водоёма [6].

В целом можно отметить повышенные концентрации НУ на станциях, расположенные у западного побережья Крыма. Повышенные уровни загрязнения западной части акватории обычно связывают со стоком европейских рек, в частности Дуная [14], переносимыми черноморскими течениями на значительные расстояния. Концентрации загрязняющих веществ в этом рай-

оне также связывают с гидрологическим режимом рек [15].

Следует отметить о превышении ПДК в поверхностном и придонном слое на станции в Керченском

предпроливье, что является характерным для этой акватории и сопоставимым с данными других исследователей [16; 17].

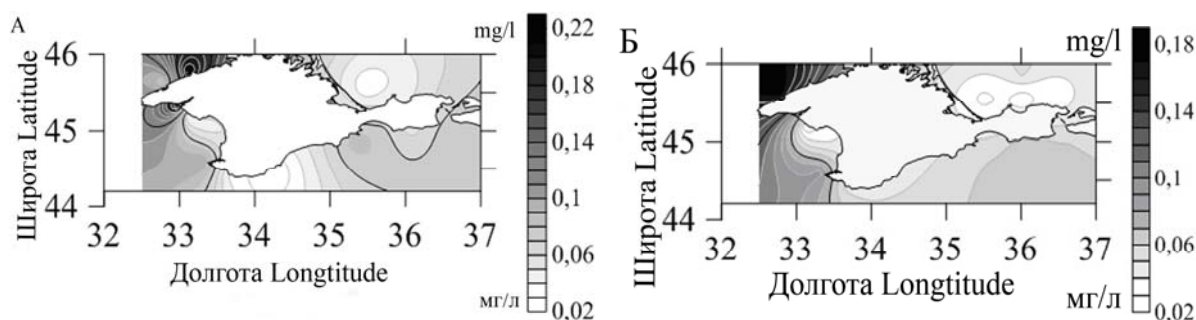


Рисунок 2. Содержание нефтяных углеводородов в поверхностном (а) и придонном (б) слое (93 рейс)

Figure 2. Concentrations of oil hydrocarbons in surface (a) and bottom (b) layers of sea water (93rd voyage)

В 96 рейсе (рис. 3) были отмечены схожие тенденции распределения нефтяных углеводородов – загрязнение локализуется преимущественно у побережья западного Крыма, а также в районе Керченского предпроливья. Интересно отметить, что в данном рейсе был зафиксирован высокий уровень загрязнения поверхностных и придонных вод в районе б. Ласпи. Это свидетельствует, что данная акватория, ранее относившаяся к категории эталонно-чистых, испытывает существенное антропо-

генное воздействие, возможно связанное с активной застройкой урочища Ласпи, наблюдаемой в последние годы.

В рамках 100 рейса НИС «Профессор Водяницкий» из-за погодных условий (длительные шторма, закрытие Керченского пролива для судоходства) удалось отобрать только часть из предварительно запланированных станций (рис. 4).

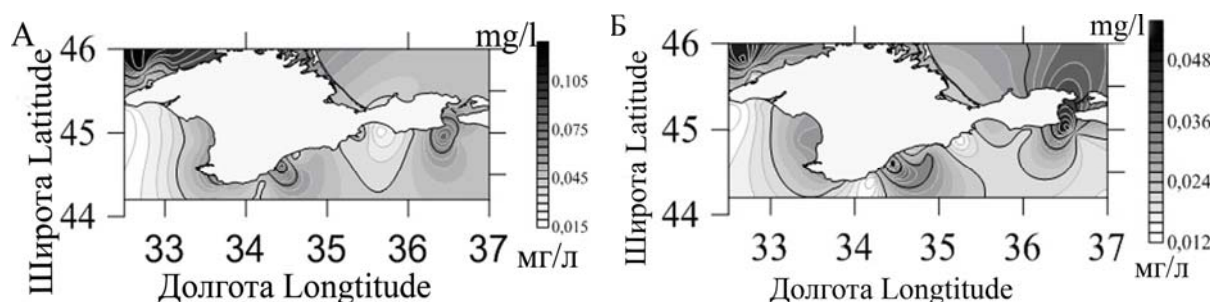


Рисунок 3. Содержание нефтяных углеводородов в поверхностном (а) и придонном (б) слое (96 рейс)

Figure 3. Concentrations of oil hydrocarbons in surface (a) and bottom (b) layers of sea water (96th voyage)

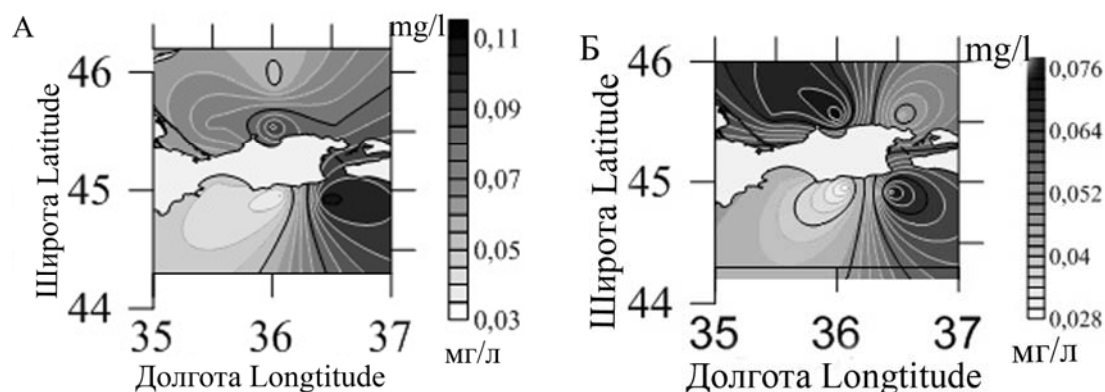


Рисунок 4. Содержание нефтяных углеводородов в поверхностном (а) и придонном (б) слое (100 рейс)

Figure 4. Concentrations of oil hydrocarbons in surface (a) and bottom (b) layers of sea water (100th voyage)

Полученные результаты также свидетельствуют о превышении концентраций нефтяных углеводородов в поверхностном слое по сравнению с придонным. Среднее содержание поллютанта составляло 0,064 мг/л, что несколько выше предельно допустимых концентраций

нефтепродуктов (0,05 мг/л), однако далеко от поражающих и опасных для деятельности человека уровней.

Как следует из результатов 102 рейса (рис. 5), превышение установленных в настоящее время ПДК по нефтепродуктам в морской воде было отмечено в 35% проб.

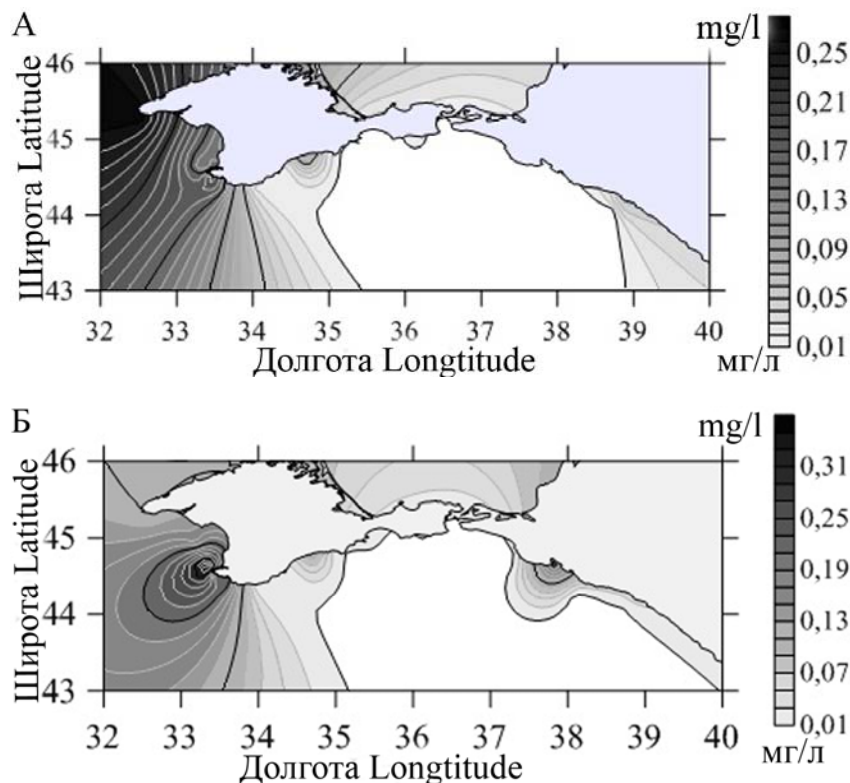


Рисунок 5. Содержание нефтяных углеводородов в поверхностном (а) и придонном (б) слое (102 рейс)

Figure 5. Concentrations of oil hydrocarbons in surface (a) and bottom (b) layers of sea water (102nd voyage)

Большинство станций (71%) со значительным превышением ПДК нефтепродуктов в морской воде наблюдались западнее м. Сарыч. Любопытно отметить, что данные по нефтяному загрязнению Кавказского побережья России, впервые полученные с борта НИС «Профессор Водяницкий», демонстрируют экологическое благополучие данного региона, по сравнению с Крымским побережьем. Единственное существенное превышение ПДК нефтепродуктов в Кавказском районе было отмечено на траверзе Новороссийской бухты (причем в придонном слое морской воды), являющейся местом интенсивного судоходства, в том числе нефтеналивных судов. Возможно, это связано с вторичным загрязнением морской воды из донных осадков, накапливающих в себе значительное количество нефти, особенно в портовых акваториях.

Результаты 105 рейса подтверждают отмеченную в предыдущих рейсах ситуацию: в поверхностном слое морской воды загрязнение локализуется в районе западного Крыма, особенно в районе м. Тарханкут, Керченского предпролива (рис. 6).

Как указывалось выше, регулярные исследования содержания НУ в прибрежных водах Крыма не проводились. Последние опубликованные данные относят-

ся к марту-апрелю 1999 г. [9]. Сравнение с данными съёмки 1999 г. показало, что средние уровни нефтепродуктов в воде стали ниже, чем это отмечалось ранее, когда превышение ПДК зарегистрировано в 9 случаях из 13, а диапазон концентраций составлял - от 0 до 0,20 мг/л. Как и в период настоящего исследования в большинстве случаев содержание нефти в воде убывало с глубиной, хотя были и исключения, которые авторы связывают с наличием источников загрязнения на значительных глубинах (район возможного захоронения судов) [9].

Полученные данные о содержании НУ в водах крымского побережья Чёрного и Азовского морей показали, что в целом исследованная акватория, несмотря на наличие в её водах поллютанта, характеризуется как чистая по данному показателю. Как упоминалось выше загрязнение данного участка малоизученно, и по опубликованным в настоящее время данным об его общем гидрохимическом состоянии судить трудно. Однако на основании мониторинга гидрометслужбой других участков акватории, по комплексу гидрохимических показателей, включающих в себя и концентрацию НУ, воды данных морей отнесены ко II классу качества [18], т.е. к чистым водам.

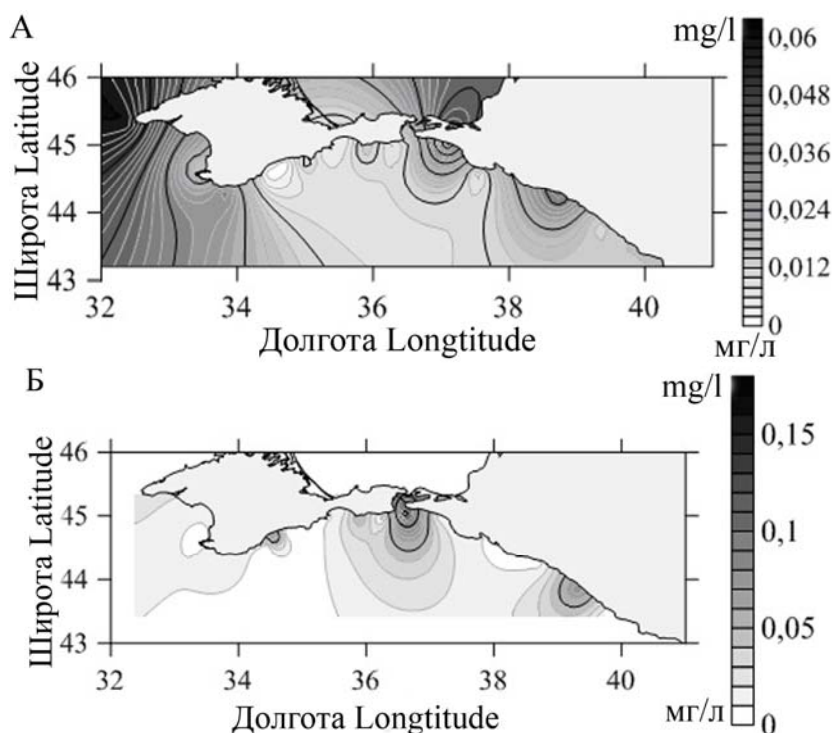


Рисунок 6. Содержание нефтяных углеводородов в поверхностном (а) и придонном (б) слое (105 рейс)
Figure 6. Concentrations of oil hydrocarbons in surface (a) and bottom (b) layers of sea water (105th voyage)

ВЫВОДЫ

Проведенный многолетний мониторинг содержания нефтяных углеводородов в прибрежных водах крымского и кавказского побережья России показал, что, несмотря на постоянное присутствие нефтяных углеводородов в морской воде, экологическая обстановка по данному показателю характеризуется как стабильная. Уровни нефтяного загрязнения, несмотря на превышение в отдельных случаях установленных нормативов в 3 – 4 раза, далеки от поражающих. Наиболее подвержены нефтяному воздействию в настоящее время прибрежные акватории западной части Крыма, что, в первую очередь, связано со стоком Европейских рек и особенностями гидрологического режима моря, а также Керченское предпроливье – район интенсивного судоходства. Кавказское побережье в меньшей степени подвержено воздействию нефтяного загрязнения по сравнению с крымским. Необходимо продолжать экологический мониторинг данного загрязнителя в связи с возрастающей антропогенной нагрузкой на рекреационные зоны крымского и кавказского побережья.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнялась в рамках госзадания ФГБУН ФИЦ ИнБЮМ по теме «Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем» (№АААА-А18-118020890090-2).

ACKNOWLEDGEMENTS

Research was carried out within the framework of state assignment of FRC IBSS on the topic, Molismological and biogeochemical basis of the homeostasis of marine ecosystems (№АААА-А18-118020890090-2).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Митягина М.И., Лаврова О.Ю., Бочарова Т.Ю. Спутниковый мониторинг нефтяных загрязнений морской поверхности // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. N 5. С. 130-149.
2. Ярмук Л.П., Суслов О.Н., Сущенко О.А., Яценко М. М. Оценка антропогенной напряженности экосистем Чёрного моря на основе интегрального показателя экологической напряженности // Водное хозяйство России. 2008. N 5. С. 72-83.
3. Иванов А.Ю., Зятяглова В.В. Картографирование пленочных загрязнений моря с использованием географических информационных систем и космической радиолокации // Исследования Земли из космоса. 2007. N 6. С. 46-63.
4. Заграничный К.А. К вопросу об источниках и объемах поступления нефтяных компонентов в акваторию Чёрного моря // Инженерный вестник Дона. 2014. Т. 28. N 1. С. 80-92.
5. Black Sea Transboundary Diagnostic Analysis. New York: United Nations Development Programme. 1997. 142 p.
6. Миронов О.Г., Миронов О.А. Нефтяные углеводороды в морской воде прибрежной акватории Севастополя // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2015. N 9. С. 25-29.
7. Лаврова О.Ю., Костяной А.Г., Лебедев С.А. Комплексный спутниковый мониторинг морей России. Москва: ИКИ, 2011. 407 с.
8. Немировская И.А. Нефть в Океане (загрязнение и природные потоки). Москва: Научный мир, 2013. 432 с.
9. Щекатурина Т.Л., Осадчая Т.С., Кривошеева Л.В. Фоновые уровни загрязнения нефтепродуктами и бенз(а)пиреном шельфовой зоны Крыма (Чёрное море) // Экология моря. 2002. Вып. 59. С. 80-84.

10. Матишов Г.Г., Инжебейкин Ю.И., Савицкий Р.М. Воздействие на среду и биоту аварийного разлива нефтепродуктов в Керченском проливе в ноябре 2007 г. // Водные ресурсы. 2013. Вып. 40. N 3. С. 259-273.
 11. Ларин А.А., Павленко Л.Ф., Скрыпник Г.В. Загрязнение прибрежной акватории российского Причерноморья нефтяными компонентами // Морской экологический журнал. 2011. Спец. вып. 2. С. 49-55.
 12. Орадовский С.Г. Руководство по методам химического анализа морских вод / Ленинград: Гидрометеиздат, 1977. 208 с.
 13. Леоненко И.И., Антонович В.П., Андрианов А.М., Безлущая И.В., Цымбалюк К.К. Методы определения нефтепродуктов в водах и других объектах окружающей среды // Методы и объекты химического анализа. 2010. Вып. 5. N 2. С. 58-72.
 14. Лебедев С.А. Оценка фоновое загрязнение нефтепродуктами Чёрного и Каспийского морей с использованием данных дистанционного зондирования и модельных расчётов // Материалы Международной научно-практической конференции «Экологические проблемы современности», Майкоп, 12-15 мая 2009 г. С. 25-44.
 15. Дятлов С.Е., Подплетная Н.Ф., Запорожец С.А. Изменчивость содержания нефтепродуктов в воде и донных отложениях Одесского региона северо-западной части Чёрного моря // Вісник ОНУ. Сер.: Географічні та геологічні науки. 2015. Т. 20, Вип. 2. С. 159-169.
 16. Матишов Г.Г., Степаньян О.В., Харьковский В.М., Соьер В.Г. Современные данные по загрязнению Азовского и Чёрного морей углеводородами нефти // Вестник южного научного центра. 2014. Вып. 10. N 4. С. 49-52.
 17. Петренко О.А., Жугайло С.С., Авдеева Т.М., Аджиумеров С.Н. Содержание нефтепродуктов в водной среде, донных отложениях и почве рекреационной зоны г. Керчи и о. Коса Тузла // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2014. Т. 10. Вып. 1. С. 818-821.
 18. Коршенко А.Н. Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2014. Москва: Наука, 2015. 200 с.
- REFERENCES**
1. Mityagina M.I., Lavrova O.Yu., Bocharova T.Yu. Satellite monitoring of oil pollution of the sea surface. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Current problems in remote sensing of the earth from space]. 2015, vol. 12, no. 5, pp. 130-149. (In Russian)
 2. Yarmak L.P., Suslov O.N., Suschenko O.A., Yatsenko M.M. Assessment of anthropogenic tension of the Black Sea ecosystems based on an integrated indicator of environmental tension. *Vodnoe khozyaistvo Rossii* [Russian water economy]. 2008, no. 5, pp. 72-83. (In Russian)
 3. Ivanov A.Yu., Zatyaglova V.V. Mapping of slick pollution of the sea using geographic information systems and space radar. *Issledovaniya Zemli iz kosmosa* [Earth exploration from space]. 2007, no. 6, pp. 46-63. (In Russian)
 4. Zagranchnyi K.A. To the question of sources and volumes of oil components entering the Black Sea. *Inzhenernyi vestnik Dona* [Don Engineering Herald]. 2014, vol. 28, no. 1, pp. 80-92. (In Russian)
 5. Black Sea Transboundary Diagnostic Analysis. New York, United Nations Development Programme, 1997, 142 p.
 6. Mironov O.G., Mironov O.A. Oil hydrocarbons in the coastal waters of Sevastopol. *Zashita okruzhayushei sredy v neftegazovom komplekse* [Environmental protection in the oil and gas complex]. 2015, no. 9, pp. 25-29. (In Russian)
 7. Lavrova O.Yu., Kostyanov A.G., Lebedev S.A. *Kompleksnyi sputnikovyi monitoring morei Rossii* [Integrated satellite monitoring of the seas of Russia]. Moscow, IKI Publ., 2011, 407 p. (In Russian)
 8. Nemirovskaya I.A. *Neft' v Okeane (zagryaznenie i prirodnyy potok)* [Oil in the Ocean (pollution and natural flows)]. Moscow, Nauchnyi Mir Publ., 2013, 432 p. (In Russian)
 9. Schekaturina T.L., Osadchaya T.S., Krivosheeva L.V. Background levels of pollution by oil products and benz(a)pyrene of the coastal zone of the Crimea (the Black Sea). *Ekologiya morya* [Ecology of the Sea]. 2002, iss. 59, pp. 80-84. (In Russian)
 10. Matishov G.G., Inzhebeikin Yu.I., Savitsky R.M. Impact on the environment and biota of an emergency oil spill in the Kerch Strait in November 2007. *Vodnye resursy* [Water Resources]. 2013, iss. 40, no. 3, pp. 259-273. (In Russian)
 11. Larin A.A., Pavlenko L.F., Skrypnik G.V. Pollution of the coastal waters of the Russian Black Sea region with oil components. *Morskoi Ekologicheskii Zhurnal* [Marine Ecological Journal]. 2011, Special iss. 2, pp. 49-55. (In Russian)
 12. Oradovsky S.G. *Rukovodstvo po metodam khimicheskogo analiza morskikh vod* [Guidance on methods for the chemical analysis of sea waters]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1977, 208 p.
 13. Leonenko I.I., Antonovich V.P., Andrianov A.M., Bezlutskaia I.V., Tsybalyuk K.K. Methods for determining oil products in waters and other environmental objects. *Metody i ob'yekty khimicheskogo analiza* [Methods and objects of chemical analysis]. 2010, iss. 5, no. 2, pp. 58-72. (In Russian)
 14. Lebedev S.A. *Otsenka fonovogo zagryazneniya nefteproduktami Chornogo i Kaspiyskogo morey s ispol'zovaniem dannykh distantsionnogo zondirovaniya i model'nykh raschotov* [Estimation of background pollution by oil products of the Black and Caspian Seas using data from remote sensing and model calculations]. *Materiialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Ekologicheskiye problemy sovremennosti», Maykop, 12-15 maya 2009* [Proceedings of the International scientific-practical conference «Ecological problems of the present», Maykop, 12-15 May, 2009]. Maykop, 2009, pp. 25-44. (In Russian)
 15. Dyatlov S.E., Podpletnaya N.F., Zaporozhets S.A. Variability of the oil content in water and bottom sediments of the Odessa region of the northwestern Black Sea. *Vistnik ONU. Ser.: Geografichni ta geologichni nauki* [Herald of ONU. Ser.: Geographic and geological sciences]. 2015, vol. 20, iss. 2, pp. 159-169. (In Russian)
 16. Matishov G.G., Stepanyan O.V., Kharkovsky V.M., Sawyer V.G. Modern data on the pollution of the Azov and Black Seas by oil hydrocarbons *Vestnik Yuzhnogo Nauchnogo Tsentra* [Bulletin of the Southern Scientific Center]. 2014, vol. 10, no. 4, pp. 49-52. (In Russian)
 17. Petrenko O.A., Zhugailo S.S., Avdeeva T.M., Adzhumerov S.N. The content of oil products in the aquatic environment, bottom sediments and soil of the recreational zone of the city of Kerch and island Spit Tuzla. *Geopolitika i ekogeodinamika regionov* [Geopolitics and eco-geodynamics of regions]. 2014, vol. 10, iss. 1. pp. 818-821. (In Russian)
 18. Korshenko A.N. *Kachestvo morskikh vod po gidrokhimicheskimi pokazatelyam. Yezhegodnik 2014* [Sea-water quality by hydrochemical indicators. Yearbook 2014]. Moscow, Nauka Publ., 2015, 200 p. (In Russian)

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Олег А. Миронов собрал материал, проводил химический и спектрофотометрический анализ. Олег Г. Миронов участвовал в анализе и обобщении полученных результатов. Все авторы участвовали в написании рукописи, в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата и других неэтических проблем.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Oleg A. Mironov collected material and carried out chemical and spectrophotometric analysis. Oleg G. Mironov analysed and summarised the data obtained. Both authors participated in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism and self-plagiarism and other ethical transgressions.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Олег А. Миронов / Oleg A. Mironov <http://orcid.org/0000-0003-2083-3221>

Олег Г. Миронов / Oleg G. Mironov <http://orcid.org/0000-0002-5644-6920>

Оригинальная статья / Original article

УДК 911.5

DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-86-96

Изучение и картографирование ландшафтов полуострова Сарептский на Нижней Волге

Ольга Ю. Кошелева¹, Станислав С. Шинкаренко^{1,2}, Денис А. Солодовников², Роман С. Омаров^{1,2}

¹Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения

Российской академии наук, Волгоград, Россия

²Волгоградский государственный университет, Волгоград, Россия

Контактное лицо

Ольга Ю. Кошелева, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник ФНЦ агроэкологии РАН; 400062 Россия, г. Волгоград, пр-т Университетский, 97.

Тел. +78442462568

Email olya_ber@mail.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9616-2383>

Формат цитирования

Кошелева О.Ю., Шинкаренко С.С., Солодовников Д.А., Омаров Р.С. Изучение и картографирование ландшафтов полуострова Сарептский на Нижней Волге // Юг России: экология, развитие. 2020. Т.15, N 3. С. 86-96. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-86-96

Получена 26 июля 2019 г.

Прошла рецензирование 24 ноября 2019 г.

Принята 5 февраля 2020 г.

Резюме

Цель. Острова и полуострова на реке Волге имеют высокую природоохранную и рекреационную ценность для Волгоградской агломерации. Определение современного состояния геокомплексов полуострова Сарептский позволит оценить тенденции развития пойменных экосистем Нижней Волги, испытывающих интенсивные хозяйственные нагрузки.

Материал и методы. Картографирование осуществлялось посредством дешифрирования космического снимка Sentinel-2 и отрисовки ландшафтных контуров в программе QGIS. Полевые работы проводились в июне 2019 года. Заложено 7 пробных площадей. Проводилась таксация лесных насаждений с распределением деревьев по категориям состояния, и осуществлялось геоботаническое описание травостоя.

Результаты. Установлено, что по своему происхождению полуостров Сарептский является островом, который был искусственным путем присоединен к коренному берегу. Ландшафтная структура полуострова включает 6 природно-антропогенных комплексов, из которых наибольшую площадь (62,9%) занимают естественные пойменные леса и лесные культуры; 13,9% занимают заливные луга центральной поймы; 8,0% – аквальные комплексы внутренних водоемов; 7,3% – антропогенно-трансформированные участки (поселения и земли промышленности, дороги, гидротехнические сооружения); 5,1% – открытые участки притеррасной поймы; 2,8% – пляжные отмели прирусловой поймы. Обнаружены признаки негативного влияния зарегулирования русла Волги в виде усыхания топей и скудного видового состава луговой растительности. Установлено, что рекреационной деятельностью территория полуострова охвачена в незначительной степени.

Заключение. Ландшафтно-экологические исследования, проведенные на территории полуострова Сарептский, позволили оценить современное состояние лесных и луговых экосистем, установить основные факторы, влияющие на ухудшение их экологического состояния, и дать рекомендации по оптимизации природопользования.

Ключевые слова

Нижняя Волга, полуостров Сарептский, «Зеленое кольцо», пойменные экосистемы, лесные культуры, природно-территориальные комплексы, ландшафты, антропогенная нагрузка.

Studying and mapping the landscapes of the Sareptsky peninsula in Lower Volga, Russia

Olga Yu. Kosheleva¹, Stanislav S. Shinkarenko^{1,2}, Denis A. Solodovnikov² and Roman S. Omarov^{1,2}

¹Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Meliorations and Agroforestry, Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia

²Volgograd State University, Volgograd, Russia

Principal contact

Olga Yu. Kosheleva, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Federal Research Centre of Agroecology, Russian Academy of Sciences; 97 Prospekt Universitetskyy, Volgograd, Russia 400062.

Tel. +78442462568

Email olya_ber@mail.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9616-2383>

How to cite this article

Kosheleva O.Yu., Shinkarenko S.S., Solodovnikov D.A., Omarov R.S. Studying and mapping the landscapes of the Sareptsky peninsula in Lower Volga, Russia. *South of Russia: ecology, development*. 2020, vol. 15, no. 3, pp. 86-96. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-86-96

Received 26 July 2019

Revised 24 November 2019

Accepted 5 February 2020

Abstract

Aim. Islands and peninsulas in the Volga are of great environmental and recreational importance for the Volgograd agglomeration. Identifying the current state of geo-complexes in the Sareptsky peninsula allow us to assess the developmental trends of the floodplain ecosystems in the Lower Volga, which are under intense economic pressures.

Material and Methods. The mapping was done by decoding Sentinel-2 satellite imagery and drawing landscape contours using the QGIS program. Field work was carried out in June 2019. Seven test plots were laid out. Inventory of forest plantations was undertaken with distribution of trees according to condition and a geobotanical description of the grass stand was done.

Results. The Sareptsky peninsula was revealed to be an island by origin that was artificially attached to the native coast. The landscape structure of the peninsula includes 6 natural-anthropogenic complexes, of which the largest area (62.9%) is occupied by natural floodplain forest and cultivated forest. 13.9% is occupied by water meadows of the central floodplain, 8.0% by aquatic complexes of inland water bodies, 7.3% by anthropogenically transformed areas (settlements and industrial lands, roads and hydraulic structures), 5.1% by open areas of fresh-water floodplain and 2.8% by beach shoals of the river channel floodplain. The signs were revealed of a negative effect on the Volga through the regulation of its flow from desiccation of poplars and meagre species composition of meadow vegetation. It was established that the territory of the peninsula is exposed to a small extent by recreational activities.

Conclusion. Landscape-ecological studies made in the Sareptsky peninsula allowed the assessment of the current state of forest and meadow ecosystems, the identification of the principal factors involved in the deterioration of their ecological status and the articulation of a better way to optimize nature management.

Key Words

Lower Volga, Sareptsky peninsula, Green Belt, floodplain ecosystems, forest cultures, natural-territorial complexes, landscapes, anthropogenic load.

ВВЕДЕНИЕ

В границы Волгограда входят обширные территории многочисленных волжских островов, в том числе и прилепившихся к коренному берегу и ставших полуостровами, комплексное географическое описание которых, как отмечает А.В. Судаков с соавторами [1], ещё не выполнено, несмотря на высокую рекреационную ценность этих территорий. Вообще, тематика изучения островных геосистем, как речных, так и морских, достаточно развита в отечественном и зарубежном ландшафтоведении. В многочисленных научных работах затрагиваются вопросы ландшафтного разнообразия и функционирования островов, их физико-географического районирования и картографирования, антропогенной трансформации, причем большинство исследований выполняется с применением данных дистанционного зондирования [2-6].

Среди островов Нижней Волги наиболее изученным является ее крупнейший остров – Сарпинский. Комплексным изучением физико-географических условий острова занимались многие исследователи [1; 7-9]. Но на Волге ниже Волгоградского гидроузла расположены и другие острова, полуострова, различающиеся по степени ландшафтного разнообразия и освоенности хозяйственной деятельностью. Один из них, полуостров (бывший остров) Сарептский, представляет большой интерес как часть уникального биогеокомплекса юго-востока европейской части России – Волго-Ахтубинской поймы [10; 11], с которым жители города (в том числе экологи, ученые, студенты естественнонаучных направлений) на примере данного полуострова могут познакомиться без переправы через Волгу.

Полевое комплексное обследование территории Сарептского в 2019 году открывает череду многолетних исследований с целью установления современного состояния и основных тенденций в развитии пойменных экосистем полуострова, находящихся под непосредственным воздействием Волгоградской агломерации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Полуостров Сарептский, расположенный в излучине волжского русла, имеет площадь около 5,7 км² и отделен от Волгограда Сарептским (или Красноармейским) затоном. Попасть на полуостров можно либо через северную часть, соединенную с коренным берегом, либо по понтонному мосту, построенному в 1940-х годах. На полуострове расположены посёлки Конный двор и Сухой док, находятся маяк и уже не действующий Красноармейский судоремонтный завод.

Задокументированная история полуострова начинается со второй половины XVIII века, когда на берегу была построена одна из самых больших пристаней Нижнего Поволжья того времени – Сарептская. Бывшая немецкая колония Сарепта, в 1931 году вошедшая в административную черту Волгограда в составе Красноармейского района, передала своё название многим объектам, исторически и территориально связанным с ней: это и железнодорожный посёлок, и станция Приволжской железной дороги, и историко-этнографический и архитектурный музей-заповедник Старая Сарепта.

Изучение старинных карт, в частности военнотопографической карты 1870 года «Трехверстовка Волгоградской области» [12], позволило установить, что по своему происхождению полуостров Сарептский является островом, который был искусственным путем прилеплен к коренному берегу посредством создания насыпной дамбы для строительства железнодорожной ветки, соединяющей пристань на острове с коренным берегом. Дамба замедлила течение воды по рукаву Волги, превратив его в затон, а в оголовке острова стали активно происходить процессы седиментации, постепенно превращая остров в крупный побочень. «Смычка» с коренным берегом расширилась в ходе постепенного зарастания приверха побочия луговой и древесно-кустарниковой растительностью, а также в ходе работ по берегоукреплению (рис. 1).

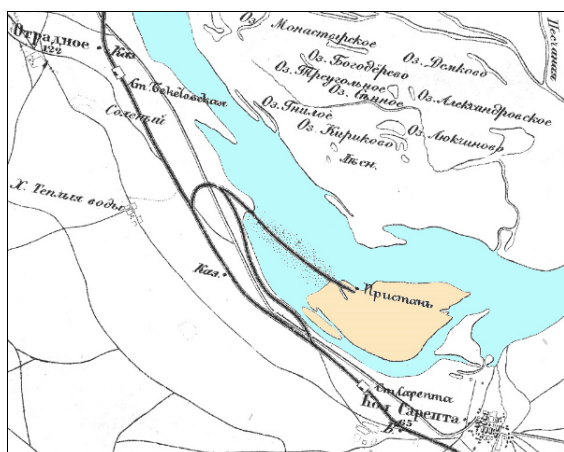


Рисунок 1. Полуостров Сарептский: А – вид острова Сарептский на топографической карте 1870 г.; В – современный вид полуострова на космическом снимке 2018 г.

Figure 1. Sareptsky peninsula: А – view of Sareptsky island on a topographic map of 1870; В – modern view of the peninsula in a satellite image of 2018

Сегодня большая часть территории полуострова отведена под земли Красноармейского участкового лесничества города. В 1950-1960-х годах в рамках создания «Зеленого кольца» вокруг Сталинграда (Волгограда) здесь, к уже имеющимся пойменным осокорникам и ивнякам, были посажены лесные культуры тополя черного и ясеня.

Уникальность полуострова Сарептский для Волгограда заключается в том, что это единственный пой-

менный массив шириной до 1,0-1,2 км на всем протяжении правого коренного берега от северных границ города до трассы Волго-Донского судоходного канала. Во время весеннего половодья территория полуострова затопливается, однако скорость течения вдоль левого берега намного выше, чем в затоне. Благодаря этому практически на всем левобережье полуострова сформировался специфический пейзаж с участием деревьев с подмытыми обнаженными корнями (рис. 2).



А



В

Рисунок 2. Тополевые насаждения на полуострове Сарептский: А – тополя с подмытыми корнями на прирусловой пойме; В – галерейные тополя на первом прирусловом валу (ПП №1)

Figure 2. Poplar plantations in the Sareptsky peninsula: А – poplars with scoured roots in the river bed floodplain; В – gallery of poplars along the first channel bank (research polygon №1)

Расположение в границах города и транспортная доступность для рекреантов обуславливает высокую степень антропогенной нагрузки на территорию полуострова Сарептский. Фактически полуостров находится в глубине промышленной функциональной зоны города, в окружении таких предприятий как ВОАО «Химпром», ОАО «Вторчермет», Волгоградская судостроительная верфь, Волгоградский литейно-механический завод, Волгоградская ГРЭС и других.

В качестве исходной информации для картографирования ландшафтной структуры полуострова использовался космический снимок Sentinel-2. Составление карты осуществлялось по материалам полевого и камерального дешифрирования снимка в программном комплексе QGIS 2.14. Подсчет площадей ландшафтных контуров проводился также с помощью программы QGIS на эллипсоиде WGS 84.

Натурные обследования, согласно общепринятым методикам комплексных ландшафтно-экологических исследований, в природных ландшафтах полуострова проводились в межливневый период, в июне 2019 года. Таксация древостоя на пробных площадях (ПП) размером 50×50 м проводилась сплошным перечетом деревьев с определением основных лесоводственных характеристик: высоты, диаметра, запаса и бонитета насаждений [13]. Приблизительный возраст насаждений устанавливался по материалам лесоустройства Красноармейского лесничества Волгоградского лесхоза и по годовым кольцам пней. Категория состояния деревьев определялась по укрупненной и модифицированной шкале Е.Г. Мозолева [14]: 1 –

«хорошее» состояние имеют здоровые деревья, без признаков ослабления, пораженности болезнями и вредителями и механических повреждений стволов; 2 – «удовлетворительное» – деревья с признаками усыхания в виде суховершинности или наличия сухих ветвей в кроне более 30%, со следами низового пожара или механическими повреждениями ствола; 3 – «неудовлетворительное» – погибшие деревья (сухостой текущего года или прошлых лет) или деревья в сильной степени пораженные вредителями или болезнями.

Изучение растительности на лугу проводилось с закладкой геоботанической площадки 10×10 м. Количественное соотношение видов на площадке характеризовалось по шкале Друде: Soc (socialis) – «обильно», растения растут сплошь, смыкаясь своими надземными частями; Cop.3 (copiosus) – «очень много», растения встречаются в очень большом количестве; Cop.2 – «много», растения встречаются в большом количестве; Cop.1 – «довольно много», растения встречаются в небольшом количестве; Sp (sparsus) – «мало», вид обильен, но сплошного покрова не образует; Sol (solitarius) – «единично», вид растет рассеянно; Un (unicum) – виды встречаются единичными экземплярами. Для обозначения неравномерного размещения растений к обозначению обилия может добавляться gr (gregaria) – растение встречается скоплениями, среди которых наблюдается примесь особей других видов. Оценка жизненности травянистых растений проводилась по шкале В.В. Алекина: 1 – виды слабо вегетирующие, находятся в неблагоприятных условиях существования; 2 – виды не цветут, только вегетируют; 3 – виды проходят в данном

сообществе полный нормальный цикл развития (нормальный рост, цветение, плодоношение). Отмечались следующие фенофазы: вегетация (veg.), бутонизация (бут.), цветение (цв.), плодоношение (пл.), вегетация после плодоношения (пл./veg.), отмирание (отм.), состояние покоя (пок.) [15].

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Дешифрирование космических снимков и полевые исследования позволили составить ландшафтную карту, которая иллюстрирует закономерности пространственного размещения различных природно-территориальных комплексов (ПТК) и антропогенно-трансформированных территорий на полуострове Сарептский. Ландшафтная структура полуострова включает 6 категорий природных и природно-антропогенных комплексов, хорошо различимых на космических снимках (рис. 3):

1 – песчаные пляжи прирусловой поймы преимущественно без почвенно-растительного покрова, либо заиленные с поверхности с густыми зарослями кустарниковой ивы или пионерными группировками дурнишниково-тростниково-хвощевых сообществ (*Ass. Equisetum arvense+Phragmites australis+ Xanthium strumarium*);

2 – тополевые (*Populus nigra*), ясеновые (*Fraxinus*

lanceolata, *F. americana*) и тополево-ясеновые лесные культуры с примесью ивы древовидной (*Salix alba*, *S. pentandra*) на аллювиальных дерновых суглинистых почвах прирусловой и центральной частях поймы;

3 – заливные луга центральной поймы на легко- и среднесуглинистых аллювиальных луговых почвах, используемые в качестве сенокосов;

4 – аквальные комплексы пойменных озер и проток (4а), окаймленных околотовидными сообществами (*Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Bolboschoenus glaucus* и др.) на формирующихся аллювиальных лугово-болотных почвах (4б).

5 – открытые или закустаренные участки поймы, подверженные выпасу или иным видам антропогенной нагрузки, с мезо- и ксерофитным травянистым покровом (*Poa angustifolia*, *Elytrigia repens*, *Lactuca tatarica*, *Artemisia austriaca* и др.), приуроченные, преимущественно, к её притеррасной части на супесчаных и легкосуглинистых почвах с полугидроморфным режимом, переходящим в автоморфный;

6 – антропогенно-трансформированные участки (селитебные территории, дороги, преимущественно, грунтовые, понтонный мост через Сарептский затон и дамба вокруг водохранилища в северо-западной части полуострова).

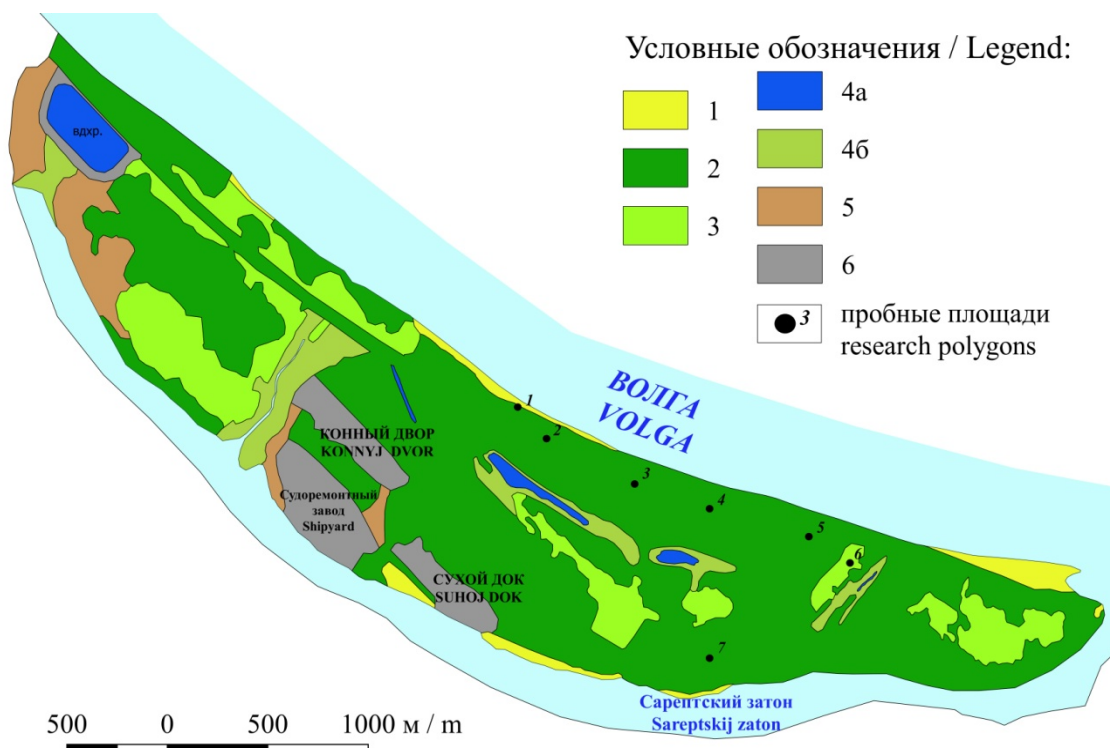


Рисунок 3. Ландшафтная карта полуострова Сарептский (обозначения в тексте)

Figure 3. Sarepsky peninsula landscape map (identified in the text)

Пляжные отмели с преобладанием песчаных отложений занимают примерно 2,8% от площади полуострова и являются самыми нестабильными его образованиями, каждый год меняя свою площадь и очертания под влия-

нием работы водного потока. Исключение составляют участки, частично укрепленные пионерной растительностью (*Salix*, *Equisetum*, *Cyperus* и др.), которая создает препятствие для насыщенных наносами паводковых вод.

Наибольшую площадь (64,2%) среди ПТК полуострова занимают естественные пойменные леса и лесные культуры. Доминантами полога в лесных экосистемах на полуострове Сарептский являются тополь черный (*Populus nigra*) и ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*), формирующие либо чистые древостои, либо в различных схемах смешения. В примеси встречаются ясень зеленый, или ланцетолистный (*Fraxinus lanceolata*) и вяз приземистый (*Ulmus pumila*). По левобережью полуострова, на берегу Волги произрастают отдельные экземпляры лоха узколистного (*Elaeagnus angustifolia*).

Согласно материалам лесоустройства Красноармейского лесничества Волгоградского лесхоза 1995 года во многих выделах преобладала ива древовидная, образующая смешанные насаждения с тополем и ясенем, однако постепенно ива была вытеснена ясенем и сегодня ивняки самостоятельно встречаются небольшими участками только в виде низкорослых кустарниковых зарослей у уреза воды. В основном же они произрастают, чередуясь с топольниками, по приустьевым опушкам лесов и у края лугов.

Результаты таксации лесных насаждений на пробных площадях представлены в таблице 1.

Пробная площадь № 1 (48°32'12" с.ш.,

44°30'53" в.д.) представляет собой ленточное насаждение тополя черного на первом приустьевом валу с травяным покрытием из осоки береговой, злаков и бобового разнотравья (*Ass. Carex riparia – Poaceae [Poa pratensis+Calamagrostis epigejos+Bromus inermis] – Fabaceae [Trifolium pratense+Medicago falcata]*) с проективным покрытием 20-25%. 65-летние тополя высотой 17-20 м не образуют сплошного сомкнутого полога и имеют достаточно низкий бонитет (III). Около половины деревьев имеют те или иные признаки ослабления: 35% суховершинят, 15% имеют сухие ветви в кроне. 25% деревьев представляют собой сухой прошлых лет.

Высокую долю гибели пойменных древостоев связывают с комплексом климатических (увеличение выпадения общего количества атмосферных осадков в холодный период года и уменьшение – в теплый) и гидрологических, в том числе и гидротехнических (зарегулирование стока Волги), факторов. Как следствие, происходит заглубление грунтовых вод в летне-осенний период из-за сильного сокращения высоты и частоты весенних паводков и переувлажнение местообитаний в зимний период, в результате чего в почвах образуется глеевый поверхностный горизонт, токсичный для древесно-кустарниковой растительности [16-18].

Таблица 1. Таксационная характеристика лесных пробных площадей

Table 1. Inventory characteristics of forest research polygons

№	Породный состав Tree species composition	Доля участка в древостое Share of stand	Средняя высота, м Average height, m	Средний диаметр, см Average Diameter, m	Возраст, лет Age, years	Бонитет Bonitet	Число деревьев на 1 га Number of trees per 1 ha	Запас, м³/га Wood stock, m³/ha	Категории состояния, % Status categories, %		
									1	2	3
1	<i>Populus nigra</i>	100	18,0	40,5	65	III	1156	1237	25	50	25
2	<i>Fraxinus excelsior</i>	70	17,0	25,0	60	II	455	284	57	36	7
	<i>Populus nigra</i>	30	21,5	57,5	60	I	195	548	17	66	17
3	<i>Fraxinus excelsior</i>	70	10,0	14,2	35	III	360	18	36	14	50
	<i>Populus nigra</i>	30	11,5	12,0	40	III	120	9	100	0	0
4	<i>Populus nigra</i>	60	22,0	54,5	65	I	384	968	36	36	27
	<i>Fraxinus excelsior</i>	40	16,5	23,0	60	III	256	82	78	11	11
5	<i>Fraxinus excelsior</i>	90	18,0	41,3	65	II	700	896	44	39	17
	<i>Populus nigra</i>	10	20,5	69,9	65	II	64	297	50	0	50
6	<i>Fraxinus excelsior</i>	70	10,6	18,0	65	II	268	22	93	7	0
	<i>Populus nigra</i>	30	23,0	58,1	65	I	115	349	100	0	0

Пробные площади № 2 (48°32'07" с.ш., 44°30'58" в.д.), № 3 (48°31'58" с.ш., 44°31'21" в.д.), № 4 (48°31'58" с.ш., 44°31'34" в.д.) и № 5 (48°31'52" с.ш., 44°32'02" в.д.) заложены по маршруту вдоль левого берега полуострова с северо-запада на юго-восток на центральной высокой пойме в тополево-ясеневых и ясенево-тополевых лесных культурах, представляющих собой, как правило, 3-ярусные сообщества с сомкнутостью полога 0,3-0,5 (рис. 4А). Независимо от схемы смешения первый древесный

ярус в насаждениях представлен тополем черным (20-23 м), второй – ясенем обыкновенным или зеленым (10-18 м). Травяной ярус представлен в основном мезо- и гигрофитами из семейств *Poaceae* (*Elytrigia repens*, *Puccinellia gigantea*), *Asteraceae* (*Arctium lappa*, *Bidens tripartite*), *Lamiaceae* (*Glechoma hederacea*, *Leonurus quinquelobatus*), в том числе и рудеральный *Leonurus quinquelobatus*, *Plantaginaceae* (*Plantago major*) и др. Травостой на всех ПП достаточно разреженный, проек-

тивное покрытие колеблется от 20 до 50%.

В целом, состояние ясеня обыкновенного на пробных площадях характеризуется как «хорошее». В насаждениях II-III классов бонитета запас древостоя ясеня колеблется от 284 до 896 м³/га, составляя суммарно в смешанном ясенево-тополево насаждении от 832 до 1193 м³/га. На ПП № 2 и 5 доля деревьев «неудовлетворительного» состояния достаточно низка. Однако на ПП №3 и частично на ПП №4 обнаружен очаг (площадью примерно 3-4 га) поражения ясеня вредителем – ясеновой изумрудной узкотелой златкой (*Agrilus planipennis*). На стволах усыхающих и усохших деревьев этой породы (27-64% от всех ясеней на ПП) были обнаружены характерные вылетные отверстия жуков, а под корой – личиночные ходы узкотелой златки. В связи со способностью этого опасного карантинного вида к полету (может пролетать расстояния до 0,5-1 км) очень высока угроза жизни соседним насаждениям с участием ясеня. Сложившаяся ситуация требует осуществления комплекса активных защитных мероприятий против златки, в первую очередь, проведение срочных санитарных рубок для локализации очага вредителя.



А



В

Рисунок 4. Пробные площади в природных комплексах полуострова Сарептский:

А – ясеновые лесные культуры (ПП №2); В – заливной луг в центральной части поймы (ПП №6)

Figure 4. Research plots in natural complexes of the Sareptsky peninsula:

A – forest of *Fraxinus excelsior* (research polygon № 2); B – flood meadow in central part of floodplain (research polygon № 6)

Травостой на пробной площади представлен двухъярусным василистниково-разнотравно-болотнищевым сообществом (*Ass. Eleocharis palustris+Variherbetum – Thalictrum aquilegiifolium*) с проективным покрытием 100%. Большинство растений отличаются высокой жизненностью (табл. 2).

Флористический состав представлен 26 видами травянистых растений, входящих в состав 15 семейств, что указывает на невысокое видовое богатство. Наибольшее число приходится на *Poaceae*, *Asteraceae* и *Lamiaceae* – по 3 вида в семействах, в семействах *Cyperaceae*, *Polygonaceae*, *Ranunculaceae*, *Convolvulaceae* и *Boraginaceae* по 2 вида. По одному представителю

имеют 7 семейств: *Fabaceae*, *Brassicaceae*, *Alismataceae*, *Cucurbitaceae*, *Scrophulariaceae*, *Iridaceae*, *Rubiaceae*. По жизненным формам преобладают многолетние – 19 видов, на долю однолетних приходится 7 видов. Средняя высота травостоя на пробной площади составляет 60-65 см, высота первого яруса достигает 1,0-1,5 м за счет василистника (*Thalictrum aquilegiifolium*) и окопника (*Symphytum officinale*).

По отношению к влаге большинство растений относится к мезофитам и гигрофитам, встречаются и гидрофиты (*Eleocharis palustris*, *Iris pseudacorus*, *Alisma plantago-aquatica*).

Таблица 2. Геоботаническое описание пробной площади №6 (луг)

Table 2. Geobotanical description of research polygon №6 (meadow)

№	Вид Species	Высота, см Height, sm	Обилие Abundance	Фенофаза Phenophase	Жизненность Vitality
1	<i>Eleocharis palustris</i>	50	Cop.3	вег., пл. veg., fruct.	3
2	<i>Bolboschoenus glaucus</i>	70	Sp.	вег. veg.	2
3	<i>Cirsium incanum</i>	90	Sp.	вег., бут. veg., bud.	3
4	<i>Xanthium strumarium</i>	30	Sp.	вег. veg.	3
5	<i>Bidens tripartita</i>	20	Sol.	вег. veg.	2
6	<i>Puccinellia gigantea</i>	90	Sol.	вег., пл. veg., fruct.	3
7	<i>Bromus inermis</i>	110	Sol.	вег., пл. veg., fruct.	3
8	<i>Elytrigia repens</i>	80	Sp.	вег. veg.	3
9	<i>Rumex acetosa</i>	60	Sp.	вег., бут. veg., bud.	3
10	<i>Polygonum aviculare</i>	40	Sp.	вег. veg.	2
11	<i>Thalictrum aquilegiifolium</i>	150	Cop.1	вег., бут. veg., bud.	3
12	<i>Ranunculus acris</i>	60	Un.	вег., цв. veg., flow.	3
13	<i>Convolvulus arvensis</i>	40	Sol.	вег. veg.	2
14	<i>Calystegia sepium</i>	20	Sol.	вег. veg.	2
15	<i>Lithospermum officinale</i>	60	Sol gr.	вег., цв. veg., flow.	3
16	<i>Symphytum officinale</i>	90	Sp gr.	вег., цв. veg., flow.	3
17	<i>Mentha arvensis</i>	40	Sol.	вег. veg.	3
18	<i>Stachys palustris</i>	70	Sol gr.	вег., цв. veg., flow.	3
19	<i>Chaiturus marrubiastrum</i>	60	Sol .	вег. veg.	2
20	<i>Vicia cracca</i>	50	Sp.	вег., цв. veg., flow.	3
21	<i>Rorippa palustris</i>	45	Sp gr.	вег., цв. veg., flow.	3
22	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	25	Sp.	вег. veg.	3
23	<i>Echinocystis lobata</i>	40	Sol gr.	вег. veg.	2
24	<i>Veronica longifolia</i>	90	Sol .	вег., бут. veg., bud.	3
25	<i>Iris pseudacorus</i>	120	Sol .	вег. veg.	2
26	<i>Galium aparine</i>	30	Sp gr.	вег., бут. veg., bud.	3

Примечание: Обилие: soc. – socialis, «обильно»; cop.3 – copiosus, «очень много»; cop.2 – «много»; cop.1 – «довольно много»; sp. – sparsus, «мало»; sol. – solitarius, «единично»; un. – unicum, виды встречаются единичными экземплярами; gr. – gregaria, растение встречается скоплениями, среди которых наблюдается примесь особей других видов. Фенофазы: вег. – вегетация, бут. – бутонизация, цв. – цветение, пл. – плодоношение

Note: Abundance: Soc. – plants of high sociability; Cop.3 – copious, «very much»; Cop.2 – copious, «a lot»; Cop.1 – copious, «quite a lot»; Sp. – sporadic; Sol. – single plant; Un. – unique plant; gr. – growing gregariously. Phenophases: veg. – vegetation, fruct. – fructification, bud. – budding, flow. – flowering

Пробная площадь № 7 (48°31'34" с.ш., 44°31'41" в.д.) заложена на другой стороне полуострова, в 150 м от берега Красноармейского затона в мертвопокровных ясенево-тополевых лесных культурах на аллювиальных дерновых среднесуглинистых почвах притеррасной поймы. Верхний полог с сомкнутостью 0,4-0,5 формирует осокорь высотой до 25 м. Второй ярус образует ясень обыкновенный высотой 10-12 м. Третий ярус формируется подростом ясеня высотой 3-5 м. При относительно невысоком запасе древостоя (371 м³/га) насаждения в этой части полуострова отличаются от насаждений левобережья лучшим состоянием древостоя: здесь практически отсутствуют суховершинные и усыхающие деревья.

Постоянные внутренние водоемы центральной поймы занимают около 13,1 га, что составляет 5,7% от площади полуострова, однако, как и в случае с пляжными отмелями, их количество и площадь могут существенно меняться, увеличиваясь в период половодья, и сокращаясь в меженный период. По берегам этих водоемов, как правило, формируются труднопроходимые заросли околотовной растительности с участием болотницы (*Eleocharis palustris*), тростника (*Phragmites australis*), рогоза (*Typha angustifolia*), клубникамышы (*Bolboschoenus glaucus*) и других видов. Эти территории вполне могут войти в фонд водно-болотных угодий на Нижней Волге.

В настоящее время непосредственному антропогенному влиянию подвержено 41,3 га территории (2,3% от площади полуострова): это поселки, дачные участки, территория судоремонтного завода, гидротехнические сооружения (дамбы), а также дороги (преимущественно, грунтовые). Население здесь малочисленно и сконцентрировано в юго-западной части полуострова, в месте сообщения с городом через понтонный мост. К этому же мосту приурочен и основной ареал рыболовной рекреации. К территориям, испытывающим непосредственное хозяйственное воздействие, можно также отнести 29 га (7,3%) открытых участков притеррасной поймы с мезо- и ксерофитным травянистым покровом, используемых в качестве пастбищных угодий. Выпас, как самое распространенное и неконтролируемое воздействие на пойменные экосистемы, на полуострове, однако, не имеет массового характера и ландшафтов, непосредственно пострадавших от него, зафиксировано не было.

Во время проведения полевых исследований, следы активной пляжно-бивуачной рекреации (кострища, мусор и т.д.) в лесных и пляжных ПТК обнаружены в незначительных количествах, что свидетельствует о невысоких рекреационных нагрузках на территорию полуострова. В целом, при нахождении на полуострове, присутствие в минутной доступности крупного промышленного города практически не ощущается.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что полуостров Сарептский представляет собой сформировавшийся полночленный пойменный участок, генетическая природа которого аналогична ландшафтному устройству Волго-Ахтубинской поймы. На полуострове было выделено 6 ландшафтных комплексов, включающих как природные, так и антропогенно-преобразованные территориальные комплексы, среди которых по занимае-

мой площади доминируют лесные экосистемы из тополя черного и ясеня обыкновенного и зеленого, последние вытеснили аборигенные виды ивы, которая сохранилась в виде отдельно стоящих деревьев, либо кустарниковых зарослей в прирусловой части поймы. Состояние насаждений полуострова оценивается, в целом, как «хорошее», причем отмечено лучшее состояние древостоя в южной части полуострова, ближе к берегу Сарептского затона. Выяснение причин этого явления требует проведения дальнейших исследований. Большие опасения вызывает очаг поражения насаждений ясеня изумрудной узкотелой златкой. Если срочно не провести санитарную рубку, данный очаг может распространиться на насаждения всего полуострова.

Оптимальное использование пойменных территорий предполагает учет всех особенностей ландшафтной структуры, мезорельефа, режима поемности, стабилизирующей и ресурсной роли растительности [16]. Нахождение в границах города такой перспективной в природоохранном и рекреационном отношении территории, как полуостров Сарептский, также предполагает разработку комплекса научно-обоснованных рекомендаций к рациональному использованию пойменных геокомплексов. При нашем предварительном (и достаточно поверхностном) исследовании, было установлено, что современные проблемы полуострова Сарептский, связанные с урбанизацией, рекреацией и пожарами носят, скорее, локальный характер. Основные проблемы экологического состояния исследованной территории связаны, прежде всего, с зарегулированием стока Волги, о чем свидетельствует массовое усыхание топей, особенно в прирусловой части полуострова, и скудный видовой состав луговой растительности. Существующий режим попусков на Нижней Волге, когда снижены длительность паводков (на 2-3 недели) и максимальные расходы воды, высокая гравитая пойма либо не заливается совсем, либо заливается на слишком короткий срок, что приводит к иссушению пойменных почв и их засолению, внедрению зональных видов в пойменные сообщества. На фоне недостаточного увлажнения ненормированный выпас может вызывать ксерофитизацию пойменных растительных сообществ, а нерегулируемая рекреационная и иная хозяйственная деятельность провоцировать высокую пожароопасность. Таким образом, для сохранения уникальных пойменных экосистем полуострова Сарептский (как и всей Волго-Ахтубинской поймы) необходимо обеспечить сохранение пойменного заливания на уровне, максимально приближенном к естественному: 15-30 дней, с апреля по май.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена по теме НИР ФНЦ агроэкологии РАН № АААА-А16-116122010038-9, а также при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Волгоградской области в рамках научного проекта №18-45-342003.

ACKNOWLEDGEMENTS

Work performed under the research topic of the Federal Scientific Centre of Agroecology, Russian Academy of Sciences, no.AAAA-A16-116122010038-9, and with the financial support of the RFBR and the Administration of the Volgograd Region, project number 18-45-342003.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Судаков А.В., Новицкий С.Л., Монинов С.Н. Волжские острова в границах г. Волгограда: природные условия и хозяйственно-рекреационный потенциал // Псковский регионологический журнал. 2015. N 22. С. 18-30.
2. Белянин П.С. Особенности ландшафтной структуры архипелага Кай (Молуккские острова) // География и природные ресурсы. 2014. N 4. С. 153-160.
3. Ганзей К.С. Особенности ландшафтной структуры Гавайских островов // Фундаментальные исследования. 2013. N 1-2. С. 327-334.
4. Грищенко М.Ю., Гаврилова В.И., Карпачевский А.М., Петровская А.Ю., Леонова Г.М. Изучение и картографирование почв и ландшафтов полуострова Весловский (остров Кунашир, Курильские острова) // Изв. Вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». 2018. Т. 62. N 1. С. 63-69. DOI: 10.30533/0536-101X-2018-62-1-63-69
5. Никитина (Шевчук) Ю.Г., Олзоев Б.Н. Изучение антропогенной трансформации ландшафтов Прибайкалья по космическим снимкам на примере острова Ольхон // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. N 2 (85). С. 67-74.
6. Sarma A. Landscape degradation of river island Majuli, Assam (India) due to flood and erosion by river Brahmaputra and its restoration // Journal of medical and bioengineering. 2014. V. 3. N 4. P. 272-276. DOI: 10.12720/jomb.3.4.272-276
7. Бодрова В.Н. Картографирование лесистости острова Сарпинский Волгоградской области // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2018. N 3. С. 47-54.
8. Рулев А.С., Дорохина З.П., Кошелева О.Ю., Шинкаренко С.С. Картографирование ландшафтной структуры пойменных экосистем Нижней Волги (на примере острова Сарпинский) // Научная жизнь. 2017. N 11. С. 48-56.
9. Рулев А.С., Шинкаренко С.С., Кошелева О.Ю. Оценка влияния гидрологического режима Волги на динамику затопления острова Сарпинский // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. 2017. Т. 159, кн. 1. С. 139-151.
10. Бармин А.Н., Иолин М.М., Занозин В.В. Пойменные леса Волго-Ахтубинской поймы и проблема рекреации // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. 2005. N 2. С. 62-65.
11. Канищев С.Н., Солодовников Д.А., Золотарев Д.В., Шинкаренко С.С., Курсакова Н.А. Рекреационное природопользование на территории Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги: методические рекомендации по нормированию рекреационных нагрузок и оценке состояния природных комплексов. Волгоград: ООО «Царицынская полиграфическая компания», 2012. 120 с.
12. Трехверстовка Волгоградской области. Военно-топографическая карта 1870 г. URL: http://www.etomesto.ru/map-volgograd_trehverstovka/ (дата обращения: 17.07.2019)
13. Верхунов П.М., Черных В.Л. Таксация леса. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. 395 с.
14. Мозолевская Е.Г. Первичные и интегральные показатели состояния насаждений, используемые при мониторинге // Лесной вестник. 2000. N 6. С. 65-67.
15. Хапугин А.А., Варгот Е.В., Чугунов Г.Г. Методы исследования растительного покрова наземных экосистем // Методы полевых экологических исследований. Саранск, 2014. С. 4-42.

16. Балюк Т.В. Формирование экосистем на первичных элементах пойменного рельефа в естественных и антропогенно измененных условиях. М.: РАСХН, 2005. 197 с.
17. Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. Оценка изменений наземных экосистем Нижней Волги при зарегулировании // Аридные экосистемы. 2017. Т. 23. N 4 (73). С. 22-34.
18. Шульга В.Д., Обельцев С.В., Шульга Д.В. Особенности степного лесоводства. Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2010. 396 с.

REFERENCES

1. Sudakov A.V., Novicky S.L., Monikov S.N. Volga Islands in Volgograd: Environmental Conditions, Economic and Recreational Potential. Pskovskii regionologicheskii zhurnal [Pskov Journal of Regional Studies]. 2015, no. 22. pp. 18-30. (In Russian)
2. Belyanin P.S. Landscape structure characteristics of the Kai archipelago (Moluccas). Geografiya i prirodnye resursy [Geography and natural resources]. 2014, no. 4, pp. 153-160. (In Russian)
3. Ganzei K.S. Landscape Structure Peculiarities of the Hawaii Islands. Fundamental'nye issledovaniya [Fundamental research]. 2013, no. 1-2, pp. 327-334. (In Russian)
4. Grishchenko M.Y., Gavrilova V.I., Karpachevskiy A.M., Petrovskaya A.Y., Leonova G.M. Detailed research and mapping of the soils and the landscapes of the Veslovsky peninsula (Kunashir, Kuril islands). Izvestiya vuzov «Geodezy and Aerophotosurveying», 2018. vol. 62, no. 1, pp. 63-69. (In Russian) DOI: 10/30533/0536-101X-2018-62-1-63-69
5. Nikitina (Shevchuk) Yu.G., Olzoev B.N. Space Image-based Study of Baikal Region Landscape Anthropogenic Transformation (by example of Olkhon island). Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta [Vestnik of Irkutsk State Technical University]. 2014, no. 2 (85), pp. 67-74. (In Russian)
6. Sarma A. Landscape degradation of river island Majuli, Assam (India) due to flood and erosion by river Brahmaputra and its restoration. Journal of Medical and Bioengineering, 2014, vol. 3, no. 4, pp. 272-276. DOI: 10.12720/jomb.3.4.272-276.
7. Bodrova V.N. Mapping of Forest Coverage of the Sarpinsky Island (Volgograd oblast). Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya [Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 5, Geografia]. 2018, no. 3, pp. 47-54. (In Russian)
8. Rulev A.S., Dorokhina Z.P., Kosheleva O.Yu., Shinkarenko S.S. Mapping the Landscape Structure of Underground Ecosystems of the Lower Volga (Case Study of the Sarpinsky Island). Nauchnaya zhizn' [Scientific Life]. 2017, no. 11, pp. 48-56. (In Russian)
9. Rulev A.S., Shinkarenko S.S., Kosheleva O.Yu. Assessment of the Influence of the Hydrological Regime of the Volga River on the Dynamics of Flooding on Sarpinsky Island Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Seriya Estestvennye nauki [Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki]. 2017, vol. 159, no. 1, pp. 139-151. (In Russian)
10. Barmin A.N., Iolin M.M., Zanozin V.V. The Floodplain Forests of the Volga-Akhtuba Floodplain and the Problem of Recreation. Yuzhno-Rossiiskii vestnik geologii, geografii i

global'noi energii [The South-Russian Bulletin of Geology, Geography and Global Energy]. 2005, no. 2, pp. 62-65. (In Russian)

11. Kanishchev S.N., Solodovnikov D.A., Zolotarev D.V., Shinkarenko S.S., Kursakova N.A. *Rekreacionnoe prirodopol'zovanie na territorii Volgo-Ahtubinskoj pojmy i del'ty Volgi: metodicheskie rekomendacii po normirovaniyu rekreacionnyh nagruzok i ocenke sostoyaniya prirodnih kompleksov* [Recreational use of natural resources on the territory of the Volga-Akhtuba floodplain and the Volga delta: guidelines for the rationing of recreational loads and assessing the state of natural complexes]. Volgograd, Tsaritsyn Printing Company, 2012, 120 p. (In Russian)
12. *Trekhverstovka Volgogradskoj oblasti. Voennotopograficheskaya karta 1870 year* [Three-versts map of Volgograd region. Military Topographic Map 1870]. Available at: http://www.etomesto.ru/map-volgograd_trehverstovka/ (accessed: 17.07.2019)
13. Verhunov P.M., Chernyh V.L. *Taksaciya lesa* [Forest taxation]. Joshkar-Ola, MarSTU, 2007, 395 p. (In Russian)
14. Mozolevskaya E.G. Primary and integral indicators of

the state of stands used in monitoring. *Lesnoi vestnik* [Forestry Bulletin]. 2000, no. 6, pp. 65-67. (In Russian)

15. Khapugin A.A., Vargot E.V., Chugunov G.G. [Methods for studying the vegetation cover of terrestrial ecosystems]. In: *Metody polevykh ekologicheskikh issledovaniy* [Field Ecological Research Methods]. Saransk, 2014, pp. 4-42. (In Russian)
16. Balyuk T.V. *Formirovanie ekosistem na pervichnykh elementah pojmennogo rel'efa v estestvennykh i antropogennyykh usloviyakh* [The Formation of Primary Ecosystems on Fresh Alluvial Deposits under Natural and Anthropogenic Conditions]. Moscow, RAAS Publ., 2005, 197 p. (In Russian)
17. Kuz'mina Zh.V., Treshkin S.E. Assessment of changes in terrestrial ecosystems of the lower Volga during regulation. *Aridnye ekosistemy* [Arid ecosystems]. 2017, vol. 23, no. 4 (73), pp. 22-34. (In Russian)
18. Shul'ga V.D., Obel'cev S.V., Shul'ga D.V. *Osobennosti stepnogo lesovodstva* [Features of steppe forestry]. Volgograd, Volgograd State University Publ., 2010, 396 p. (In Russian)

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Ольга Ю. Кошелева написала рукопись, оформила картографический материал. Станислав С. Шинкаренко, Ольга Ю. Кошелева и Роман С. Омаров проводили полевые исследования, обработку и анализ полученных материалов. Роман С. Омаров создал электронную карту полуострова Сарептский и атрибутивную базу данных в программном комплексе QGIS. Денис А. Солодовников осуществлял корректировку рукописи до поступления в редакцию. Все авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата или других неэтических проблем.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Olga Yu. Kosheleva wrote the manuscript and designed the cartographic material. Stanislav S. Shinkarenko, Olga Yu. Kosheleva and Roman S. Omarov conducted field research, processing and analysis of the materials obtained. Roman S. Omarov created an electronic map of the Sareptsky peninsula and an attributive database using the QGIS software package. Denis A. Solodovnikov proof-read the manuscript before it was submitted to the Editor. All authors are equally responsible for plagiarism and self-plagiarism and other ethical transgressions.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Ольга Ю. Кошелева / Olga Yu. Kosheleva <https://orcid.org/0000-0002-9616-2383>
Станислав С. Шинкаренко / Stanislav S. Shinkarenko <https://orcid.org/0000-0002-9269-4489>
Денис А. Солодовников / Denis A. Solodovnikov <https://orcid.org/0000-0002-7635-912X>
Роман С. Омаров / Roman S. Omarov <https://orcid.org/0000-0003-2762-3673>

Оригинальная статья / Original Article

УДК 338.484.6

DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-97-116

Проблемы и перспективы создания туристических деревень здоровья как потенциал развития медицинского туризма в Исламской Республике Иран (на примере провинции Йезд)

Сомайех С. Хоссейни¹, Масуд Тагвайи¹, Загир В. Атаев^{2,3}, Виталий В. Братков⁴¹Исфаханский университет, Исфахан, Иран²Дагестанский государственный педагогический университет, Махачкала, Россия³Центр географических исследований Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук, Нальчик, Россия⁴Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия

Контактное лицо

Загир В. Атаев, кандидат географических наук, профессор, НИИ биогеографии и ландшафтной экологии, Дагестанский государственный педагогический университет; 367000 Россия, г. Махачкала, ул. Магомеда Ярагского, 57.
Тел. +79289611097

E-mail zagir05@mail.ruORCID <https://orcid.org/0000-0001-7731-5594>

Формат цитирования

Хоссейни С.С., Тагвайи М., Атаев В.В., Братков В.В. Проблемы и перспективы создания туристических деревень здоровья как потенциал развития медицинского туризма в Исламской Республике Иран (на примере провинции Йезд) // Юг России: экология, развитие. 2020. Т.15, N 3. С. 97-116. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-97-116

Получена 25 мая 2020 г.

Прошла рецензирование 7 июля 2020 г.

Принята 27 июля 2020 г.

Резюме

Цель. В статье рассматриваются современное состояние медицинского туризма, проблемы и перспективы оценки препятствий и ограничений создания туристических деревень здоровья в иранской провинции Йезд.

Материал и методы. Данные были получены с использованием аналитико-документального метода с ориентацией на анализ содержания и путем интервьюирования и анкетирования ключевых экспертов области, что позволило выявить и разработать индексы развития медицинского туризма в сфере развития деревень здоровья.

Результаты. На первом этапе анализ данных производился с помощью программы MAXQDA-11. На втором этапе полученные данные были изучены с целью оценки состояния этих индексов с помощью модели SOWAT, а затем были произведены расстановка приоритетов и расчет удельного веса препятствий и ограничений с использованием комплексных критериев.

Выводы. Слабая транспортировка медицинских туристов по причине ограниченного количества внутренних и международных авиарейсов, недоступность лечения и наблюдения после выписки, неэффективное законодательство в области страхования и отсутствие новых законов были определены соответственно как самые главные препятствия на пути развития медицинского туризма. Соответственно, в соответствии с указанными проблемами должны разрабатываться и реализовываться долгосрочные и краткосрочные стратегии. С другой стороны, с учетом ограничений и препятствий предложены места, подходящие для строительства деревень здоровья, расположенные на минимальном расстоянии от Йезда. Они отмечены на карте с помощью программы Arc GIS. В ходе реализации проекта были разработаны стратегические задачи.

Ключевые слова

Медицинский туризм, деревни здоровья, контент-анализ, комплексное принятие решений, провинция Йезд.

Problems and prospects of creating health tourism villages as a potential for developing medical tourism in the Islamic Republic of Iran (Case study: Yazd province)

Somayeh S. Hosseini¹, Masud Tagvayi¹, Zagir V. Ataev^{2,3} and Vitaly V. Bratkov⁴

¹Isfahan University, Isfahan, Iran

²Dagestan State Pedagogical University, Makhachkala, Russia

³Centre for Geographical Research, Kabardino-Balkar Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Nalchik, Russia

⁴Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

Principal contact

Zagir V. Ataev, PhD (Geography), Professor, Research Institute of Biogeography and Landscape Ecology, Dagestan State Pedagogical University; 57 Magomed Yaragsky St, Makhachkala, Russia 367000. Tel. +79289611097

Email zagir05@mail.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7731-5594>

How to cite this article

Hosseini S.S., Tagvayi M., Ataev Z.V., Bratkov V.V. Problems and prospects of creating health tourism villages as a potential for developing medical tourism in the Islamic Republic of Iran (Case study: Yazd province). *South of Russia: ecology, development*. 2020, vol. 15, no. 3, pp. 97-116. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-97-116

Received 25 May 2020

Revised 7 July 2020

Accepted 27 July 2020

Abstract

Aim. The article discusses the current state of medical tourism, problems and prospects in order to assess the obstacles and limitations in creating tourist health villages in the Iranian province of Yazd.

Materials and Methods. The data were obtained using the analytical and documentary method with a focus on content analysis and by interviewing and questionnaires of key experts of the region: this allowed the identification and development indices for the development of medical tourism in the development of health villages.

Results. During the first stage, data analysis was performed using the MAXQDA-11 program. In the second stage, the data obtained were studied in order to assess the state of these indices using the SOWAT model. Priorities were then set and the specific weight of obstacles and restrictions was calculated using complex criteria.

Conclusions. Poor transportation provision for medical tourists due to the limited number of domestic and international flights, unavailability of treatment and follow-up after discharge, ineffective insurance legislation and lack of appropriate new legislation were identified as the main obstacles to the development of medical tourism. Accordingly, long-term and short-term strategies should be developed and implemented in accordance with these issues. On the other hand, taking into account the restrictions and obstacles noted, we have proposed locations suitable for building health villages at a minimum distance from Yazd. These are indicated on a map created using the Arc GIS program. During project implementation, strategic objectives were developed.

Key Words

medical tourism, health villages, content analysis, integrated decision-making, Yazd province.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире медицинский туризм представляет собой сравнительно новое направление, приносящее около 60 миллиардов долларов дохода в год, причем эти доходы ежегодно увеличиваются примерно на 20% [1; 2]. Этот факт играет важную роль в формировании будущего медицинского обслуживания на глобальном уровне, поскольку занимает место на стыке развивающихся областей технологий, экономики, культурных коммуникаций и других сфер международных отношений. Чаще всего медицинский туризм представляется в качестве новой формы туризма, в которой туристы посещают зарубежные регионы с целью получения лечения и медицинских услуг [3-6]. Эта индустрия является непосредственным результатом глобализации услуг здравоохранения [7] и туризма, что является показателем интеграции по крайней мере двух секторов – медицины и туризма, обладающих колоссальным экономическим потенциалом для мировой экономики [8]. Иначе говоря, медицинский туризм как одна из составляющих туристской индустрии тесно связан с туристской индустрией через отели, авиакомпании, сферы досуга и развлечений, соответствующую инфраструктуру [9], а также согласуется с другими учреждениями, такими как новые больницы, страховые компании, агентства путешествий [2].

Несмотря на широкое применение медицинской терминологии, медицинский туризм представляет собой законченную форму устойчивого туризма, обладающую отдельным и специфическим механизмом маркетинга услуг в сфере здравоохранения и туристической деятельности, в которой предполагается взаимодействие с туристами, посещающими одно конкретное направление [10]. Медицинский туризм позволяет больным людям получать путем международных путешествий доступ к качественному и эффективному лечению [11], получая более дешевые медицинские услуги, чем в стране их проживания.

Инвестирование в этот сектор служит средством наращивания дохода, оптимизации услуг, поступления иностранной валюты, создания более благоприятного торгового баланса и в целом роста туризма [1-3; 11; 12]. Рост его популярности по причине высокой стоимости медицинского обслуживания в индустриальных странах обусловлен такими факторами, как легкость и экономичность международных пассажирских перевозок, быстрый технологический прогресс и развитие стандартов медицинского обслуживания во многих странах мира, устойчивое состояние охраны здоровья в отдельных западных странах [13].

К другим причинам этих путешествий можно отнести длительное время ожидания, отсутствие некоторых видов медицинских услуг в медицинском страховании, отсутствие доступа к конкретным видам медицинских услуг по этическим причинам и в связи с уровнем профессиональных навыков [14; 15]. Медицинский туризм включает в себя не только обязательные и дополнительные виды медицинской терапии (хирургической и нехирургической), но также услуги по поддержанию здоровья в сочетании с услугами по размещению, досугу, питанию, туры или поиск достопримечательностей в каком-либо туристическом направлении [16].

В сфере оздоровительного туризма проводятся многочисленные исследования, в особенности в сфере медицинского туризма и факторов, влияющих на его развитие. Отличие проведенного нами исследования от аналогичных исследований состоит в определении и оценке ограничений и препятствий на пути развития оздоровительного туризма с акцентом на медицинском туризме в сфере расширения сети деревень здоровья с целью унификации услуг для обеспечения благополучия больных и туристов, а также действующих в этом секторе объектов на основе комплексного (качественно-количественного) метода, который будет подробно описан на различных этапах данного исследования. Ниже указаны важнейшие работы, посвященные теме рассматриваемого исследования, и полученные результаты.

F. Azizi и Sh. Zahedi в одной из своих работ определяют и рассматривают ограничения в развитии оздоровительного туризма в провинции Йезд [17]. Они пришли к выводу, что важнейшими препятствиями являются высокие расходы, неудобная законодательная база, медицинские нужды местного сообщества и кадровый голод.

В другом исследовании S. Maleki, R.M. Haydar и Z. Shahrokh рассмотрели состояние туризма в городе Мешхеде с точки зрения иностранных пациентов, выявили пробелы и трудности этой индустрии, предложив пути исправления и оптимизации процессов привлечения медицинских туристов и предоставления им услуг в этой сфере. В этом исследовании упоминается о важнейших программах развития медицинского туризма, информировании, электронной регистрации, системе финансовых транзакций, необходимости использования в больницах иностранных языков, полных пакетах в сфере оздоровительного туризма, визах и внутригородском трансфере [18].

В исследовании, проведенном V. Nemati и его коллегами, рассматриваются препятствия на пути развития медицинского туризма в провинции Ардебиль. Авторы признаются, что качество услуг и профессиональных кадров являются важнейшими факторами, а информационная система, маркетинг, политика, законодательство и инфраструктура представляют собой важнейшие программы по развитию медицинского туризма в Ардебиле [19].

M. Taghvaei и M. Goodarzi с помощью интегративного подхода определили приоритетность стратегий развития медицинского туризма в городской агломерации Шираза. В этом исследовании упоминаются важнейшие слабые места и препятствия на пути развития медицинского туризма в городской агломерации Шираза с точки зрения подхода анализа иерархических процессов (АНР), слабость системы маркетинга и рекламы, недостаток организаций и компаний, связанных с отраслью медицинского туризма. С точки зрения подходов, основанных на нечетком методе анализа сетевых процессов (АНР) и лабораторной проверки и оценки принятия решений (fuzzy-DEMATEL) представлены политические проблемы и слабая коммуникация с соседними странами, в особенности со странами Персидского залива и негативная пропаганда зарубежных СМИ как важнейшие слабые стороны и ограничения, имеющиеся в рамках этого города [20].

R. Veerasoontorn и R. Beise-Zee представили общую модель определения и анализа международных драйверов в сфере медицинских услуг и международных больниц, в которой факторы давления (отсутствие доступа к медицинскому уходу, отсутствие доверия и ненадежность, негативный опыт, длинные очереди на запись, недоступность новых терапевтических услуг) приводят к поиску медицинских услуг за рубежом. Они приводят факторы притяжения, способствующие этим поездкам (медицинские инновации, организационная продуктивность, качество обслуживания, гарантии и культурные факторы) [21].

В работе V.C. Heung, D. Kucukusta, H. Song рассматриваются факторы, оказывающие влияние на развитие медицинского туризма в Гонконге. Результаты показывают, что политика и нормативная база, позиция государства, расходы, специализация, инвестиционный потенциал, язык и коммуникации, льготы, проблемы возможностей и потребности местного сообщества в медицинском обслуживании являются основными препятствиями на пути развития медицинской туристской индустрии в Китае. Предлагается несколько стратегий ликвидации этих препятствий, в том числе новая политика, рекламная деятельность, меры государства по стимулированию инвестиций на рынке медицинского туризма, сотрудничество сектора гостеприимства и медицинских учреждений с целью развития медицинских туристских продуктов [1].

Anna Garcia Altes в своем исследовании рассматривает ряд первостепенных вызовов и возможностей оздоровительного туризма в научной и концептуальной областях туризма. Результаты показывают, что старение населения, изменение образа жизни, туристические альтернативы и некоторые особенности системы здравоохранения и медицины создали в этой индустрии бесчисленные возможности и ограничения (с точки зрения надзора, инфраструктуры и рынка), различные пути преодоления которых излагаются в данном исследовании [22].

В работе S. Kim, J. Lee и M. Kim изучаются общие процессы на рынке медицинского туризма, определяются проблемы и препятствия, влияющие на развитие медицинского туризма в Корее, предлагаются решения и политика по преодолению этих препятствий. Учитывая результаты анализа медицинского туризма в Корее, к слабым местам их системы относятся недостаточная активность, отсутствие централизованной системы поддержки, отсутствие эксклюзивных стратегий, ориентированных на конкурентные страны, недостаточное количество специалистов в области медицинского туризма и неэффективная правовая система. К тому же, к угрозам этой индустрии относятся конкуренция с другими странами в сфере предоставления услуг медицинского туризма, появление новых конкурентов в Восточной Азии, неожиданные глобальные кризисы и враждебность международного сообщества к Корее. В этой статье содержатся решения, направленные на ликвидацию слабых сторон и угроз, а также предлагаются стратегии, с помощью которых Корея может стать одним из ведущих направлений медицинского туризма [23].

L. Rokni и его коллеги в своем исследовании определили эффективные факторы, которые потенциально мешают развитию медицинского туризма в Юж-

ной Корее. Согласно результатам этого исследования, несмотря на поддержку, которую оказывает этой отрасли государство, отсутствие профессионализма у специалистов в сфере здравоохранения и навыков в области межкультурных коммуникаций служат основными препятствиями на пути развития медицинского туризма в Корее. К другим эффективным факторам относятся запрос на адекватную деятельность по улучшению ситуации, политика и разработка мер [24].

Ситуация в сфере медицинского туризма в Иране

Согласно опубликованным рейтингам, Иран не принадлежит к числу ведущих стран в плане привлекательности для медицинских туристов и делает первые шаги в этом направлении [25]. Однако, с точки зрения стоимости медицинского туризма, он занимает десятое место по версии Международного журнала о медицинских путешествиях (International Medical Travel Journal, IMTJ) [26].

К преимуществам Ирана в этой отрасли можно отнести всемирную известность иранских медиков, в особенности в странах региона [27], доступ Ирана к новым достижениям в сфере медицины (стволовые клетки), подходящая культурная среда для мусульманских стран, глобальная известность благодаря профессионализму медперсонала в сфере кардиохирургии, хирургии суставов, микрохирургии глаза, пластической хирургии и хирургии красоты, лечения бесплодия и стоматологии [28], адекватным расценкам на медицинские услуги и низким ценам на диагностику [28-32], выпуску полисов на страхование профессиональной ответственности врачей [18], наличию четырех времен года и разнообразию туристических, исторических, культурных и природных достопримечательностей [29; 30; 32], наличию источников минеральной воды в большинстве провинций страны, пустынным районам в Куме и услугам медикаментозного лечения с помощью фитопрепаратов в Хамадане [33], блестящему прошлому и древним традициям медицины [34; 35]. Также внимание ответственных лиц в этой области могут привлечь такие особые преимущества Ирана, как географическая близость к Центральной Азии, Ближнему Востоку и арабским рынкам, общие и схожие культурные и языковые особенности с соседними странами [27; 29; 32; 36], наличие трех миллионов проживающих за рубежом иранцев, которые также нуждаются в качественных медицинских услугах по приемлемым ценам [29; 32], высокий спрос пациентов из соседних стран на медицинские услуги в области реаниматологии и медицины красоты, спрос иностранных пациентов на получение эксклюзивных видов терапии, высокий спрос на внутреннем рынке на различные виды услуг в сфере хирургии красоты [28].

Именно поэтому, согласно документу «Перспектива Ирана», Иран способен достичь ведущих позиций в рейтинге медицинского туризма на Ближнем Востоке, и прогнозируется, что в 1400 году по иранскому календарю (2021 год) Иран посетят 550 000 медицинских туристов, что позволит получить доход в размере 2,75 миллиардов долларов и создать прямым или косвенным образом 392 857 рабочих мест [37]. Согласно другому документу – «Горизонт-1404» (2025 год), прогнозируется, что Иран привлечет 1,4 миллиона человек в сфере медицинского туризма, а потому он способен достичь

ведущих позиций в области медицинского туризма в регионе Ближнего Востока [38].

Учитывая данные, предоставленные управлением по медицинскому туризму Министерства здравоохранения и медицинского образования, к основным целям медицинского туризма в Иране можно отнести гинекологические болезни, ортопедическую хирургию, кардиологию, урологию, микрохирургию глаза, инфекционные заболевания, общую хирургию, ринопластику, нехирургические заболевания, и целевыми рынками для данного вида туризма являются в основном такие страны, как Афганистан, Ирак, Азербайджан, Пакистан, Оман, Бахрейн, Кувейт, Туркменистан, Индия и Катар [39].

С другой стороны, несмотря на особые компетенции и преимущества Ирана в этой области, по причине многочисленных недостатков и вызовов, таких как неопределенность общих целей развития оздоровительного туризма, малая активность частного сектора в сфере оздоровительного туризма, слабая связь и согласованность между организациями, связанными с оздоровительным туризмом (например, агентствами путешествий, гостиницами и местами размещения, больницами, страховыми компаниями, культурными и историческими объектами), отсутствие медицинских виз для медицинских туристов, ограниченные возможности международных авиаперевозок [28], недостаточная согласованность деятельности организаций, отвечающих за медицинский туризм, отсутствие эффективного маркетинга на мировом уровне, отсутствие универсальной системы сбора информации о прибытии в государство медицинских туристов [31], неэффективность системы информирования о возможностях медицинского туризма в регионе, дефицит необходимой для развития этой отрасли инфраструктуры и пробелы в законодательстве,

недостаточное количество специализированных учреждений, облегчающих деятельность в сфере медицинского туризма, отсутствие специализированных рабочих комитетов в Министерстве здравоохранения и медицинского образования и Организации культурного наследия, народных промыслов и туризма [28], Иран до сих пор не сумел занять достойное место в этом секторе туризма.

Район исследования

Провинция (остан) Йезд, площадью 285 129 км² (7,9% от общей площади государства) и населением 1 138 533 человека, располагается в центральной части Ирана. Эта провинция граничит на северо-западе с провинцией Исфахан, северо-востоке – с провинцией Южный Хорасан, на юго-западе – с провинцией Фарс, на юго-востоке – с провинцией Керман. Политико-административным центром провинции является город Йезд, а центрами областей провинции (шахрестан) являются города Абаркух, Ардакан, Бафк, Тафт, Харат, Эшкезер, Бехабад, Махриз и Мейбод.

Йезд как центр провинции предоставляет большим медицинским услуги в 13 больницах (6 публичных, 4 частных и 3 публичных негосударственных) [40], а также в целом ряде диагностических клиник. По сути, в городе Йезд медицинские услуги предоставляются медицинским туристам как государственным, так и частным сектором. Учитывая, что в 2018-2019 году количество медицинских туристов, обратившихся в медицинские учреждения Йезда, заметно сократилось по сравнению с 2017-2018 и особенно 2016-2017 годами (рис. 1), настоящее исследование ставит целью изучить препятствия и ограничения на пути развития медицинского туризма с ориентацией на унификацию услуг с целью расширения сети деревень здоровья.

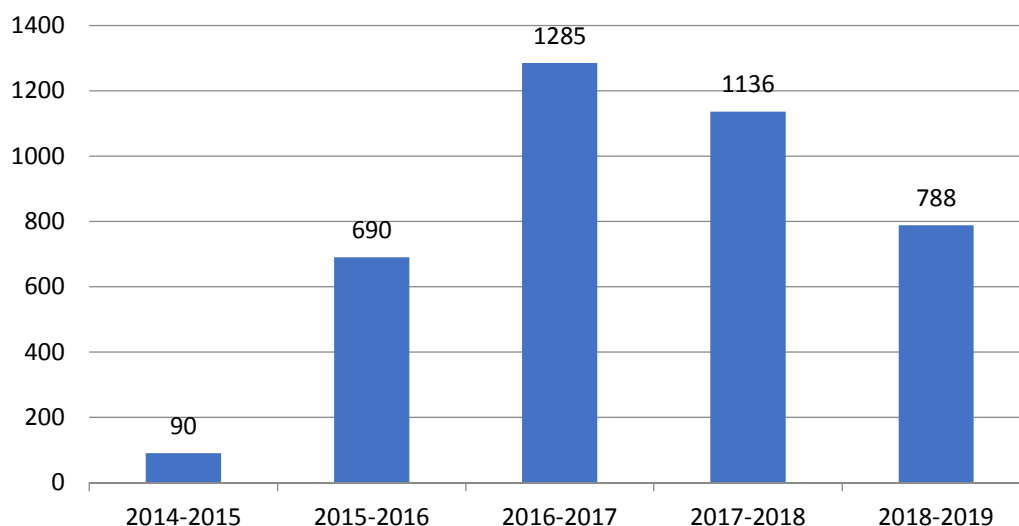


Рисунок 1. Количество медицинских туристов-иностранцев, посетивших провинцию Йезд [39]

Figure 1. Number of foreign medical tourists visiting Yazd province [39]

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Настоящее исследование основано на комплексном методе и качественно-количественном подходе.

На первом этапе мы воспользовались методом контент-анализа для выявления и разработки индексов

и подиндексов развития медицинского туризма в сфере расширения сети деревень здоровья. Когда исследователь пользуется качественными методами, ему необходимо выявлять переменные, которые потом можно подвергнуть количественной верификации. С этой целью

мы сначала определили исследования, связанные со сферой медицинского туризма и расширением сети деревень здоровья, из которых мы рассмотрели индексы 87 исследователей. Собранные данные были представлены с помощью документального метода в форме анкет и опросников, которые были розданы профессорам и должностным лицам, занятым в сфере оздоровительного туризма, составившим группу из восьми человек (руководитель отдела оздоровительного туризма Министерства здравоохранения и медицинского образования, специалисты отдела оздоровительного туризма Министерства культурного наследия, туризма и народных промыслов, опытные преподаватели, специализирующиеся на оздоровительном туризме), что позволило в конечном итоге придать индексам законченный вид с помощью экспертной группы.

«Обоснованная теория» (Grounded theory, GT) – это один из качественных методов, основным фунда-

ментом которого является получение кодов, концептов и категорий, и процесс исследования на первом этапе базировался на этой теории. На втором этапе мы воспользовались методикой SOWAT, чтобы оценить положение Йезда с точки зрения выявленных индексов, и, определив слабые места и угрозы, мы разделили на категории большую часть препятствий и ограничений на пути развития медицинского туризма с ориентацией на расширение сети деревень здоровья в Йезде, и с помощью методики АНР определили их рейтинг.

Генеральной совокупностью на этапе оценки и приоритизации препятствий и ограничений на пути развития медицинского туризма было определенное количество (10 человек) ключевых экспертов Йезда. В этой работе метод сбора данных использовался различным образом в течение нескольких этапов, как показано на рис. 2.

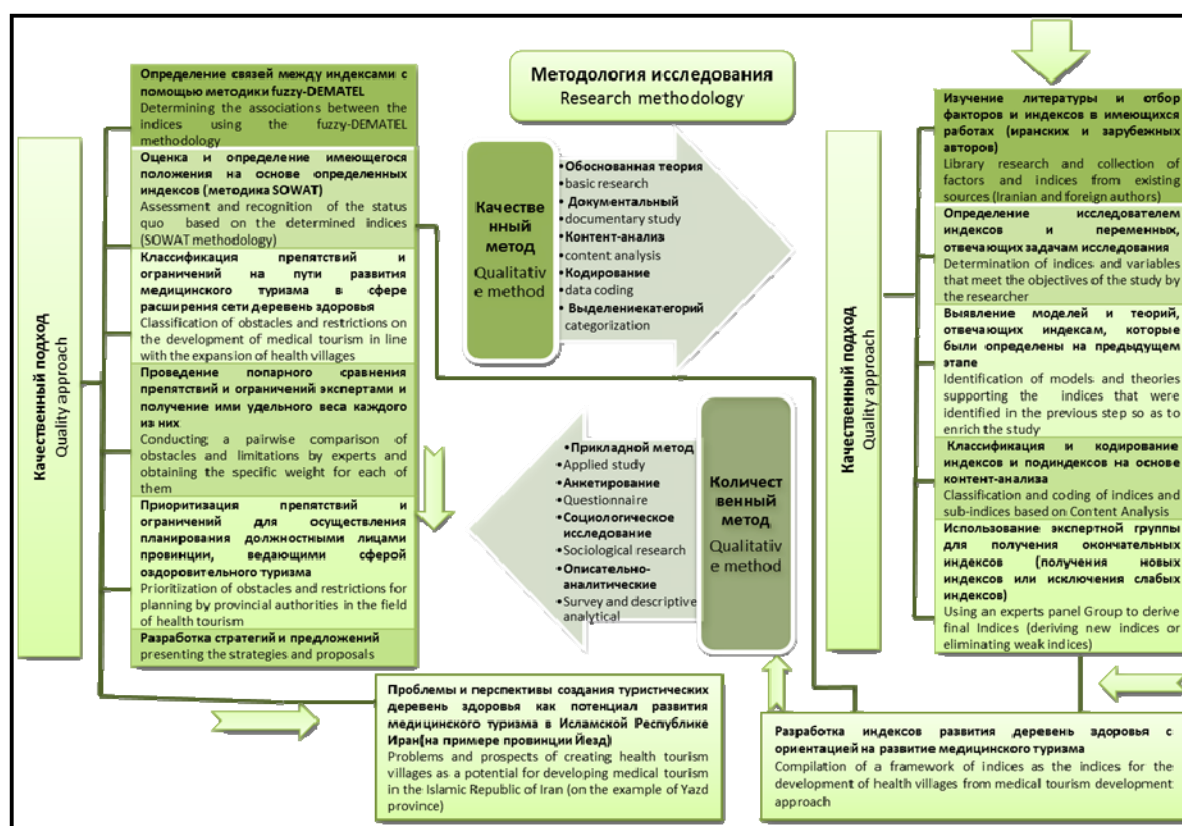


Рисунок 2. Методы исследования и процесс сбора данных в ходе исследования

Figure 2. Research methods and data collection process during course of the research

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ данных

В этом исследовании были выявлены и приоритизированы важнейшие препятствия и ограничения, оказывающие влияние на расширение сети деревень здоровья, с ориентацией на развитие медицинского туризма с целью унификации соответствующих услуг в Йезде. С этой целью изначально в качестве стратегии исследования был выбран контент-анализ (на основе «обоснованной теории»), а собранные данные были классифицированы с помощью документальных методов после многократного изучения с использованием программы MAXQDA-11. Благодаря осевому кодированию были отфильтрова-

ны второстепенные вопросы (подиндексы), которые были рассортированы в зависимости от отношений между ними. В ходе этого процесса была произведена верификация выявленных индексов и подиндексов. Затем, путем определения поддерживающих их мнений и моделей, были увеличены богатство и достоверность индексов и подиндексов. В конечном счете, данные, прошедшие верификацию на основе изучения индексов и подиндексов и путем обращения к экспертной группе в форме анкетирования и интервьюирования, были вновь оценены исследователями, что в конце концов позволило придать индексам законченный вид и пред-

ставить их как индексы развития деревень здоровья с ориентацией на развитие медицинского туризма.

На втором этапе была дана оценка имеющейся в провинции Йезд ситуации с помощью определенных на предыдущем этапе индексов и методики SOWAT, а затем данные были приоритизированы и подвергнуты рейтинговой оценке в рамках препятствий и ограничений на пути развития деревень здоровья в сфере расширения медицинского туризма в Йезде с помощью методики АНР. Важнейшие из этих препятствий в данной работе включают 13 индексов (пунктов) и 42 подиндекса (подпункта). Эти факторы и отношения между ними

представлены с точки зрения экспертов на основе методики fuzzy-DEMATEL на рис. 3 и включают в себя качество и удобство больниц, качество услуг врачей, специалистов и санитаров, качество туристических услуг и достопримечательностей, доступ к медицинской и туристической информации, экологическую ситуацию, инфраструктуру обслуживания, базовую инфраструктуру и материально-техническую базу, законодательную и нормативную базу, политику, рекламу и маркетинг, язык и коммуникации, природные и традиционные средства терапии, международные факторы и гражданскую оборону.

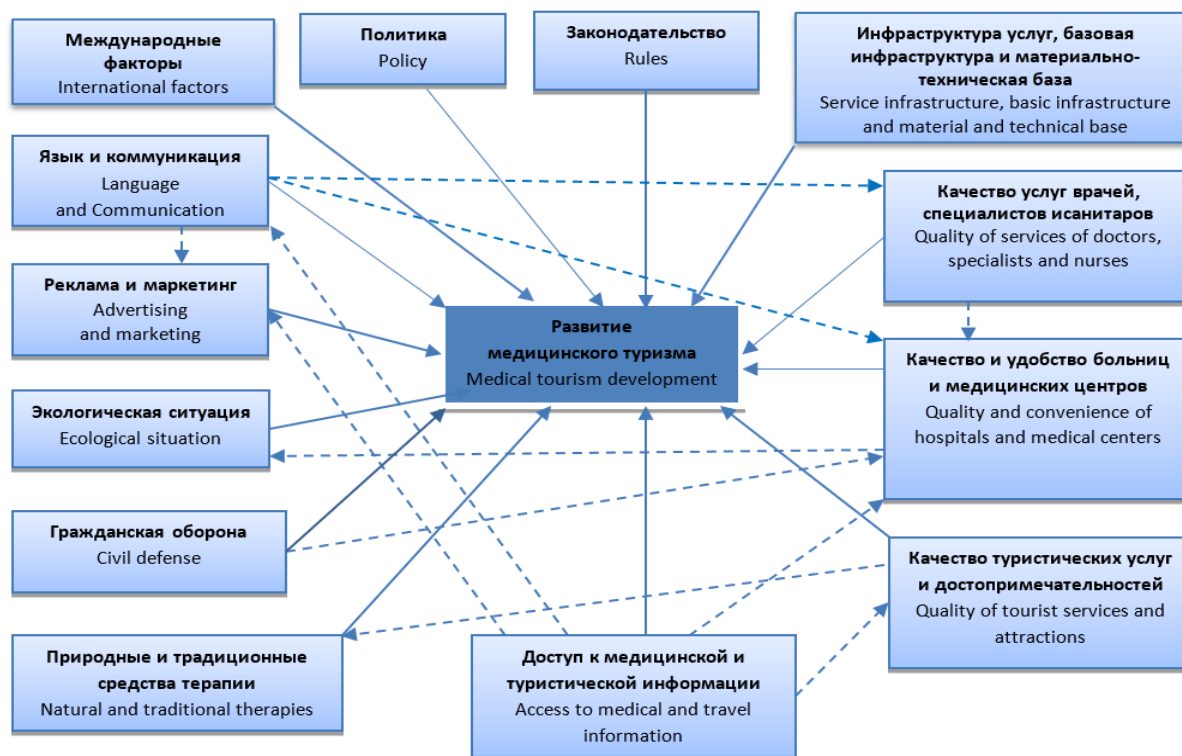


Рисунок 3. Концептуальная модель препятствий на пути развития медицинского туризма в сфере расширения сети деревень здоровья в провинции Йезд

Figure 3. Conceptual model of obstacles to the development of medical tourism in the sphere of expansion of the network of health villages in Yazd province

Результаты

Йезд как один из центров медицины и туризма (историко-культурного) обладает многочисленными ресурсами и достопримечательностями, а также большим количеством потенциальных возможностей, к которым можно отнести следующие:

- разнообразные и красивые историко-культурные достопримечательности, располагающие всей необходимой материальной инфраструктурой и соответствующие местным, национальным и международным стандартам;
- наличие таких возможностей для терапии, как энергетическая терапия (самый высокий потенциал с точки зрения солнечной активности), псаммотерапия (в Махризе);
- наличие источников горькой минеральной воды Туранпошт, источников с известковой водой Ноду-

шан, а также источника Коль в Кафиабаде (между Кафиабадом и Хамане);

- разнообразные специализированные медицинские услуги по стоматологии, кардиохирургии, лечению бесплодия, наличие многочисленных диагностических и исследовательских центров, в том числе Института репродуктологии и нескольких специализированных акушерско-гинекологических центров, благодаря которым лечение бесплодия стало брендом Йезда внутри страны и в регионе Персидского залива;
- низкая стоимость на лечение и туристические поездки в этой провинции, наличие медицинского центра Хатам оль-Анбия, опытных, надежных и известных врачей;
- минимальное время ожидания для получения медицинских услуг;
- высокий уровень безопасности;

– культура гостеприимного отношения к туристам в Йезде (результаты исследования с использованием методики SOWAT);

– высокий показатель количества больничных коек на душу населения по сравнению со средним уровнем по стране [40];

– высокий процент приезжих среди пациентов медицинских учреждений [41];

– передовые позиции в процессе обеспечения IT-инфраструктуры в сфере медицинско-туристской деятельности, например, систем записи на электронную очередь по телефону и интернету, консультаций по телефону;

– центральное положение Йезда в Иране, небольшое расстояние и легкодоступность основных целевых рынков внутри страны (благодаря наличию железной дороги), в особенности к провинциям, откуда исходит основной поток туристов, и юго-восточным районам страны, культурные контакты этих провинций с Йездом, что способствует притоку пациентов из целевых рынков, в особенности из южных и юго-восточных провинций страны;

– культурные и религиозные сходства с другими странами Ближнего Востока;

– близость к богатым странам региона Персидского залива и наличие мусульманских туристов в регионе, возможность привлечения иностранных туристов из Ирака;

– высокая стоимость медицинских и туристических услуг в странах региона по сравнению с Ираном (результаты исследования с использованием методики SOWAT).

Однако, обладая перечисленным потенциалом, Йезд сталкивается с серьезными вызовами, которые будут рассмотрены далее.

Что касается препятствий и факторов, связанных с качеством услуг и удобствами в сфере медицины и туризма, в данном исследовании мы сосредоточились на трех основных индексах – качестве и удобстве больниц, качестве услуг врачей, специалистов и санитаров, качестве туристических услуг и достопримечательностей, имеющих 9 подиндексов (подпунктов). К важнейшим теориям и моделям, поддерживающим богатство и достоверность этих индексов, можно отнести теории Флоренс Найтингейл, Роджера Ульриха и индекс физического состояния [43].

V.C. Neung и коллеги в своем исследовании рассматривают в качестве важных факторов развития медицинского туризма вместимость, территорию и физическую среду отдельных больниц [1].

Теория выталкивания и притяжения на уровне предложения [21; 44; 45], модель комплексного маркетинга на уровне продукта [46], теория конкурентных преимуществ на уровне условий спроса [47] служат обогащению подиндексов официальных международных лицензий, таких как лицензии Совместной комиссии (Joint Commission International, JCI) и стандартов качества (NCQA, ESQA, ISO). Согласно теории выталкивания и притяжения, выталкивающие факторы (давление) создают в человеке желание путешествовать и оказывают влияние на решение человека совершить поездку [48]. Иначе говоря, выталкивающие факторы нарушают баланс в системе мотивации того или иного индивида, создавая в

нем склонность к путешествию [49-51]. Подиндексы известности врачей и качества ухода со стороны врачей, специалистов и санитаров также можно классифицировать на основе этой теории.

Одной из теорий, на основе которых можно классифицировать в этом исследовании подиндексы профессионализма и международной сертификации, является модель Пайка или модель ресурсов относительного преимущества на уровне человеческих ресурсов [52]. Природные ресурсы в этой теории можно охарактеризовать как важную составляющую для подиндекса климатических условий.

Учитывая важность информационно-коммуникационных технологий в развитии деревень здоровья, а следовательно и медицинского туризма в целом, в этом исследовании вопросы, связанные с имеющимися в Йезде препятствиями и ограничениями в сфере электроники, а также связанные с доступом к медицинской и туристической информации, были поделены на четыре подиндекса. К поддерживающим эти индексы теориям относятся модель Пуна (информационные технологии) [53], модель Всемирного экономического форума (электронная инфраструктура) [54].

Индекс инфраструктуры обслуживания, базовой инфраструктуры и материально-технической базы вместе с нижеприведенными 5 подиндексами поддерживается теорией национального конкурентного преимущества фактора смежных и вспомогательных отраслей [55; 57], моделью Всемирного экономического форума (туристическая инфраструктура) [54], моделью факторов и источников поддержки Кроча и Ричи [56].

Модель Всемирного экономического форума поддерживает законодательно-нормативную базу политики [54], связанные с ними индексы. V.C. Neung и коллеги отмечают значение в сфере политики по рекламе потребности в новой политике, законодательстве и протоколе для развития медицинского туризма в Гонконге [1]. K. Thilagavathi и Ch. Shankar в своей работе, посвященной концепции ресурсов и теории конкурентного преимущества Портера, считают, что одна из стратегий медицинского туризма, применяемых медицинскими центрами, должна быть направлена на разработку государством законодательно-нормативной базы [57].

Подиндексы, связанные с языком и коммуникациями, поддерживают модель комплексного маркетинга продвижения [47], теорию выталкивания и притяжения предложения [45], модель источников конкурентного преимущества коммуникационных ресурсов [52].

Важнейшие препятствия, связанные с экологической ситуацией в Йезде в сфере дефицита воды и экологических проблем, обусловленных индустриальным характером провинции, такие как загрязнение воздуха, связаны с моделью качественных показателей Кроча и Ричи, моделью экологического измерения Двайера и Кима [48; 56].

D. Ulaş и Y. Anadol в своей работе выявили и проанализировали макроэкологические и микроэкологические факторы на рынке медицинского туризма, которые рассматривают природные условия как часть факторов макроуровня [58].

Теория терморегуляции, теория восстановления запасов энергетических ресурсов, теория сохранения телесной энергии [59], теория Нильса Финсена [60] при-

меняются в связи с природными средствами терапии, холистический подход к больным (универсальная философия) и школа гуморализма (учение о четырех жидкостях – крови, флегмы, черной желчи и желчи), местные теории и практики различных культур [61], теория гармонии в китайской культуре и теория баланса Инь-Ян [62] – в связи с традиционными средствами терапии. Модель социального измерения Двайера и Кима [48], модель Лапапа и Гибсона и модель Бижу и коллег [63] могут иметь значение для обогащения подиндексов гражданской обороны.

Как видно по данным таблицы 1, с помощью методики SOWAT были определены препятствия и ограничения на пути развития деревень здоровья в плане развития медицинского туризма в провинции Йезд, которые были иерархически выстроены с использованием методики АНР. Кроме того, в качестве важнейших препятствий выявлены следующие:

- ограниченное количество внутренних и международных авиарейсов;
- отсутствие авиасообщения между центрами провинций и соседними территориями, и как следствие слабый поток медицинских туристов;
- отсутствие доступа к продолжению терапии и пост-терапевтическому сопровождению после выписки;
- неэффективное законодательство в сфере страхования (например, страховка не покрывает пост-терапевтическое сопровождение, а некоторые страховые организации не выполняют свои финансовые обязательства);
- отсутствие необходимого и нового законодательства по причине новизны туризма здоровья;
- отсутствие официальных международных лицензий, таких как лицензии Совместной комиссии (JCI) и стандартов качества (NCQA, ESQA, ISO);

- слабость административной политики, рекламы и маркетинга;
- недостаточное и слабое продвижение медицинского туризма, в особенности с помощью интернета и информационных технологий;
- отсутствие пакетов оздоровительного туризма;
- слабость политических средств поддержки, например, создание трудностей в плане социально-психологической безопасности местного населения по причине переполненности клиник и медицинских центров, а также обращение за медицинской помощью малообеспеченных пациентов из других регионов;
- низкий уровень охвата пациентов службой психологической поддержки, в особенности внутренних медицинских туристов;
- улучшение инфраструктуры и жесткая конкуренция между странами региона в сфере медицинского туризма;
- отсутствие всеохватной системы статистики для фиксации информации о пациентах и туристах;
- отсутствие фиксированных и стандартных тарифов на терапевтические услуги;
- отсутствие контроля над надлежащим соблюдением имеющихся тарифов на медицинские услуги;
- наличие неэффективного законодательства о прозрачности цен на медицинские и туристические услуги;
- отсутствие интереса к использованию потенциала природных средств терапии (таких как псаммотерапия и гелиотерапия, учитывая самый высокий уровень солнечной активности в Йезде), традиционной исламской медицины;
- неблагоприятные климатические условия;
- экологические проблемы, обусловленные индустриальным характером Йезда, например, загрязнение воздуха.

Таблица 1. Приоритетность препятствий на пути развития деревень здоровья в сфере расширения сети медицинского туризма в провинции Йезд с использованием методики АНР

Table 1. Prioritisation of obstacles to the development of health villages in the sphere of expansion of the medical tourism network in Yazd province using the AHP methodology

Индекс – пункт (осевое кодирование) Index-point (axial encoding)	Подиндекс – подпункт (открытое кодирование) Sub-index – sub-item (open encoding)	Удельный вес Specific weight	Рейтинг Rating
Качество и удобство больниц и медицинских центров Quality and convenience of hospitals and medical centres	Отсутствие официальных международных лицензий, таких как лицензии Совместной комиссии (JCI) и стандарты качества (NCQA, ESQA, ISO) Lack of official international licenses, such as Joint Commission licenses (JCI) and quality standards (NCQA, ESQA, ISO)	0.046	5
	Неохваченность международной страховкой иностранных пациентов по причине препятствий для доставки страховых полисов из стран выбытия Non-coverage of international insurance for foreign patients due to obstacles to the delivery of insurance policies from the countries of departure	0.022	21
	Дефицит передового и современного медицинского оборудования и износ оборудования (терапевтического и диагностического) в некоторых медицинских учреждениях Shortage of advanced and modern medical equipment and wear and tear of equipment (therapeutic and diagnostic) in some medical institutions	0.0093	35
	Дефицит физического пространства в больницах и износ больничного фонда Shortage of physical space in hospitals and deterioration of hospital stock	0.024	19

Качество услуг врачей, специалистов и санитаров Quality of services of doctors, specialists and nurses	Дефицит квалифицированных кадров по причине миграции врачей в Шираз и Мешхед с целью получения большего дохода Shortage of qualified personnel due to migration of doctors to Shiraz and Mashhad in order to get a higher income	0.007	37
	Отсутствие международных сертификатов у врачей, специалистов и санитаров Lack of international certificates for doctors, specialists and orderlies	0.0111	32
	Низкое качество медицинского ухода со стороны санитарных кадров Poor quality of medical care by health personnel	0.0062	38
Качество услуг врачей, специалистов и санитаров Quality of services of doctors, specialists and nurses	Дефицит квалифицированных кадров по причине миграции врачей в Шираз и Мешхед с целью получения большего дохода Shortage of qualified personnel due to migration of doctors to Shiraz and Mashhad in order to earn a higher income	0.007	37
	Отсутствие международных сертификатов у врачей, специалистов и санитаров Lack of international certificates for doctors, specialists and orderlies	0.0111	32
	Низкое качество медицинского ухода со стороны санитарных кадров Poor quality of medical care by health personnel	0.0062	38
Качество туристических услуг и достопримечательностей Quality of tourist services and attractions	Неблагоприятные климатические условия Adverse climatic conditions	0.028	16
	Наличие привлекательных с точки зрения качества туристических услуг и достопримечательностей конкурентов, дефицит инфраструктуры и материально-технической базы в местах посещения туристов The presence of attractive competitors in terms of quality of tourist services and attractions, the lack of infrastructure and material and technical base in places where tourists visit	0.008	36
Доступ к медицинской и туристической информации Access to medical and travel information	Отсутствие доступа к информации о стоимости медицинских услуг и информации о врачах, специалистах и санитарях на вебсайтах некоторых больниц и медицинских центров Lack of access to information about the cost of medical services and information about doctors, specialists and nurses on the websites of some hospitals and medical centres	0.019	25
	Отсутствие полноценного доступа к информации о туризме (материально-технической базе, удобствах и достопримечательностях) Lack of full access to information about tourism (material and technical base, facilities and attractions)	0.005	40
	Отсутствие доступа к продолжению терапии и пост-терапевтическому сопровождению Lack of access to continuing therapy and post-therapeutic support	0.05	2
	Отсутствие всеохватных систем статистики для фиксации информации о пациентах и туристах Lack of comprehensive statistical systems for recording information about patients and tourists	0.032	13
Инфраструктура услуг, базовая инфраструктура и материально-техническая база Service infrastructure, basic infrastructure and material and technical base	Дефицит гостиниц в пиковое время пассажирского потока и отсутствие 5-звездочных отелей и больничных гостиниц, низкий уровень обращения медицинских туристов к услугам благоустройства и размещения по причине наличия нелегальных съемных квартир Shortage of hotels at peak times of passenger traffic and lack of 5-star hotels and hospital hotels, low level of medical tourist demand for improvement of public services and accommodation due to the presence of unlicensed rented apartments	0.014	30
	Ограниченное количество внутренних и международных авиарейсов и отсутствие авиасообщения между центрами провинций и соседними регионами, необходимого для трансфера медицинских туристов Limited number of domestic and international flights and lack of air connections between provincial centres and neighboring regions necessary for the transfer of medical tourists	0.051	1
	Отсутствие возможностей электронных платежей для иностранных пациентов Lack of electronic payment options for foreign patients	0.021	24

	Недостаток официальных лицензированных центров обмена иностранной валюты (пунктов обмена) Lack of official licensed foreign exchange centers (exchange offices)	0.017	27
Инфраструктура услуг, базовая инфраструктура и материально-техническая база Service infrastructure, basic infrastructure and material and technical base	Дефицит гостиниц в пиковое время пассажирского потока и отсутствие 5-звездочных отелей и больничных гостиниц, низкий уровень обращения медицинских туристов к услугам благоустройства и размещения по причине наличия нелегальных съемных квартир Shortage of hotels at peak times of passenger traffic and lack of 5-star hotels and hospital hotels, low level of medical tourist demand for improvement of public services and accommodation due to the presence of unlicensed rented apartments	0.014	30
	Ограниченное количество внутренних и международных авиарейсов и отсутствие авиасообщения между центрами провинций и соседними регионами, необходимого для трансфера медицинских туристов Limited number of domestic and international flights and lack of air connections between provincial centres and neighboring regions necessary for the transfer of medical tourists	0.051	1
	Отсутствие возможностей электронных платежей для иностранных пациентов Lack of electronic payment options for foreign patients	0.021	24
	Недостаток официальных лицензированных центров обмена иностранной валюты (пунктов обмена) Lack of official licensed foreign exchange centres (exchange offices)	0.017	27
	Дефицит гостиниц в пиковое время пассажирского потока и отсутствие 5-звездочных отелей и больничных гостиниц, низкий уровень обращения медицинских туристов к услугам благоустройства и размещения по причине наличия нелегальных съемных квартир Shortage of hotels at peak times of passenger traffic and lack of 5-star hotels and hospital hotels, low level of medical tourist demand for improvement of public services and accommodation due to the presence of unlicensed rented apartments	0.014	30
Инфраструктура услуг, базовая инфраструктура и материально-техническая база Service infrastructure, basic infrastructure and material and technical base	Ограниченное количество внутренних и международных авиарейсов и отсутствие авиасообщения между центрами провинций и соседними регионами, необходимого для трансфера медицинских туристов Limited number of domestic and international flights and lack of air connections between provincial centres and neighboring regions necessary for the transfer of medical tourists	0.051	1
	Отсутствие возможностей электронных платежей для иностранных пациентов Lack of electronic payment options for foreign patients	0.021	24
	Недостаток официальных лицензированных центров обмена иностранной валюты (пунктов обмена) Lack of official licensed foreign exchange centres (exchange offices)	0.017	27
	Слабое законодательство в области врачебных ошибок и отсутствие правового регулирования ответственности перед медицинскими туристами, недовольными услугами, а также наличие определенных ограничений, связанных с правами пациентов Weak legislation in the field of medical errors and lack of legal regulation of liability to medical tourists who are dissatisfied with services, as well as the presence of certain restrictions related to the rights of patients	0.025	18
	Отсутствие необходимого нового законодательства по причине новизны медицинского туризма Lack of necessary new legislation due to the novelty of medical tourism	0.0473	4
Нормативно-правовая база Legal framework	Отсутствие фиксированных и стандартных тарифов терапевтических услуг, а также отсутствие контроля над надлежащим соблюдением имеющихся тарифов на медицинское обслуживание, наличие неэффективного законодательства в сфере прозрачности цен на терапевтические и туристические услуги No fixed standard tariffs and therapeutic services, as well as lack of control over proper compliance of the existing medical fees, the presence of ineffective legislation in the field of price transparency in the medical and tourist services	0.03	14

	Неэффективное законодательство в сфере страхования и нераспространение страховки на пост-терапевтическое сопровождение, невыполнение некоторыми страховыми организациями своих финансовых обязательств Ineffective legislation in the field of insurance and non-proliferation of insurance for post-therapeutic support, non-fulfillment by some insurance organizations of their financial obligations	0.047	3
	Слабость политической поддержки: отсутствие достаточных государственных инвестиций в обеспечение конкурентоспособности по сравнению с другими странами региона (особенно Турцией и ОАЭ) в сфере медицинского туризма, отсутствие государственной поддержки частного сектора для осуществления инвестиций, отсутствие необходимых льгот для предприятий, занятых предпринимательской деятельностью в сфере медицинского туризма Weak political support: lack of sufficient public investment to ensure competitiveness compared to other countries in the region (especially Turkey and the UAE) in the field of medical tourism, lack of public support for private sector investment, lack of necessary benefits for businesses engaged in business activities in the field of medical tourism	0.037	9
Политика Politics	Слабость политических мер по контролю: наличие мафии на пограничных таможенных пунктах, разгул дилеров, взяточничество и тайный сговор в сфере здравоохранения и медицины из-за отсутствия достаточного контроля со стороны государства, недостаточный полицейский контроль и необходимость создания туристической полиции Weak political control measures: mafia presence at border customs points, rampant dealers, bribery and collusion in health and medicine due to lack of sufficient state control, insufficient police control and the need to create a tourist police	0.015	29
	Слабость административной политики: отсутствие комплексной и систематической программы развития медицинского туризма, неисполнение политики по обеспечению «экономики сопротивления» с целью противодействия международным санкциям, отсутствие межотраслевых ведомств, осуществляющих политику, организацию и контроль в сфере медицинского туризма Weak administrative policy: lack of a comprehensive and systematic program for the development of medical tourism, failure to implement a policy to ensure the "economy of resistance" in order to counter international sanctions, lack of intersectoral agencies that implement policies, organization and control in the field of medical tourism	0.045	6
	Низкий уровень владения международными языками членов медицинского персонала и отсутствие переводчиков в больницах и медицинских центрах Low level of international language proficiency of medical staff members and lack of interpreters in hospitals and medical centers	0.023	20
	Слабая связь медицинско-туристской индустрии с отечественными и зарубежными средствами массовой информации для демонстрации возможностей медицинского туризма Weak connection of the medical tourism industry with domestic and foreign mass media to demonstrate the possibilities of medical tourism	0.011	33
Язык и коммуникации Language and communication	Отсутствие координации между учреждениями медицинского туризма Lack of coordination between medical tourism institutions	0.021	22
	Отсутствие сотрудничества между посольствами и медицинскими центрами, отсутствие договоров с международными больницами, слабые отношения с соседними странами, отсутствие сотрудничества и связи с Всемирной туристской организацией (ВТО) и Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), пассивность медицинско-туристических агентств в плане выхода на рынки соседних стран Lack of cooperation between embassies and medical centres, lack of contracts with international hospitals, weak relations with neighboring countries, lack of cooperation and communication with the World Tourism Organization (WTO) and the World Health Organization (WHO), passivity of medical and travel agencies in terms of entering the markets of neighboring countries	0.016	28

Международные отношения International relations	Укрепление инфраструктуры и жесткая конкуренция между странами региона в сфере медицинского туризма (в особенности с Турцией и ОАЭ) Strengthening of infrastructure and fierce competition between the countries of the region in the field of medical tourism (especially with Turkey and the UAE)	0.033	12
	Негативная пропаганда западных средств массовой информации и тиражирование искаженного представления об Иране в мировом сообществе, дефицит ресурсов для противодействия этому негативному информационному фону Negative propaganda of Western media and replication of a distorted image of Iran in the world community, lack of resources to counter this negative information background	0.013	31
	Международные санкции International sanctions	0.018	26
Реклама и маркетинг Advertising and marketing	Отсутствие медицинских виз и игнорирование этой проблемы в Иране Lack of medical visas and ignoring this problem in Iran	0.02	23
	Отсутствие туристических пакетов Lack of travel packages	0.043	8
	Недостаточная и слабая реклама, маркетинг и продвижение медицинского туризма через интернет и с использованием информационных технологий, отсутствие адекватной структуры у подобной рекламы, направленной на создание доверия и привлечения иностранных туристов, отсутствие стимулирования внутренних медицинских туристов в плане использования возможностей интернета и информационных технологий Insufficient and weak advertising, marketing and promotion of medical tourism via the Internet and using information technologies, lack of an adequate structure for such advertising aimed at creating trust and attracting foreign tourists, lack of incentives for domestic medical tourists to use the Internet and information technologies	0.044	7
Экологическая ситуация Ecological situation	Дефицит водных ресурсов и их низкое качество Water scarcity and poor quality	0.01	34
	Экологические проблемы, обусловленные индустриальным характером города, в том числе загрязнение воздуха Environmental problems caused by the industrial nature of the city, including air pollution	0.027	17
Природные и традиционные средства терапии Natural and traditional therapies	Отсутствие интереса к использованию потенциала природных средств терапии (таких как псаммотерапия, гелиотерапия, учитывая высокую солнечную активность в Йезде) и традиционной исламской медицины Lack of interest in using the potential of natural therapies (such as psammotherapy, heliotherapy, given the high solar activity in Yazd) and traditional Islamic medicine	0.029	15
Гражданская оборона Civil defense	Возможность заражения инфекционными заболеваниями Possibility of infection with infectious diseases	0.0061	39
	Создание проблем, связанных с социально-психологической безопасностью местного населения по причине переполненности клиник и медицинских учреждений, а также обращение за услугами малоимущих пациентов из других регионов Creating problems related to the socio-psychological safety of the local population due to overcrowding of clinics and medical institutions, as well as applying for services of poor patients from other regions	0.035	10
	Низкий уровень охваченности пациентов психологической поддержкой Low level of psychological support coverage for patients	0.034	11

Рассматриваемая в этом исследовании стратегия подготовки стратегических проектов и программ с целью поддержки медицинского туризма и его развития состоит в необходимости строительства и расширения сети деревень здоровья, а также унификации услуг. Некоторые из важнейших препятствий и ограничений, которые имеют-ся в Йезде, согласно мнению экспертов в этой области, включают в себя неблагоприятные климатические усло-вия, экологические проблемы и игнорирование потен-циала природных средств терапии. С этой целью в каче-стве наиболее подходящих территорий для развития

деревень здоровья предлагаются районы летнего отды-ха, имеющие достопримечательности (на близком рас-стоянии от города Йезд, в пределах часа езды от города) с более благоприятными климатическими условиями и минимальным экологическими рисками и проблемами (согласно Генеральному градостроительному плану Йезда), обладающие потенциалом использования при-родных и традиционных средств терапии, таких как энерготерапия (благодаря высокому уровню солнечной активности) и псаммотерапия (Махриз), а также источ-ники горькой минеральной воды в Туранпоште, источ-

ники известковой воды в Нодушане, источник Голь в Кафиабаде (между Кафиабадом и Хамане) (результаты применения методики SOWAT).

В ходе первичной оценки потенциала были отобраны три подходящих места (Мадвар, Дах-Бала и Хамане) с точки зрения близости к Йезду, более благопри-

ятных климатических условий, условий для загородного отдыха. В результате исследования наложением этих пунктов на карту природных опасностей (рис. 4) в качестве наиболее удачного места было определено Хамане (рис. 5).

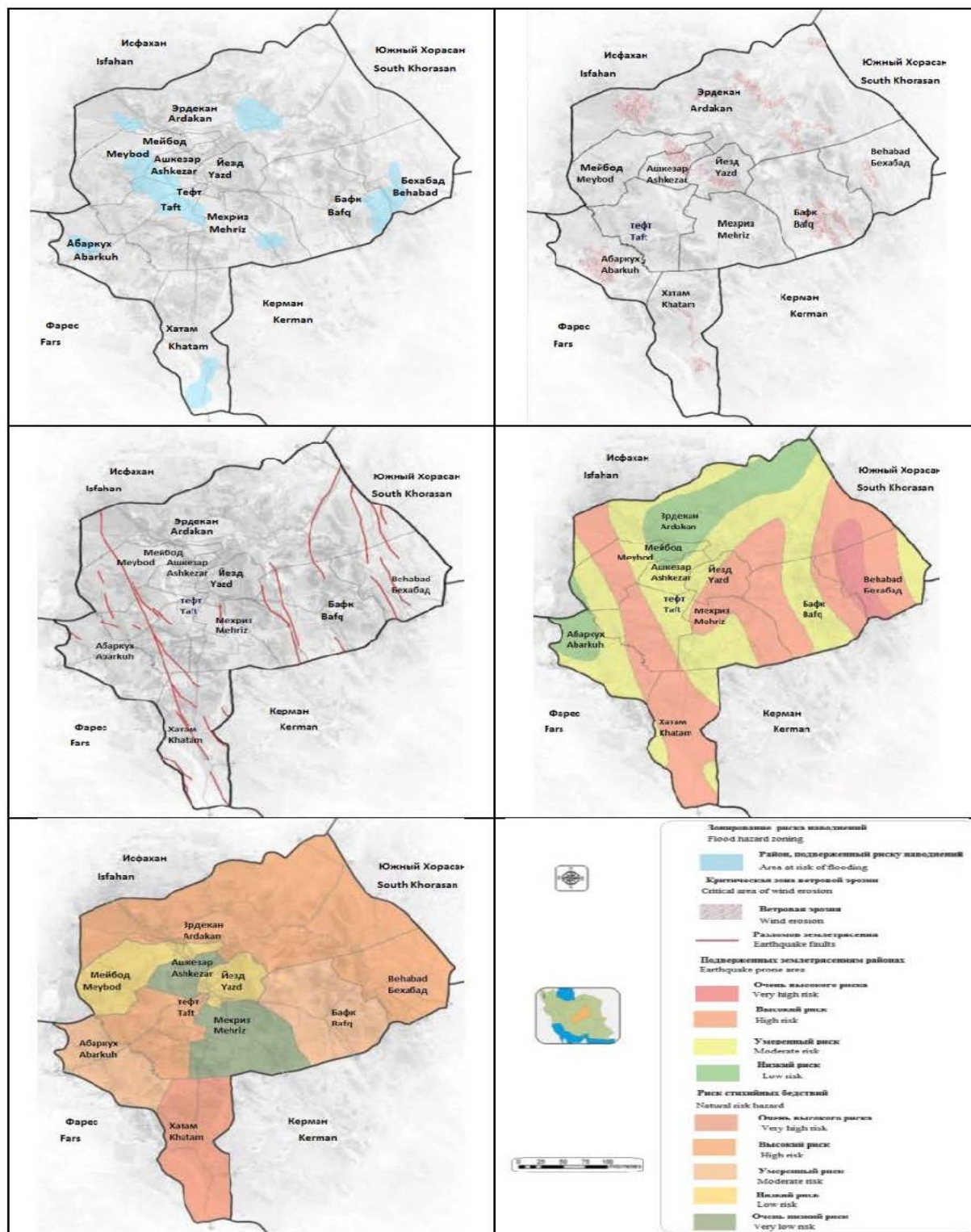


Рисунок 4. Карта экологической ситуации в провинции Йезд с точки зрения показателей природных опасностей [64]
Figure 4. Mapping of environmental situation in Yazd province in terms of indicators of natural hazards [64]

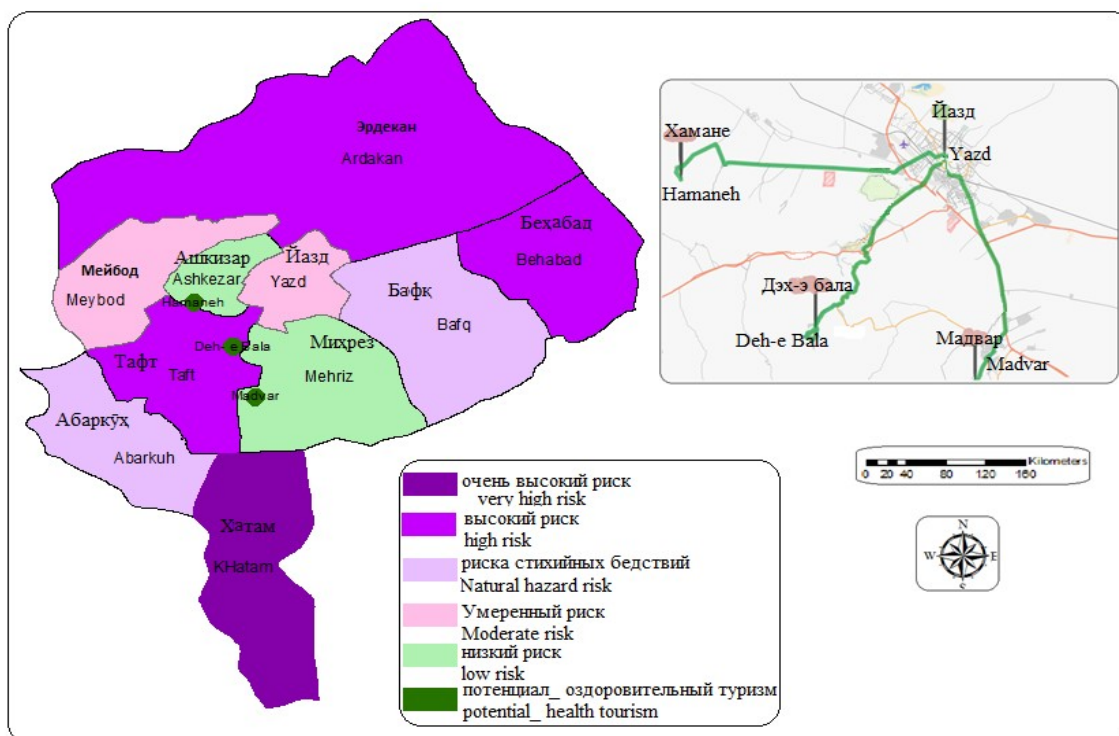


Рисунок 5. Наложение пунктов, обладающих потенциалом строительства деревень здоровья, на карту природных опасностей. Источник: результаты исследования

Figure 5. Overlaying of points with potential for the building of health villages on map of natural hazards. Source: research results

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Учитывая результаты исследования, основанные на мнениях экспертов, ограниченное количество внутренних и международных авиарейсов, отсутствие авиасообщения между центрами провинций и соседними регионами, а следовательно слабый трансфер медицинских туристов, отсутствие доступа к продолжению терапии и пост-терапевтическому сопровождению, неэффективное законодательство в сфере страхования, непокрытие страховкой пост-терапевтического сопровождения и невыполнение некоторыми страховыми организациями своих финансовых обязательств, отсутствие необходимых и новых законов по причине новизны медицинского туризма являются важнейшими препятствиями на пути развития медицинского туризма в провинции Йезд с ориентацией на строительство деревень здоровья и унификацию услуг.

Должностные лица, отвечающие за планирование развития этой индустрии в провинции, должны обращать внимание на усилия в направлении всесторонней ликвидации этих препятствий и ограничений, в особенности на наиболее приоритетные из них. С другой стороны, учитывая некоторые препятствия и ограничения, такие как неблагоприятные климатические условия и экологические проблемы, а также необходимость строительства деревень здоровья в районах, расположенных на расстоянии не более одного часа пути от города Йезд (в районах загородного отдыха, имеющих достопримечательности), обладающих более благоприятными климатическими условиями, минимальными рисками и проблемам с точки зрения экологии, а также принимая во внимание потенциал использования различных видов природной и традиционной терапии, в

качестве трех подходящих мест с точки зрения близости к Йезду, более благоприятных климатических условий и наличия условий для загородного отдыха были выбраны Махриз (Мадвар), Тафт (Дах-Балаа) и Хамане. После наложения их на карты природных бедствий (Генеральный градостроительный план Йезда), в конечном итоге, было предложено подходящее место для развития деревень здоровья.

В ходе реализации цели данного исследования были разработаны следующие важнейшие стратегические задачи для руководства и ответственных лиц, занятых в сфере медицинского туризма в провинции Йезд.

1. Развитие инфраструктуры обслуживания и материально-технической базы, в особенности развитие авиатранспорта, запуск прямых авиарейсов в провинции страны и страны, из которых исходят туристические потоки.

2. Создание общего банка медицинской и туристической информации о Йезде, в частности запуск сайта о медицинском и оздоровительном туризме, развитие электронных коммуникаций с целью доступа к информации до начала лечения и после выписки.

3. Разработка законодательства и стратегии развития дополнительного страхования, в частности на пост-терапевтическое сопровождение, необходимость выполнения финансовых обязательств страховыми организациями и ликвидация препятствий для ввоза международных страховых сертификатов.

4. Устранение законодательных ограничений развития медицинского туризма путем принятия необходимых и новых законов по причине новизны оздоровительного туризма (например, устранение законодательных ограничений для строительства медицинских

центров в соответствии с международными стандартами).

5. Усилия по получению сертификатов соответствия международным стандартам, например, подтверждений от JCI и стандартов NCQA, ESQA, ISO.

6. Необходимые административные предпосылки и создание межотраслевого ведомства, отвечающего за осуществление политики, организацию и надзор в сфере медицинского туризма, разработка комплексной и системной программы развития оздоровительного туризма в Йезде, реализация краткосрочных и долгосрочных программ в этой сфере, осуществление политики экономики сопротивления с целью минимизации угроз и противодействия международным санкциям.

7. Разработка последовательной и эффективной стратегии маркетинга в сфере медицинского туризма на микро- и макроуровне (создание постоянных и специализированных выставок в сфере оздоровительного туризма, введение разнообразных пакетов оздоровительного туризма, принятие мер для активного присутствия центров медицинского обслуживания на международных каналах распределения и продажи медицинских услуг, создание рекламных брошюр с целью ознакомления населения различных регионов Ирана и мира с показателями оздоровительного туризма в Йезде, создание адекватной структуры в рекламе с целью создания доверия и привлечения иностранных туристов, стимулирования внутренних медицинских туристов к использованию возможностей интернета и новых технологий).

8. Разработка политики государственной поддержки в секторе медицинского туризма (достаточные государственные инвестиции, создание необходимой инфраструктуры и достаточная государственная поддержка для инвестиций частного сектора и привлечения отечественных и зарубежных инвесторов, предприятий, занимающихся предпринимательской деятельностью в сфере медицинского туризма).

9. Разработка отечественной системы информирования с целью контроля над психологической атмосферой и общественными настроениями, необходимость строительства центров или отдельных корпусов для медицинских туристов, покрытие пациентов психологической поддержкой, предоставление пациентам консультационных услуг на протяжении всего периода терапии и после него, в особенности отечественным пациентам из социально незащищенных слоев, например, пациентам из южных и юго-восточных районов.

К сопутствующим стратегиям развития медицинского туризма в рамках целей данного исследования можно отнести нижеследующие меры.

1. Проведение учебных курсов (например, по международным сертификатам, для повышения навыков владения иностранными языками, широкого применения информационно-коммуникационных технологий), повышение качества медицинских услуг и коммуникативных навыков врачей, специалистов и санитаров с целью повышения уровня профессиональных навыков персонала до мирового уровня, привлечение переводчиков с иностранных языков и языков стран прибытия туристов для работы в больницах и медицинских центрах, осуществляющих деятельность в секторе медицинского туризма.

2. Сотрудничество между посольствами и медицинскими учреждениями соседних стран и стран прибытия медицинских туристов с целью заключения договоров о сотрудничестве в сфере облегчения въезда и выезда туристов, выдачи им медицинских виз, заключения договоров с международными больницами, создания медицинско-туристических фирм в интересующих странах (для выхода на новые рынки, привлечения туристов, снижения расходов и минимизации проблем, с которыми сталкиваются туристы), взаимодействие с зарубежными средствами массовой информации для их ознакомления с возможностями и потенциалом медицинско-туристской отрасли.

3. Разработка сильных и достаточных мер государства и полиции по осуществлению надзора в секторе медицинского туризма и развитие медицинско-туристических агентств с целью борьбы с мафией на пограничных таможенных пунктах, взяточничеством и злостным сговором с сферой медицины и здравоохранения, установление тарифов на терапию для иностранных пациентов с учетом характера их заболеваний с целью исключения посредников и дилеров.

4. Снятие напряженности и развитие дружеских отношений со странами мира, в особенности с соседними странами, ознакомление их с иранской культурой и цивилизацией для противодействия негативной пропаганде и созданию искаженного образа Ирана в иностранных средствах массовой информации.

5. Повышение качества обслуживания и уровня удобств, совершенствование медицинских, терапевтических и туристических технологий и оборудования в больницах, медицинских учреждениях и туристических местах.

6. Принятие мер по поддержке специалистов и врачей, предотвращению их миграции в другие регионы, привлечения к сотрудничеству иранских специалистов, работающих за рубежом.

7. Создание оснащенных оборудованием первичных и фильтрационных (параклинических) клинично-диагностических центров в приграничных городах для недопущения распространения инфекционных заболеваний в медицинских учреждениях провинции.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование проведено при содействии Фонда поддержки исследователей и технологов Исламской Республики Иран в рамках исследовательского проекта № 97001934 «Планирование землепользования и стратегии развития деревень здоровья с ориентацией на развитие медицинского туризма в Иране». Все права на материальное и интеллектуальное использование этой работы принадлежат Фонду поддержки исследователей и технологов Исламской Республики Иран и Исфаханскому университету. Авторы также выражают благодарность Иранскому национальному научному фонду.

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was carried out with the assistance of the Foundation for Support of Researchers and Technologists of the Islamic Republic of Iran in the framework of research project No. 97001934, Land Use Planning and Strategies for the Development of Health Villages with a Focus on the Development of Medical Tourism in Iran. All rights to material and intellectual use of this work belong to the Foundation

for Support of Researchers and Technologists of the Islamic Republic of Iran and the University of Isfahan. The authors also express their gratitude to the Iranian National Science Foundation.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Heung V.C., Kucukusta D., Song H. Medical tourism development in Hong Kong: An assessment of the barriers // *Tourism Management*. 2011. V. 32. P. 995-1005.
2. Yu J.Y., Ko T.G. A cross-cultural study of perceptions of medical tourism among Chinese, Japanese and Korean tourists in Korea // *Tourism Management*. 2012. V. 33. P. 80-88. DOI: 10.1016/j.tourman.2011.02.002
3. Connell J. Medical tourism: Sea, sun, sand and surgery // *Tourism Management*. 2006. V. 27. Iss. 6. P. 1093-1100. DOI: 10.1016/j.tourman.2005.11.005
4. Cook P.S. Constructions and experiences of authenticity in medical tourism: The performances of places, spaces, practices, objects and bodies // *Tourist Studies*. 2010. V. 10. Iss. 2. P. 135-149.
5. Crooks V.A., Turner L., Snyder J., Johnston R., Kingsbury P. Promoting medical tourism to India: Messages, images, and the marketing of international patient travel // *Social Science & Medicine*. 2011. V. 72. P. 726-732. DOI: 10.1016/j.socscimed.2010.12.022
6. Lunt N., Carrera P. Medical tourism: Assessing the evidence on treatment abroad // *Maturities*. 2010. V. 66. Iss. 1. P. 27-32. DOI: 10.1016/j.maturitas.2010.01.017
7. Yeoh E., Othman K., Ahmad H. Understanding medical tourists: Word-of-mouth and viral marketing as potent marketing tools // *Tourism Management*. 2013. V. 34. P. 196-201. DOI: 10.1016/j.tourman.2012.04.010
8. Bookman M.Z., Bookman K.R. Medical tourism in developing countries. New York: Palgrave Macmillan. 2007. DOI: 10.1057/9780230605657
9. Turner L. Medical tourism and the global marketplace in health services: U.S. patients // *International hospitals, and the search for affordable health care*. 2011. V. 40. Iss. 3. P. 443-467.
10. Robinson M. Niche tourism: An introduction. In M. Novelli (Ed.). *Niche tourism: Contemporary ideas, trends, and cases*. Burlington, MA: Elsevier. 2005. P. 1-11.
11. Deloitte L.L.P. Medical tourism: Consumers in search of value. 2008. URL: <http://www.deloitte.com/dtt/cda/doc/content/> (дата обращения: 10.09.2019)
12. Ye B.H., Qiu H.Z., Yuen P.P. Motivations and experiences of Mainland Chinese medical tourists in Hong Kong // *Tourism Management*. 2011. V. 32. P. 1125-1127. DOI: 10.1016/j.tourman.2010.09.018
13. Upadhyaya M., Swoni S. The growth and development of Indian global healthcare destinations // *Journal of Marketing & Communication*. 2008. V. 4. Iss. 2. P. 81-88.
14. Horowitz M., Rosensweig J., Jones C.A. Medical tourism: globalization of the healthcare marketplace // *Medscape General Medicine*. 2007. V. 9. Iss. 4. P. 33-42.
15. York D. Medical Tourism: The trend toward outsourcing medical procedures to foreign countries // *Journal of Continuing Education in The Health Professions*. 2008. V. 28. Iss. 2. P. 99-102. DOI: 10.1002/chp
16. Hall M. Publish and perish? Bibliometric analysis, journal ranking and the assessment of research quality in tourism // *Tourism Management*. 2011. V. 32. Iss. 1. P. 16-27. DOI: 10.1016/j.tourman.2010.07.001
17. Azizi F. Assessment of the Barriers to the Development of Health Tourism in Yazd Province, Iran // *Health information management*. 2016. V. 12. N 6. P. 799-806. (In Persian)
18. Maleki S., Haydar R.M., Shahrokh Z.Kh. Identify and Formulate Strategies for the Development of Health Tourism (Case Study: Tabriz Metropolitan). 2016. V. 3. Iss. 2. P. 113-130. DOI: 10.22103/JUAS.2016.1843 (In Persian)
19. Nemati V., Ebrahimpour H., Babaee Y., Abbasgholizadeh N. Assessing Barriers to the Development of Medical Tourism Case Study: Ardabil // *J. health*. 2016. V. 7. Iss. 2. P. 118-133. (In Persian)
20. Taghvaei M., Goodarzi M. Development and prioritization of strategies in medical tourism (Example: Shiraz metropolis) // *Journal of research and urban planning*. 2016. V. 7. N 24. P. 1-22. (In Persian)
21. Veerasoontorn R., Beise-Zee R. International hospital outshopping: A staged model of push and pull factors // *International Journal of Pharmaceutical and Healthcare Marketing*. 2010. V. 4. Iss. 3. P. 247-264. DOI: 10.1108/17506121011076174
22. García-Altés A. The development of health tourism services // *Annals of Tourism Research*. 2005. V. 32. N 1. P. 262-266. DOI: 10.1016/j.annals.2004.05.007
23. Kim S., Lee J., Kim M. How different are first-time attendees from repeat attendees in convention evaluation? // *International Journal of Hospitality Management*. 2012. V. 31. Iss. 2. P. 544-533.
24. Rokni L., Avci T., Park S.H. Barriers of Developing Medical Tourism in a Destination: A Case of South Korea // *Iran J Public Health*. 2017. V. 46. N 7. P. 930-937.
25. Tabatabaeinasab S., Nouri A., Mohammadnabi Z., Heshmati F. Customers' typology in medical tourism // *Tourism Management Studies*. 2015. V. 9. Iss. 26. P. 60-82. (In Persian)
26. IMTJ. Medical Travel And Tourism, Global Market Report, First Edition // *International medical travel journal*. 2018. URL: <https://www.imtj.com/> (дата обращения: 06.04.2020)
27. Assadzadeh A., Motafakker A.M., Asgharpur H., Mirani N. Investigating the Role of Institutional Quality on Development of Medical Tourism Industry in Iran: System Dynamics Approach // *Journal of Tourism Planning and Development*. 2019. V. 7. Iss. 27. P. 26-54. DOI: 10.22080/jtpd.2019.2209 (In Persian)
28. Izadi M., Ayoobian A., Nasiri T., Joneidi N., Fazel M., Hosseinpourfard M.J. Situation of health tourism in Iran opportunity or threat // *J Mil Med*. 2012. V. 14. N 2. P. 69-75. (In Persian) URL: <http://militarymedj.ir/article-1-1004-fa.html> (дата обращения: 06.04.2020)
29. Shalbafian A. Effective factors for developing health tourism [dissertation]. Tehran: Allame Tabatabaei University, 2006. (In Persian)
30. Bahram D., Jabbari A.R., Farzin M.R., Sherbafchizadeh N., Tabibi S.J. Current medical tourism in Iran: a case study // *Payesh*. 2012. V. 11. Iss. 2. P. 171-179. (In Persian) URL: <http://payeshjournal.ir/article-1-464-fa.html> (дата обращения: 15.03.2019)
31. Bayat S., Hoseini Hasheminejad D., Bod M. Attracting Factors Identification of Medical Tourists in Hospitals of Tehran City // *Jhosp*. 2017. V. 16. Iss. 1. P. 35-53. (In Persian)

- sian) URL: <http://jhosp.tums.ac.ir/article-1-5549-fa.html> (дата обращения: 15.03.2019)
32. Nikraftar T., Hosseini E., Moghadam A. Identify Factors Affecting Medical Tourism Attraction in Iran // *Jha*. 2017. V. 20. Iss. 67. P. 64-74. (In Persian) URL: <http://jha.iums.ac.ir/article-1-2138-fa.html> (дата обращения: 15.03.2019)
 33. Mehrjerdi Y., Faregh F. Modeling medical tourism in Iran using the system dynamic approach // *Iranian journal of management sciences*. 2013. V. 8. Iss. 31. P. 105-130.
 34. Kazemi Z. Study of the effective factor for attracting medical tourism in Iran [dissertation]. Netherland: Lulea University of Technology, 2007. (In Persian)
 35. Momtaz N.S., Agharahimi Z. Medical Tourism Industry in Iran: Strategies for Development // *Health Information Management*. V. 7. Special Iss. 2011. 524 p. (In Persian)
 36. Expediency Discernment Council, 2010.
 37. Iran Trade Development Organization, 2007.
 38. Mahdavi Y., Mardani Sh., Hashemidehaghi Z., Mardani N. The Factors in Development of Health Tourism in Iran // *International Journal of Travel Medicine and Global Health*. 2013. V. 1. Iss. 3. P. 113-118.
 39. Ministry of Health & Medical Education Department of Health Tourism, 2019.
 40. Statistical Yearbook of Yazd Province, 2018.
 41. Statistical Yearbook, Iran, 2015.
 42. Rezaie M., Taherzadeh Z. Evaluation of the impacts of servicing-Spatial Capacities Treatment Centers on the Amount of Medical Tourism Case Study: Yazd city // *Urban tourism*. 2015. V. 2. Iss. 3. P. 291-303. (In Persian) DOI: 10.22059/jut.2015.58449
 43. Montazerolhoje M.R., Ekhlasi A. Analysis of Factors Affecting the Patient Effectiveness and Satisfaction level in Therapeutic Spaces: A Case Study in Yazd Hospitals // *JHOSP*. 2018. V. 17. Iss. 2. P. 81-96. (In Persian)
 44. Ye B.H., Yuen P.P., Qiu H.Z., Zhang V.H. Motivation of medical tourists: An exploratory case study of Hong Kong medical tourists. Paper presented at the Asia Pacific Tourism Association (APTA) // Annual Conference, Bangkok, Thailand, 2008.
 45. Fetscherin M., Stephano R.M. The medical tourism index: Scale development and validation // *Tourism Management*. 2016. V. 52. P. 539-556.
 46. Ricafort K.M.F. A Study of Influencing Factors That Lead Medical Tourists to Choose Thailand Hospitals as Medical Tourism Destination (Master Disertation), Webster University, Cha-am, Thailand, 2011.
 47. Kanittisuttitong N. Motivation and Decision on Medical Tourism Service in Thailand // *Rev. Integr. Bus. Econ. Res*. 2015. V. 4. Iss. 3. P.173-182. DOI: 10.14456/ajmi.2015.10
 48. Dwyer L., Kim C. Destination competitiveness: Determinants and indicators // *Current Issues in Tourism*. 2003. V. 6. Iss. 5. P. 369-414. DOI: 10.1080/13683500308667962
 49. Iso-Ahola S.E. Toward a social psychological theory of tourism motivation: A rejoinder // *Annals of Tourism Research*. 1982. V. 9. Iss. 2. P. 256-262.
 50. Pearce P.L., Caltabiano M.L. Inferring travel motivation from traveler's experiences // *Journal of Travel Research*. 1983. V. 22. Iss. 2. P. 16-20.
 51. Pyo S., Mihalik B.J., Uysal M. Attraction attributes and motivations: A canonical correlation analysis // *Annals of Tourism Research*. 1989. V. 16. Iss. 2. P. 277-282.
 52. Pike S. Destination Marketing Organizations, Oxford: Elsevier, 2004.
 53. Poon A. Tourism, Technology, and Competitive Strategy, Wallingford: CAB International, 1993.
 54. Schwab K. The Global Competitiveness Report 2017-2018. World Economic Forum, Geneva, Switzerland, 2017.
 55. Porter M.E. The Competitive Advantage of Nations. New York, NY: Free Press, 1990.
 56. Crouch G. Modelling Destination Competitiveness, A survey and Analysis of the Impact of competitiveness Attributes, Sustainable Tourism, Pty Ltd, Australia, 2007.
 57. Thilagavathi K., Shankar Ch. Medical Tourism Research: A Conceptual Framework of Emerging Business Strategies In Healthcare Industry // *Proceedings of International Conference on Tourism Development*, 2013.
 58. Ulaş D., Anadol Y. A case study for medical tourism: investigating a private hospital venture in Turkey, Anatolia // *An International Journal of Tourism and Hospitality Research*. 2016. V. 27. Iss. 3. P. 327-338. DOI: 10.1080/13032917.2016.1191763
 59. Dadashpoor A., Mohammadi R., Dadashpoor A. Investigating Effect of a Period of Water Exercise on Sleep Quality in Male Elders // *JSSU*. 2013. V. 21. Iss. 3. P. 300-310. (In Persian)
 60. Salimi A., Ahmadian A. Effectiveness of phototourism in control of seasonal affective disorder symptom journal // *Journal of geographical sciences*. 2013. V. 13. N 28. P. 191-215. (In Persian)
 61. Salarvand S. Comprehensive Theoretical overview of Natural things (Tbyyh Affairs) in Iranian traditional medicine // *JITM*. 2012. V. 3. Iss. 3. P. 251-262. (In Persian)
 62. Huang W., Kutner N., Bliwise D.L. A systematic review of the effects of acupuncture in treating insomnia // *Sleep Medicine Reviews*. 2009. V. 13. P. 73-104.
 63. Yavari G., Mansouri M. Tourism Crisis Management // *Tourism Management Studies*. 2017. V. 12. Iss. 40. P. 21-40. (In Persian) DOI: 10.22054/tms.2018.15614.1439
 64. Spatial planning of Yazd province, 2019.

REFERENCES

1. Heung, V.C., Kucukusta, D., Song, H. Medical tourism development in Hong Kong: An assessment of the barriers. *Tourism Management*. 2011, vol. 32, pp. 995-1005.
2. Yu J.Y., Ko T.G. A cross-cultural study of perceptions of medical tourism among Chinese, Japanese and Korean tourists in Korea. *Tourism Management*, 2012, vol. 33, pp. 80-88. DOI: 10.1016/j.tourman.2011.02.002
3. Connell J. Medical tourism: Sea, sun, sand and surgery. *Tourism Management*, 2006, vol. 27, iss. 6, pp. 1093-1100. DOI: 10.1016/j.tourman.2005.11.005
4. Cook P.S. Constructions and experiences of authenticity in medical tourism: The performances of places, spaces, practices, objects and bodies. *Tourist Studies*. 2010, vol. 10, iss. 2, pp. 135-149.
5. Crooks V.A., Turner L., Snyder J., Johnston R., Kingsbury P. Promoting medical tourism to India: Messages, images, and the marketing of international patient travel. *Social Science & Medicine*, 2011, vol. 72, pp. 726-732. DOI: 10.1016/j.socscimed.2010.12.022
6. Lunt N., Carrera P. Medical tourism: Assessing the evidence on treatment abroad. *Maturities*, 2010, vol. 66, iss. 1, pp. 27-32. DOI: 10.1016/j.maturitas.2010.01.017

7. Yeoh E., Othman K., Ahmad H. Understanding medical tourists: Word-of-mouth and viral marketing as potent marketing tools. *Tourism Management*, 2013, vol. 34, pp. 196-201. DOI: 10.1016/j.tourman.2012.04.010
8. Bookman M.Z., Bookman K.R. Medical tourism in developing countries. New York, Palgrave Macmillan. 2007. DOI: 10.1057/9780230605657
9. Turner L. Medical tourism and the global marketplace in health services: U.S. patients. International hospitals, and the search for affordable health care, 2011, vol. 40, iss. 3, pp. 443-467.
10. Robinson M. Niche tourism: An introduction. In M. Novelli (Ed.). *Niche tourism: Contemporary ideas, trends, and cases*. Burlington, MA: Elsevier, 2005, pp. 1-11.
11. Deloitte L.L.P. Medical tourism: Consumers in search of value. 2008. Available at: <http://www.deloitte.com/dtt/cda/doc/content/> (accessed 10.09.2019)
12. Ye B.H., Qiu H.Z., Yuen P.P. Motivations and experiences of Mainland Chinese medical tourists in Hong Kong. *Tourism Management*, 2011, vol. 32, pp. 1125-1127. DOI: 10.1016/j.tourman.2010.09.018
13. Upadhyaya M., Swoni S. The growth and development of Indian global healthcare destinations. *Journal of Marketing & Communication*, 2008, vol. 4, iss. 2, pp. 81-88.
14. Horowitz M., Rosensweig J., Jones C.A. Medical tourism: globalization of the healthcare marketplace. *Medscape General Medicine*, 2007, vol. 9, iss. 4, pp. 33-42.
15. York D. Medical Tourism: The trend toward outsourcing medical procedures to foreign countries. *Journal of Continuing Education in the Health Professions*, 2008, vol. 28, iss. 2, pp. 99-102. DOI: 10.1002/chp
16. Hall M. Publish and perish? Bibliometric analysis, journal ranking and the assessment of research quality in tourism. *Tourism Management*, 2011, vol. 32, iss. 1, pp. 16-27. DOI: 10.1016/j.tourman.2010.07.001
17. Azizi F. Assessment of the Barriers to the Development of Health Tourism in Yazd Province, Iran. *Health information management*. 2016, vol. 12, no. 6, pp. 799-806. (In Persian)
18. Maleki S., Haydar R.M., Shahrokh Z.Kh. Identify and Formulate Strategies for the Development of Health Tourism (Case Study: Tabriz Metropolitan). 2016. vol. 3, iss. 2, pp. 113-130. DOI: 10.22103/JUAS.2016.1843 (In Persian)
19. Nemati V., Ebrahimpour H., Babaee Y., Abbasgholizadeh N. Assessing Barriers to the Development of Medical Tourism Case Study: Ardabil // *J. health*. 2016. V. 7. Iss. 2. P. 118-133. (In Persian)
20. Taghvaei M., Goodarzi M. Development and prioritization of strategies in medical tourism (Example: Shiraz metropolitan). *Journal of research and urban planning*, 2016, vol. 7, no. 24, pp. 1-22. (In Persian)
21. Veerasoontorn R., Beise-Zee R. International hospital outshopping: A staged model of push and pull factors. *International Journal of Pharmaceutical and Healthcare Marketing*, 2010, vol. 4, iss. 3, pp. 247-264. DOI: 10.1108/17506121011076174
22. García-Altés A. The development of health tourism services. *Annals of Tourism Research*, 2005, vol. 32, no. 1, pp. 262-266. DOI: 10.1016/j.annals.2004.05.007
23. Kim S., Lee J., Kim M. How different are first-time attendees from repeat attendees in convention evaluation? *International Journal of Hospitality Management*. 2012, vol. 31, iss. 2, pp. 544-533.
24. Rokni L., Avci T., Park S.H. Barriers of Developing Medical Tourism in a Destination: A Case of South Korea. *Iran J Public Health*. 2017, vol. 46, no. 7, pp. 930-937.
25. Tabatabaeinasab S., Nouri A., Mohammadnabi Z., Heshmati F. Customers' typology in medical tourism. *Tourism Management Studies*. 2015, vol. 9, iss. 26, pp. 60-82. (In Persian)
26. IMTJ. Medical Travel And Tourism, Global Market Report, First Edition. *International medical travel journal*. 2018. Available at: <https://www.imtj.com/> (accessed 06.04.2020)
27. Assadzadeh A., Motafakker A.M., Asgharpur H., Mirani N. Investigating the Role of Institutional Quality on Development of Medical Tourism Industry in Iran: System Dynamics Approach. *Journal of Tourism Planning and Development*, 2019, vol. 7, iss. 27, pp. 26-54. DOI: 10.22080/jtpd.2019.2209 (In Persian)
28. Izadi M., Ayoobian A., Nasiri T., Joneidi N., Fazel M., Hosseinpourfard M.J. Situation of health tourism in Iran opportunity or threat. *J Mil Med*. 2012, vol. 14, no. 2, pp. 69-75. (In Persian) Available at: <http://militarymedj.ir/article-1-1004-fa.html> (accessed 06.04.2020)
29. Shalbafian A. Effective factors for developing health tourism [dissertation]. Tehran: Allame Tabatabaei University, 2006. (In Persian)
30. Bahram D., Jabbari A.R., Farzin M.R., Sherbafchizadeh N., Tabibi S.J. Current medical tourism in Iran: a case study. *Payesh*. 2012, vol. 11, iss. 2, pp. 171-179. (In Persian) Available at: <http://payeshjournal.ir/article-1-464-fa.html> (accessed 15.03.2019)
31. Bayat S., Hoseini Hasheminejad D., Bod M. Attracting Factors Identification of Medical Tourists in Hospitals of Tehran City. *Jhosp*. 2017, vol. 16, iss. 1, pp. 35-53. (In Persian) Available at: <http://jhosp.tums.ac.ir/article-1-5549-fa.html> (accessed 15.03.2019)
32. Nikraftar T., Hosseini E., Moghadam A. Identify Factors Affecting Medical Tourism Attraction in Iran. *Jha*. 2017, vol. 20, iss. 67, pp. 64-74. (In Persian) Available at: <http://jha.iuums.ac.ir/article-1-2138-fa.html> (accessed 15.03.2019)
33. Mehrjerdi Y., Faregh F. Modeling medical tourism in Iran using the system dynamic approach. *Iranian journal of management sciences*. 2013, vol. 8, iss. 31, pp. 105-130.
34. Kazemi Z. Study of the effective factor for attracting medical tourism in Iran [dissertation]. Netherland: Lulea University of Technology, 2007. (In Persian)
35. Momtaz N.S., Agharahimi Z. Medical Tourism Industry in Iran: Strategies for Development // *Health Information Management*. vol. 7, special iss., 2011, 524 p. (In Persian)
36. Expediency Discernment Council, 2010.
37. Iran Trade Development Organization, 2007.
38. Mahdavi Y., Mardani Sh., Hashemidehaghi Z., Mardani N. The Factors in Development of Health Tourism in Iran. *International Journal of Travel Medicine and Global Health*. 2013, vol. 1, iss. 3, pp. 113-118.
39. Ministry of Health & Medical Education Department of Health Tourism, 2019.
40. Statistical Yearbook of Yazd Province, 2018.
41. Statistical Yearbook, Iran, 2015.
42. Rezaie M., Taherzadeh Z. Evaluation of the impacts of servicing-Spatial Capacities Treatment Centers on the Amount of Medical Tourism Case Study: Yazd city. *Urban*

- tourism*, 2015, vol. 2, iss. 3, pp. 291-303. (In Persian) DOI: 10.22059/jut.2015.58449
43. Montazerolhoje M.R., Ekhlasi A. Analysis of Factors Affecting the Patient Effectiveness and Satisfaction level in Therapeutic Spaces: A Case Study in Yazd Hospitals. *JHOSP*. 2018, vol. 17, iss. 2, pp. 81-96. (In Persian)
44. Ye B.H., Yuen P.P., Qiu H.Z., Zhang V.H. Motivation of medical tourists: An exploratory case study of Hong Kong medical tourists. Paper presented at the Asia Pacific Tourism Association (APTA). Annual Conference, Bangkok, Thailand, 2008.
45. Fetscherin M., Stephano R.M. The medical tourism index: Scale development and validation. *Tourism Management*. 2016, vol. 52, pp. 539-556.
46. Ricafort K.M.F. A Study of Influencing Factors That Lead Medical Tourists to Choose Thailand Hospitals as Medical Tourism Destination (Master Dissertation), Webster University, Cha-am, Thailand, 2011.
47. Kanittinsuttitong N. Motivation and Decision on Medical Tourism Service in Thailand. *Rev. Integr. Bus. Econ. Res.*, 2015, vol. 4, iss. 3, pp.173-182. DOI: 10.14456/ajmi.2015.10
48. Dwyer L., Kim C. Destination competitiveness: Determinants and indicators. *Current Issues in Tourism*, 2003, vol. 6, iss. 5, pp. 369-414. DOI: 10.1080/13683500308667962
49. Iso-Ahola S.E. Toward a social psychological theory of tourism motivation: A rejoinder. *Annals of Tourism Research*. 1982, vol. 9, iss. 2, pp. 256-262.
50. Pearce P.L., Caltabiano M.L. Inferring travel motivation from traveler's experiences. *Journal of Travel Research*. 1983, vol. 22, iss. 2, pp. 16-20.
51. Pyo S., Mihalik B.J., Uysal M. Attraction attributes and motivations: A canonical correlation analysis. *Annals of Tourism Research*. 1989, vol. 16, iss. 2, pp. 277-282.
52. Pike S. *Destination Marketing Organizations*. Oxford: Elsevier, 2004.
53. Poon A. *Tourism, Technology, and Competitive Strategy*, Wallingford: CAB International, 1993.
54. Schwab K. *The Global Competitiveness Report 2017-2018*. World Economic Forum, Geneva, Switzerland, 2017.
55. Porter M.E. *The Competitive Advantage of Nations*. New York, NY: Free Press, 1990.
56. Crouch G. *Modelling Destination Competitiveness, A survey and Analysis of the Impact of competitiveness Attributes*, Sustainable Tourism, Pty Ltd, Australia, 2007.
57. Thilagavathi K., Shankar Ch. *Medical Tourism Research: A Conceptual Framework of Emerging Business Strategies In Healthcare Industry // Proceedings of International Conference on Tourism Development*, 2013.
58. Ulaş D., Anadol Y. A case study for medical tourism: investigating a private hospital venture in Turkey, Anatolia. *An International Journal of Tourism and Hospitality Research*, 2016, vol. 27, iss. 3, pp. 327-338. DOI: 10.1080/13032917.2016.1191763
59. Dadashpoor A., Mohammadi R., Dadashpoor A. Investigating Effect of a Period of Water Exercise on Sleep Quality in Male Elders. *JSSU*. 2013, vol. 21, iss. 3, pp. 300-310. (In Persian)
60. Salimi A., Ahmadian A. Effectiveness of phototourism in control of seasonal affective disorder symptom journal. *Journal of geographical sciences*. 2013. vol. 13, no. 28, pp. 191-215. (In Persian)
61. Salarvand S. Comprehensive Theoretical overview of Natural things (Tbyyh Affairs) in Iranian traditional medicine. *JITM*. 2012, vol. 3, iss. 3, pp. 251-262. (In Persian)
62. Huang W., Kutner N., Bliwise D.L. A systematic review of the effects of acupuncture in treating insomnia. *Sleep Medicine Reviews*. 2009, vol. 13, pp. 73-104.
63. Yavari G., Mansouri M. *Tourism Crisis Management. Tourism Management Studies*, 2017, vol. 12, iss. 40, pp. 21-40. (In Persian) DOI: 10.22054/tms.2018.15614.1439
64. *Spatial planning of Yazd province*, 2019.

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Сомайех С. Хоссейни определил идею исследования, строил логику исследования, участвовал в полевых исследованиях, составил картографический материал, структурировал результаты исследования. Масуд Тагвайи сформулировал проблему, определил методы исследования, участвовал в полевых исследованиях, структурировал текст статьи в логике исследования, подобрал библиографические источники. Загир В. Атаев выполнил анализ имеющегося опыта, сформулировал выводы исследования. Виталий В. Братков участвовал в обработке и изготовлении графического материала статьи. Все авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата и других неэтических проблем.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Somayeh S. Hosseini defined the idea of the study, built its logic, participated in field research, compiled cartographic material and structured the results. Masud Tagvayi formulated the problem, defined the research methods, participated in field research, structured the text of the article according to the logic of the research and selected bibliographic sources. Zagir V. Ataev performed an analysis of existing experience and formulated the conclusions of the study. Vitaly V. Bratkov participated in the processing and production of the graphic material of the article. All authors are equally responsible for plagiarism and self-plagiarism and other ethical transgressions.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Сомайех С. Хоссейни / Somayeh S. Hosseini <https://orcid.org/0000-0002-9043-697X>

Масуд Тагвайи / Masud Tagvayi <https://orcid.org/0000-0001-5486-5972>

Загир В. Атаев / Zagir V. Ataev <https://orcid.org/0000-0001-7731-5594>

Виталий В. Братков / Vitaly V. Bratkov <https://orcid.org/0000-0001-5072-1859>

Обзорная статья / Review article

УДК 330.15: 574.05

DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-117-131

Статья публикуется в авторской редакции

Экологический императив в развитии национальной экономики: повышение потенциала микроводорослей

Виктор В. Мелихов¹, Людмила Н. Медведева^{1,2}, Мария В. Фролова¹¹Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, Волгоград, Россия²Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Россия

Контактное лицо

Людмила Н. Медведева, доктор экономических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией экономических исследований ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия»; 400002 Россия, г. Волгоград, ул. Тимирязева, 9.
Тел. +79044010010
Email na.medvedeva2012@yandex.ru
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3650-2083>

Формат цитирования

Мелихов В.В., Медведева Л.Н., Фролова М.В. Экологический императив в развитии национальной экономики: повышение потенциала микроводорослей // Юг России: экология, развитие. 2020. Т.15, N 3. С. 117-131. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-117-131

Получена 17 марта 2020 г.

Прошла рецензирование 19 мая 2020 г.

Принята 29 июня 2020 г.

Резюме

Цель. Изучить методологические основы повышения потенциала микроводорослей в национальной экономике, как одного из экологических императивов в освоении новых природных ресурсов для будущих поколений.

Материал и методы. Исследование проведено на основе контент-анализа российских и зарубежных научных публикаций, материалов, полученных в ходе экспедиционно-экспериментальных и социологических исследований. Для более полного раскрытия темы использовался кластерно-когнитивный подход и экономико-математическое моделирование.

Обсуждение. Согласно императивам зеленой экономики экологические технологии станут лидирующими в развитии мировой экономики. Важнейшим стимулом, открывающимся перед предпринимателями на экологическом рынке, станет растущий спрос со стороны потребителей, требования со стороны правительств. К перспективным направлениям можно отнести более широкое применение микроводорослей, в части включения их в линейку полезных для здоровья человека продуктов питания; кормовой добавки в животноводстве, птицеводстве, рыбоводстве; субстанции для оздоровления водоемов и очистки от разливов нефти. Важным остается вопрос повышения потенциала микроводорослей, как продукта и производства, на региональном уровне на основе когнитивно-кластерного подхода. Сложным, в технологическом и техническом плане, остается вопрос получения живой биомассы микроводорослей в количестве необходимом для насыщения мирового и национального рынков. Обосновать предпринимательские решения по открытию производств из микроводорослей могут экономико-математические модели и социологические исследования, и также экспертные заключения. Многообещающие перспективы для предпринимательского инвестирования, из-за высокой ценности метаболитов, имеют микроводоросли *Chlorella vulgaris* и *Spirulina platensis*.

Заключение. Повышение потенциала микроводорослей является стратегическим ресурсом в развитии национальной экономики, поскольку в условиях изменяющегося климата, пандемий, загрязнения окружающей среды, недостатка продуктов питания и затрудненного доступа к чистой воде, производство биопродуктов и иммуностимулирующих препаратов с каждым годом увеличивается. Необходимо принятие законодательно-нормативных актов и организационных мер, направленных на стимулирование инвестиционной активности фондов и предпринимателей по налаживанию производства продуктов из микроводорослей в разных отраслях экономики. Международные коллаборации, промышленные предприятия, космические агентства (Роскосмос и НАСА) активно ведут исследования по использованию микроводорослей в качестве инструмента переработки отходов жизнедеятельности человека на космической станции, источника поступления кислорода и продуктов питания. Важным остается вопрос создания кластеров, применения механизма государственно-частного партнерства для повышения рентабельности производства биопродуктов из микроводорослей в различных отраслях и секторах экономики на макро-, мезоуровне.

Ключевые слова

Мировая экосистема, императивы национальной экономики, экологическая устойчивость, зеленые технологии, потенциал микроводорослей, альголизация водоемов, кормовая добавка, региональный кластер, экономико-математическое моделирование, предпринимательский потенциал.

The article is published in author's edition

An environmental imperative in the development of the national economy: increasing the potential of microalgae

Viktor V. Melikhov¹, Lyudmila N. Medvedeva^{1,2} and Maria V. Frolova¹

¹All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russia

²Volzhsky Polytechnic Institute, (Branch) Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

Principal contact

Lyudmila N. Medvedeva, Doctor of Economic Sciences, Professor, Leading Researcher and Head, Laboratory of Economic Research, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture; 9 Timirjazeva St, Volgograd, Russia 400002. Тел. +79044010010

Email milena.medvedeva2012@yandex.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3650-2083>

How to cite this article

Melikhov V.V., Medvedeva L.N., Frolova M.V. An environmental imperative in the development of the national economy: increasing the potential of microalgae. *South of Russia: ecology, development*. 2020, vol. 15, no. 3, pp. 117-131. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-117-131

Received 17 March 2020

Revised 19 May 2020

Accepted 29 June 2020

Abstract

Aim. To study the methodological basis for increasing the potential of applications of microalgae in the national economy, as one of the environmental imperatives in the development of new natural resources for future generations.

Materials and Methods. The research was conducted on the basis of content analysis of Russian and foreign scientific publications and materials obtained in the course of expeditions and experimental and sociological research. The cluster-cognitive approach and economic-mathematical modeling were used for a more complete exposition of the topic.

Discussion. According to imperatives of the green economy, environmental technologies will become leading factors in the development of the world economy. The most important incentive for entrepreneurs in the environmental market will be growing the demand of consumers and of governments. Promising areas include the use of microalgae in the production of foods beneficial to human health, feed additives in animal husbandry, poultry farming and fish farming, substances for improving water quality in reservoirs and the clean-up of oil spills. The issue of increasing the potential of microalgae at the regional level on the basis of a cognitive cluster approach is most relevant. The procurement of live microalgae biomass in amounts necessary to thoroughly supply world and national markets remains challenging in both technological and technical terms. Economic and mathematical models and sociological research, as well as the opinions of experts, allow us to justify business decisions in opening microalgae production facilities. Microalgae *Chlorella vulgaris* and *Spirulina platensis* present promising prospects for entrepreneurial investment due to the high value of their metabolites.

Conclusion. The increase in production and applications of microalgae is of major strategic potential in the development of the national economy, as the manufacture of bio-products and immune-stimulating drugs increases every year in response to climate change, pandemics, environmental pollution, food shortages and difficulties in accessing clean water. It is necessary to adopt legislative and regulatory instruments and organizational measures aimed at stimulating the investment of funding entities and entrepreneurs in the production of microalgae products in various sectors of the economy. International collaborations, industrial enterprises and space agencies (e.g. Roscosmos and NASA) are actively conducting research into the use of microalgae for the processing of organic waste in human living facilities in space as a source of both oxygen and food. The issue of creating clusters and applying mechanisms of public-private partnership aimed at increasing the profitability of bio-product manufacture from microalgae in various industries and sectors of the economy at the macro-and meso-level remains relevant.

Key Words

Global ecosystem, imperatives of the national economy, environmental sustainability, green technologies, potential of microalgae, algolisation of reservoirs, feed additive, regional cluster, economic and mathematical modeling, entrepreneurial potential.

ВВЕДЕНИЕ

Экологический императив в развитии национальной экономики ставит в центр внимания человека, который имеет право на здоровую и плодотворную жизнь в гармонии с природой, и науку, которая должна определять вектор развития мировой экосистемы в интересах каждого живущего на Земле. Русский ученый В.И. Вернадский в своих трудах обращал внимание, что «под влиянием научной мысли и человеческого труда биосфера переходит в новое состояние – ноосферу», и что ученому «даны интуиция, вдохновение – основа величайших научных открытий», и что порой, «в оставленном стороне материале, идут, может быть, самые *важные нити великих идей*, которые для него неизбежно остаются закрытыми и невидимыми, так как он имеет дело с неоконченным – может быть с бесконечным – процессом развития или раскрытия человеческого разума» [1]. Современная наука во многих своих проявлениях существенно отличается от того времени, в котором творил В.И. Вернадский, однако, трудно не согласиться с его утверждением, что: «...красной нитью, в истекшем столетии проходит рост науки в развитии научного мировоззрения» [1]. Развивая гипотезу В.И. Вернадского о ноосфере российские ученые во главе с Н.Н. Моисеевым разработали математическую модель биосферы, «...для получения информации о возможном состоянии биосферы вследствие крупномасштабных воздействий на нее Человека» [2]. Открытия, сделанные в области информационных технологий, позволили расширить базы данных, которыми пользовался Н.Н. Моисеев при построении модели, и достаточно логично подвели человечество к новому этапу развития – ноономической экономике [3]. На качественные изменения в технологиях, сокращение роли материальных факторов производства и возрастание роли человеческого капитала обращали внимание: Бехтель [4], Г.Ю. Жеребилов [5], С.Д. Бодрунов [3]. По мнению М. Росо и W. Bainbridge NBICS-конвергентные технологии должны помочь перевести мировую экономику в иной вектор развития, при котором факторы материального производства уступят место зеленым технологиям, способным удовлетворить потребности человечества, обеспечить использование новых потенциальных ресурсов, в числе которых микроводоросли и цианобактерии, обладающие многообещающими перспективами в области прикладной биотехнологии [6]. Величайший прогресс в развитии человеческого общества не может продолжаться «без глобальных шагов по снижению экологических рисков и сокращению неравенства» [7]. Решающее значение в этом плане имеет аргументированное обсуждение перспектив развития мировой экономики, допустимого уровня истощения природных ресурсов, активного поиска источников пополнения продовольствия и воды, сокращения парниковых газов. Однако до сих пор, значительная часть достижений научно-технического прогресса продолжают оставаться неэкологичными, что порой приводит к необратимым процессам в живой природе: загрязнению вод Мирового океана, сокращению площади лесов, опустыниванию пахотных земель, исчезновению многих видов животных и растений. Ученые подсчитали, что ежегодно на одного жителя Земли извлекается и перемещается 50 тонн природного сырья,

расходуется 3,6 кВт энергии, создается 2 тонны продуктов, образуется 48 тонн отходов, увеличивается пространство жизнеобеспечения человека до 11,5 га, что при росте населения Земли в недалеком будущем будет трудновыполнимо [7]. Более 100 лет затрачивает природа, чтобы отточить «живые технологии», человеку на разработки новых технологий и техники, которые в большинстве своем не являются природоподобными, требуется около 3 лет.

В международных докладах все больше присутствуют понятия: «зеленая промышленность» (green industry), «зеленые рынки» (green markets), «зеленая занятость» (green jobs). Первые упоминания о будущей общественной формации – зеленой экономике (green economy) встречаются «Проекте зеленой экономики» (Blueprint for a Green Economy, Pearce et al, 1989), материалах конференции «Рио-2012» [8, 9, 10]. На сегодняшнем этапе развития в научном сообществе сформировалось несколько подходов в установлении критериев зеленой экономики. Первый – зеленая экономика представляет платформу для роста благосостояния людей и снижения экологических рисков (Программа ООН по окружающей среде); второй – зеленая экономика это стратегия, которая опирается на экологический прогресс, требующий сокращения выбросов углекислого газа, уменьшения использования углеродного сырья (документ ЭСКАТО); третий – зеленая экономика это мир инноваций, формирующий новый IT-образ жизни (ОЭСР); четвертый подход связывает развитие зеленой экономики с использованием широкого спектра природных ресурсов (например, насекомых и микроводорослей в качестве продуктов питания и основы для получения новых лекарств). «Зеленая экономика – это экономика, обеспечивающая долгосрочное повышение благосостояния человека, сокращение неравенства, дающая возможность будущим поколениям избежать рисков обеднения окружающей среды» [11]. Эколог Герман Дейли достаточно образно обрисовал путь человечества к зеленой экономике: «это путь от экономики пустого мира, где созданный человеком капитал был невелик, а природный имелся в сверхизобилии, к экономике насыщенного мира, где все будет обстоит наоборот» [12].

Инновационные решения, на основе бережливого отношения к природным ресурсам, объединяются под общим названием – «*зелёные технологии*» (green technologies). Основные области применения зеленых технологий в мировой экономике – производство энергии из возобновляемых источников, снижение вредных выбросов в атмосферу, развитие устойчивых ландшафтов, поиск новых источников питания, бережливое отношение к водным ресурсам, экологизация научно-технического прогресса [13; 14]. К 2050 году, по прогнозам ФАО ООН, население Земли должно подойти к численности – 9 млрд человек, что потребует значительно увеличения производства продуктов питания, введения в оборот новых площадей орошаемых и осушаемых земель, поиска новых источников белка [15; 16]. Одно из перспективных исследований, признаваемое мировым научным сообществом, получение белка, масел и необходимых микроэлементов для фармации из насекомых и микроводорослей. Первые положительные

практики уже есть: британская компания Agri Protein построила в ЮАР предприятие по ежедневному производству 7 тонн кормовой муки, 3 тонн жира из насекомых и водорослей. Корпорация Big Cricket Farms (США) на площадке бостонского стартапа Six Foods спроектировала завод по производству и переработке насекомых (сверчков) на протеин. В Китае и Японии компании производят продукты из микроводорослей, в числе которых: биоэтанол, биодизель и биоводород. В США и Израиле микроводоросли используются для биоремедиации сточных вод, удаления пестицидов в растениеводстве. Огромное биоразнообразие и различие в биохимическом составе делают микроводоросли источником для получения биопродуктов с высокой коммерческой ценностью. Многообразие исследований, проводимых российскими учеными, подтверждают перспективность применения микроводорослей в национальной экономике [17]. Так, учеными из Дагестана (Россия) обоснована целесообразность крупномасштабного промышленного производства микроводорослей для сельского хозяйства, пищевой и фармацевтической промышленности в масштабах республики [18]. В Курской сельскохозяйственной академии доказана эффективность применения микроводорослей в растениеводстве, посевах зерновых.

Науке известно более 25 тыс. видов микроводорослей, но в коммерческих целях используется не столь много – 17. К наиболее перспективным относятся: *Dunaliella tertiolecta*, *Nannochloropsis oculata*, *Isochrysis galbana*, *Euglena gracilis*, *Tetraselmis suecica*, *Diacronema vlikianum*, *Porphyridium cruentum*, *Cryptocodinium cohnii*, *Schizochytrium* sp., *Nannochloropsis oculata*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Nitzschia* sp., *Dunaliella salina*, *Haematococcus pluvialis*, *Porphyridium cruentum*, *Haematococcus pluvialis*, *Cryptocodinium cohnii*, *Dunaliella salina*, *Spirulina (Arthrospira) platensis* [19]. Первые эксперименты по промышленному использованию микроводорослей – получению масел, проводились в Германии в середине XX века, пик исследований пришелся на период первого энергетического кризиса, когда из микроводорослей стали получать биоэтанол [20].

Почему сегодня, в XXI веке, микроводоросли вновь оказались в центре внимания ученых и предпринимателей? Ответ не настолько прост, как может показаться на первый взгляд, и на то есть несколько причин. Первая, отмечалось ранее – значительный рост населения и возрастающая потребность в белке. Вторая – способность микроводорослей быстро размножаться, обитать в любой экосистеме (воде, воздухе, почве), усваивать солнечную энергию, выделять кислород, проявлять секвестрацию. Третья – наличие в их составе большого количества белков, углеводов, витаминов, микро- и макроэлементов (железа, йода, калия, селена, жирных кислот Омега-3), столь необходимых для живых организмов. Четвертая – биологические и инженерные разработки последнего времени сделали получение биомассы микроводорослей экономически выгодной [16; 19-21]. Многофункциональные исследования по биологии и применению микроводорослей проводятся компаниями: Cyanotech (Гавайи, США), Vision (США), Manufacturing Co. (Тайвань), Cognis (Австралия), Algatechnologies, Ltd. (Израиль), Roquette Klötze GmbH &

Co KG (Клетце, Германия), Asta REAL AB (Густавсберг, Швеция), Algatech (Кетура, Израиль). В 2014 году в Корею создан научно-исследовательский центр биомассы микроводорослей (ABC) с инвестициями более 200 миллионов долларов. Результаты научных исследований по микроводорослям представлены в трудах зарубежных ученых: М. Андерсон, П. М. Глиберт, Дж. М. Буркхолдер, А. Баттервик, И. Лупач, А. Мюллер-Фуэга, К. Дж. Седер, Дж. Ф. Таллинг, Р. Дж. Шилдс, Т. Kamezaki, О. Takimura, Н. Wang, Y. Yamaoka, X. Zeng; ученых стран-участников ЕвразЭС: И. Абдулагатов, В. Белянин, Н. Богданов, Л. Гамко, Ю. Кожевников, Т. Король, А. Котинский, М. Куницын, В. Мелихов, С. Мельников, Н. Политаева, А. Скичко, С.Хрущев, А. Шубаков и др.

Исследования показали, что отдельные виды и штаммы микроорганизмов обладают столь уникальными свойствами, что трудно найти подобных аналогов среди других живых организмов. Микроводоросли *Chlorella vulgaris*, *Senecococcus elongatus* в большом количестве продуцируют: тиамин, рибофлавин, фолиевую кислоту; микроводоросль *Spirulina platensis* синтезирует йодсодержащие соединения – тироксин и трийодтиронин; микроводоросли родов *Nostoc* и *Microcystis* способны накапливать в большом количестве витамины группы B12 [19-24]. В качестве кормовых добавок в животноводстве используются: *Chlorella vulgaris*, *Chlorococcum*, *Spirogyra*, *Scenedesmus*, *Nostoc*, *Navicula*, *Nitzschia*; в мелиорации земель – *Scenedesmus spinosa* [24-29]. Перспективной для очистки природных и сточных вод – *Chlorella vulgaris* [29]. В городах очистка сточных вод с помощью бактерий и микроводорослей позволяет удешевить процесс и добиваться высокого качества очищенной воды, например в биокомплексах «Евробийон» с системой биологической фильтрации [30]. В российских научных публикациях приводятся данные, подтверждающие эффективность использования *Chlorella vulgaris* для очистки водоемов от пятен нефти. Атомарный кислород, выделяемый хлореллой, окисляет длинные цепочки гидрофильных углеводов, входящих в состав нефтепродуктов, образуя гидрофобные обрывки радикалов нефтепродуктов, которые оседают на дно водоемов, подвергаясь дальнейшему разложению с помощью нефтеперерабатывающих бактерий. Часть нефтяного загрязнения хлорелла переводит в комплексное водорастворимое соединение, которое потом разрушающееся экстрагирующими растворителями (толуол, CCl₄). После вселения хлореллы в водоем на поверхности воды не обнаруживается радужная пленка нефтепродуктов [31]. В работах Академика РАН Кружилина И.П. приводятся доказательства, что в результате высокого антропогенного воздействия изменяется естественный статус природных водоемов, период естественного самоочищения за счет жизнедеятельности организмов растягивается во времени и не достигает желаемого результата, что требует применения интенсивных биологических мелиораций [32].

В докладе «Глобальный рынок аквакультуры 2018-2022 годах» ежегодный CAGR продуктов аквакультуры прогнозируется на уровне – 4,46%. Рынок продаж аквакультуры к 2025 году должен достичь –224,2 млрд\$ США (рост 38%) [33-35]. Видовое разнообразие водорослей и микроводорослей в Российской Федерации достаточно высоко (1/10 всего мирового биоразнообра-

зия), однако, использование в экономике незначительное. В Интернете имеются сведения о двух заводах в Архангельске и на Сахалине по переработке водорослей, трех десятках малых предприятий по выращиванию *Chlorella vulgaris* и *Spirulina platensis*. В отчете по развитию аквакультуры, подготовленным Минсельхозом России, в соответствии с Федеральными законами: от 2 июля 2013 г. №148-ФЗ «Об аквакультуре (рыбоводстве)», от 20 декабря 2004 г. №166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов», раздела о применении микроводорослей не представлено, однако в «Технологической платформе БиоТех2030» в разделе «Биоиндустрия и биоресурсы» представлена информация о перспективных научных исследованиях, в числе которых: оптимизация процессов накопления биомассы микроводорослей, адаптированных к районным климатическим условиям; применение безотходных биотехнологий на основе микроводорослей в установках замкнутого водоснабжения с тепличным выращиванием растений и интенсивным ведением аквакультуры; разработка технологии получения больших объемов биомассы микроводорослей с широким спектром применения; создание в растениеводстве цианобактериальных консорциумов, способствующих оптимизации микробиологических процессов в ризосфере сельскохозяйственных культур, особенно в аридных почвенно-климатических условиях; получение белково-витаминных добавок к кормам, повышающих усвояемость основного корма, иммунный статус организма и выживаемость молоди; усовершенствование технологий получения в промышленных масштабах пищевых концентратов, БАДов, безопасных натуральных красителей, антиоксидантов и веществ, входящих в состав лекарственных средств [36; 37].

Цель исследования – изучить методологические подходы повышения потенциала микроводорослей в национальной экономике, как одного из экологических императивов в освоении новых природных ресурсов для будущих поколений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проведено на основе контент-анализа российских и зарубежных научных публикаций, материалов, полученных в ходе экспедиционно-экспериментальных исследований. Для более полного раскрытия темы использовался кластерно-когнитивный подход и экономико-математическое моделирование. Для определения перспектив включения микроводорослей в «Тарелку здорового питания» применялся инструментарий социологических исследований (анкетирование, моделирование прогнозных значений, «мозговой штурм»). Исследование проводилось с участием студентов 2-4 курсов инженерно-экономического факультета Волжского политехнического института (филиал) ВолГТУ (Волжский, Россия). Заключение об эффективности использования штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 в оздоровлении водных экосистем строилось на доказательной базе, полученной в ходе экспедиции на Волгоградское водохранилище (Россия). Степень загрязнения водоема, состояние фитопланктона, концентрация растворенного кислорода, объемы биомассы зеленых и синезеленых водорослей определя-

лись общепринятыми методами и с помощью спутниковой фотофиксации. Степень влияния штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 на экосистему заливов определялась с помощью «индекса желательности». Эффективность применения суспензии штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 в животноводстве и птицеводстве основывалась на данных размещенных в российских и зарубежных публикациях, результатах эксперимента на перепелах породы «Московский белый гигант» в КФХ Карповой Т.И. (Волгоградская область, Россия). Эмпирическую базу исследования составили: международные и российские законодательные акты, информационно-справочные материалы отраслевых министерств и ведомств, отчеты о деятельности предпринимательских структур, научные статьи, размещенные в базах РИНЦ, Web of Sciences, Scopus, Cloud Shell, а также результаты научных исследований, проводимых в ФГБНУ ВНИИОЗ (Волгоград, Россия) в период с 2006 по 2020 годы.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Обоснование использования микроводорослей в национальной экономике целесообразно начать с экскурса в историю вопроса. Человечество использует микроводоросли в качестве продуктов питания с середины XVI века. Суспензии и экстракт из *Chlorella vulgaris* используются в пищу в Японии, Корее, США. В Малайзии и Китае применение нашли микроводоросли: *Arthrospira platensis*, *Arthrospira maxima*, *Chlorella vulgaris*, *Chlorella pyrenoidosa*, *Dunaliella salina*, *Nostoc pruniforme* [38-40]. Возрастающий интерес населения к рациональному питанию и здоровому образу жизни, особенно в условиях пандемии, обуславливает появление на рынке новых продуктов, в том числе из микроводорослей [41-42]. Во Франции объем производства пробиотических продуктов и изделий, содержащих биологически активные ингредиенты с микроводорослями, вырос в 350 раз. Учеными Гарвардской школы общественного здравоохранения (США), которые разработали «Тарелку здорового питания», изучается вопрос использования микроводорослей в качестве пищевых добавок (рис.1) [42].

Результаты социологических исследований, проведенных среди студентов Волжского политехнического института (Волжский, Россия), по включению в «Тарелку здорового питания» продуктов из микроводорослей, показали: что 12% из числа опрошенных готовы попробовать продукты из микроводорослей (из этого числа 38% отдали предпочтение смузи из *Chlorella vulgaris*); регулярно употреблять в пищу готовы – 1,2% от числа опрошенных. Большинство студентов, принявших участие в опросе, не имеют стойких представлений о микроводорослях, относят к их числу: ламинарию (морскую капусту). Самыми известными микроводорослями были названы: *Chlorella vulgaris* и *Spirulina platensis* (показали 76% от числа опрошенных). Представления о микроводорослях все больше входят в информационное пространство современной молодежи, однако до реального включения их в рацион питания, достаточно далеко, и одна из причин: отсутствие налаженного российского производства продуктов из микроводорослей, маркетинговой пропаганды по их применению.



Рисунок 1. Структура «Тарелки здорового питания» с включёнными продуктами из микроводорослей (сухой порошок *Chlorella vulgaris*)

Figure 1. The structure of the "Healthy Eating Plate" with products made of microalgae (dry powder of *Chlorella vulgaris*)

Для обоснования потенциала микроводорослей на региональном уровне (организации постоянного производства и создании торговой площадки B2B индустрии микроводорослей) на региональном уровне применялись методы экономико-математического моделирования. Построенная на основе данных о: количестве субъектов МСП (по годам), состоянии почвы и водоемов (степень загрязнения), объеме производства продуктов из микроводорослей (кг), логистики продаж продуктов из микроводорослей (км/кг), потреблении продуктов из микроводорослей на 1 чел (кг/год) и отраслевом потреблении (кг/год), развитии инфраструктуры поддержки МСП, уровне спроса на продукты из микроводорослей (на основе социологических исследований), количестве населения придерживающегося здорового

образа жизни (чел), количестве внедренных инноваций. При построении когнитивной карты регионального кластера «Потенциал микроводорослей» брался во внимание тот факт, что в Российской Федерации усиливается внимание к развитию малого и среднего бизнеса (приняты пять федеральных программ, позволяющие начинающим предпринимателям на основе разработанного бизнес-плана получить грант или льготный кредит) [43; 44]. Когнитивная карта регионального кластера представлена ребрами, обозначающими положительное или отрицательное влияние вершин-факторов на развитие предпринимательской инициативы. Оценка каждого фактора производилась с помощью матрицы идентичности (рис. 2).

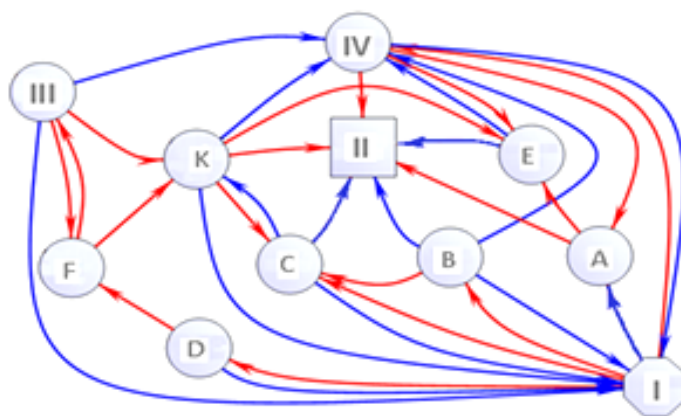


Рисунок 2. Обобщенная когнитивная карта взаимодействия факторов, определяющих функционирование кластера «Потенциал микроводорослей»

I – региональная экономика; II – предпринимательство; III – экология; IV – ресурсы; A – инвестиции; B – инновации; C – покупательская способность населения; D – культура питания населения; F – логистика и сбыт; K – система поддержки МСП; E – информационные ресурсы (Интернет)

Figure 2. Generalized cognitive map of interaction of the factors that determine the functioning of the "Microalgae Potential" cluster

I – regional economy; II – enterprise; III – ecology; IV – resources; A – investments; B – innovations; C – consumer purchasing power; D – food culture of the population; F – logistics and sales; K – support system for SMEs; E – information resources (Internet)

При построении математической модели регионального кластера «Потенциал микроводорослей» использовались данные по объемам инвестиций и производству, полученной доходности бизнеса, движению денежных

средств (доходов и расходов) [45]. При построении кластера использовались следующие обозначения:

y_k – объем производства по k -му виду продукции из микроводорослей, тыс. т;

q_k – прогнозный спрос на продукцию k -го вида в стоимостном выражении, рублей;

V_k – проектная производительность основных производственных фондов по k -му продукту, рублей;

T_k – срок службы основных производственных фондов k -го вида, лет;

P_k – стоимость единицы продукции k -го вида, рублей;

T – период, год.

Инвестиции в приобретаемые основные производственные фонды k -го типа обозначены:

$$x_k = c_k m_k, \quad (k = 1, \dots, n) \quad (1)$$

где x_k – приобретаемые основные производственные фонды k -го типа, руб.;

c_k – среднегодовая стоимость основных производственных фондов k -го вида продукции из микроводорослей, руб.;

m_k – количество приобретаемых основных производственных фондов для производства k -го вида продукции из микроводорослей, ед.;

Выручка от продажи продукции k -го типа:

$$x_{nk} = P_k m_k y_k, \quad (k = 1, \dots, n) \quad (2)$$

где x_{nk} – выручка, руб.

Выпуск продукции k -го вида, который может быть функцией $y_k(t)$ времени t .

$$y_k(t) = \frac{x_{nk}}{P_k m_k}, \quad (k = 1, \dots, n) \quad (3)$$

Суммарные инвестиции в приобретение основных производственных фондов, руб., составят:

$$X = \sum_{k=1}^n x_k, \quad (4)$$

где X – суммарные инвестиции, руб.

Суммарная выручка от реализации по всем видам продукции из микроводорослей составит:

$$R = \sum_{k=1}^n P_k m_k y_k, \quad (5)$$

где R – суммарная выручка, руб.

Фонд оплаты труда, определяемый как заданный процент β выручки от реализации R всей продукции, выразим из (6):

$$F = \beta R, \text{ руб.} \quad (6)$$

Сумму амортизационных отчислений за период планирования T по всем видам основных производственных фондов выразим:

$$Am = T \sum_{k=1}^n \frac{c_k m_k}{T_k}, \quad (7)$$

Am – сумма амортизационных отчислений, руб.

Эффективность k -го вида основных производственных фондов может оцениваться безразмерным отношением:

$$\delta_k = \frac{P_k V_k}{c_k}, \quad (8)$$

где δ_k – относительный показатель эффективности по k -го вида основных производственных фондов.

Чистая прибыль после налогообложения, которую получают предприниматели кластера, выглядит следующим образом:

$$W = (1 - \alpha_3)(R - (Am + F(1 + \alpha_4) + X + z)), \quad (9)$$

где α_3 – ставка налога МСП;

α_4 – ставка отчислений с фонда оплаты труда на обязательное страхование;

z – суммарные материальные затраты, определяемые в виде заданного процента от общих затрат деятельности кластера, руб.

С учетом приведенных выше обозначений, прибыль выглядит так:

$$W = (1 - \alpha_3)[-\sum_{k=1}^n q_k x_k + (1 - \beta)\sum_{k=1}^n x_{nk}], \quad (10)$$

где $q_k = T/T_k$.

Для наглядности в записи были введены безразмерные параметры:

$$\gamma_k = \alpha_3 \frac{T}{T_k} - 1, \quad (k = 1, \dots, n); \quad (11)$$

$$\sigma_k = \alpha_3 \frac{T}{T_k} = \gamma_k + 1; \quad (12)$$

$$\gamma = (1 - \alpha_3)(1 - \beta) \quad (13)$$

Эффективность (собственные средства) кластера «Потенциал микроводорослей» можно представить в виде:

$$D_S = A_m + W \quad (14)$$

или, с учетом введенных обозначений,

$$D_S = \sum_{k=1}^n \gamma_k x_k + \gamma \sum_{k=1}^n x_{nk}. \quad (15)$$

Зависимость (14) является линейной относительно переменных x_k и x_{nk} .

Если выполняется условие $D_S \geq 0$, то кластер «Потенциал микроводорослей» будет являться эффективным. Данные, собранные по регионам Южного федерального округа, позволили определить: $D_S = 0,017$. Низкое значение показателя свидетельствует о имеющихся нереализованных возможностях. Важным для развития новых видов бизнеса (организация производства биопродуктов) является оценка состояния предпринимательства на региональном уровне. Предпринимательский потенциал можно оценить с помощью методов экономико-математического моделирования. Для оценки потенциала предпринимательства применяется общая формула:

$$P_{\text{предпринимательский}} = P_{\text{личностный}} + P_{\text{материально-технический}} + P_{\text{инвестиционный}} + P_{\text{инновационный}} \quad (16),$$

а каждый компонент рассчитывается отдельно. Например, материально-технический компонент рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{материально-технический}} = W \frac{M_x}{n}, \quad (17)$$

где W – коэффициент весомости на основе экспертных оценок;

M_x – элементы, формирующие материально-технический потенциал;

n – количество элементов.

На основе экспертных оценок, данных социологических опросов на программах для ЭВМ была рассчитана емкость предпринимательского потенциала для налаживания производства продуктов из микроводорослей в Волгоградской области – 7,63%, что свидетельствует о нереализуемых возможностях. Учеными ФГБНУ ВНИИОЗ (Волгоград, Россия) совместно с учеными Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (Москва) разрабатывается имитационно – моделирующий комплекс, который позволит изменить ситуацию и предоставить предпринимателям на основе компиляции данных из модулей: «Водные ресурсы», «Вид водорослей», «Территория», «Погодные условия», «Тех-

нология», «Производство», «Инвестиции», «Логистика», «Персонал», «Инновации» поливариантный прогноз организации производства и реализации продуктов из микроводорослей по отраслям на определенный период. Открытым остается вопрос, какие микроводоросли и в каких отраслях экономики могут составить потенциал для развития и здесь многое зависит от ученых, их инновационных разработок.

Одна из наиболее известных населению и востребованных предпринимателями –микроводоросль *Chlorella vulgaris*. Была описана датским микробиологом М. Бейжерником еще в XVII веке. К настоящему времени известны семь планктонных штаммов микроводоросли: *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111, *Chlorella vulgaris* BIN, *Parachlorella nurekis* 1904 KIEG, *Chlorella kessleri* ARW, *Chlorella kessleri* NF, *Chlorella vulgaris* GKO, *Chlorella sorokiniana* FAT, которые обладают рядом полезных свойств для организации производства: свободным парением и равномерным распределением в водоемах [46; 47]. Ученые ФГБНУ ВНИИОЗ (Волгоград, Россия) с 2006 года в сотрудничестве с научными и коммерческими организациями, сельскохозяйственными

ми и рыборазводными хозяйствами создают доказательную базу правомерности применения штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111в национальной экономике [26; 48]. Представленные в статье материалы, по использованию штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 получены в результате многолетних исследований. Использование микроводорослей в оздоровлении водоемов, изучалось в ходе экспедиции на Волгоградское водохранилище, имеющего многоцелевое хозяйственное значение. Ежегодно из-за эффекта «цветение воды», вызывающего гибель рыб и животных, трудности при заборе воды для питьевых и хозяйственных нужд, региональная экономика несет убытки. Эффект «цветения воды» создают быстроразмножающиеся синезеленые водоросли: *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis*, *Oscillatoria* и одним из способов очищения водоемов является биологическая мелиорация (альголизация) [29; 48]. В таблицах 1, 2 представлены результаты исследований: состояние заливов Волгоградского водохранилища; объемы вселяемой суспензии штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 на станциях.

Таблица 1. Характеристика заливов Волгоградского водохранилища, на которых были размещены станции наблюдения ФГБНУ ВНИИОЗ, 2017 год

Table 1. Characteristics of bays of Volgograd reservoir where observation stations of FSBSI VNIIOZ were placed, 2017

Заливы Bays	Расположение Location	Площадь, га Area, ha	Длина, км Length, km
Экспериментальные заливы для проведения альголизации Experimental bays for conducting algalisation			
Ерзовский Yerzovsky	правобережное right bank	87	3,2
Дубовский Dubovsky	правобережное right bank	34	2,3
Балыклейский Balyklei	правобережно right bank	1550	13
Еруслановский Ulanovsky	левобережное left-bank	6660	31
Контрольные заливы без проведения альголизации Control bays where algalisation not conducted			
Красные отмели Red shoals	правобережное right bank	1780	17
Яблоньский Yablonsky	левобережное left-bank	52	2,8

Примечание: га – гектар; км – километр; м – метр

Note: ha. – hectare; km – kilometre; m – metre

Исследование доказало, что в заливах снизилась концентрация биогенных элементов, уменьшилось количество соединений азота и фосфора в 2,3-3,5 раза, биогенов – в 1, 3 раза. Расчетный «индекс желательности» составил – 0,71, что подтверждает положительное влияние штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 на жизнедеятельность водохранилища (рис. 3).

В научных публикациях, посвященных предотвращению «цветения воды» с помощью штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111, указывается, что технология альголизации на крупных водных объектах до конца не изучена, мало данных о перемещении водных пластов с микроводорослями под воздействием вихревых потоков. В лабораториях Москвы, Казани, Омска и Волгограда (ФГБНУ ВНИИОЗ) проводятся исследования

по биологии и получения биомассы *Chlorella vulgaris* в промышленных объемах (рис. 4) [48].

Во многих странах мира проводятся исследования по получению биомассы *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 в открытых и закрытых фитобиореакторах [47; 49] (рис. 5).

Известно, что продуктивность открытых систем по получению биомассы микроводорослей в 2 раза ниже, чем в закрытых. Кроме того, в закрытых фитобиореакторах чистота, получаемой суспензии достигает более высоких показателей. Одним из препятствий к промышленному производству микроводорослей является высокая стоимость получаемой биомассы, на которую влияют тарифы на электроэнергию, стоимость ингредиентов питательной среды [50]. Большие по размеру автоматизированные фитобиореакторы могли бы

давать значительные объемы биомассы микроводорослей по более низкой себестоимости, однако, несовершенство технологии не позволяет этого добиться (на определенной стадии может начаться процесс массовой гибели клеток) [50]. В последние годы ФГБНУ ВНИИОЗ (Волгоград, Россия) получил патенты на полезную модель открытого фитобиореактора по выращива-

нию хлореллы и способ водоподготовки [51; 52]. В стадии проектирования находится установка «ВНИИОЗ-БИОМАХ» для размножения микроводорослей в закрытом режиме, которая разрабатывается с участием ученых Волгоградского государственного технического университета, государственного НИИ озерного и речного рыбного хозяйства им. Л.С. Берга.

Таблица 2. Объемы суспензии штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111, вселяемой в заливы Волгоградского водохранилища в ходе эксперимента, 2017год

Table 2. Volumes of suspension of the *Chlorella vulgaris* strain IFR N C-111 injected into bays of Volgograd reservoir during the experiment, 2017

Наименование заливов Name of bays	Внесение штамма <i>Chlorella vulgaris</i> ИФР № С-111, литр The introduction of a strain of <i>Chlorella vulgaris</i> IGF N C-111, litre						
	Март March	Апрель April	Май May	Июнь June	Июль July	Август August	Сентябрь September
Экспериментальные заливы / Experimental bays							
Ерзовский Yerzovsky	20	20	40	60	60	60	-
Дубовский Dubovsky	20	20	20	40	40	20	-
Балыклейский Balyklei	40	100	60	100	60	60	40
Еруслановский Ulanovsky	100	100	100	100	100	60	40
Контрольные заливы / Control bays							
Красные отмели Red shoals	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Яблоньский Yablonsky	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

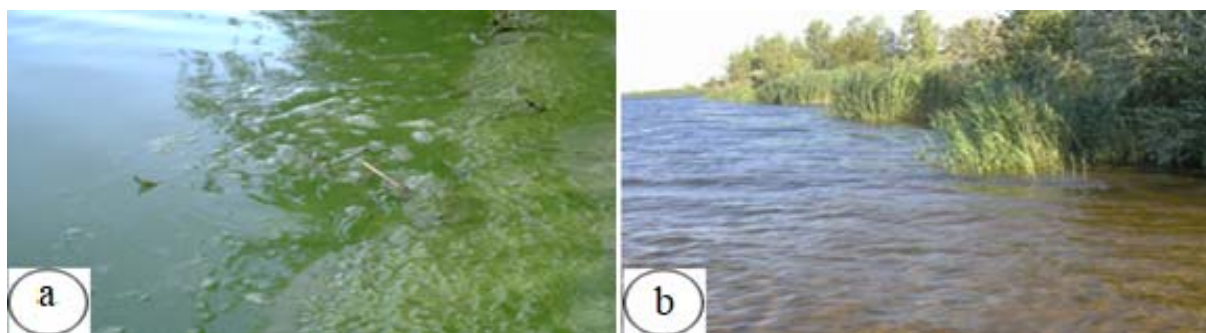


Рисунок 3. Состояние водной среды в Балыклейском заливе Волгоградского водохранилища (июль-сентябрь, 2017)
а – пленка из разлагающихся синезеленых водорослей в заливе (июль, 2017)
б – состояние воды в заливе (сентябрь, 2017)

Figure 3. State of the water environment in Balyklei Bay of Volgograd reservoir (July-September, 2017)

а – film of decomposing blue-green algae in the bay (July, 2017)
б – state of water in the bay (September, 2017)

Одной из отраслей применения микроводорослей является сельское хозяйство. Эффективность применения штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 в птицеводстве изучалась ФГБНУ ВНИИОЗ в хозяйствах Юга России [53]. Оценка полезности применения микроводоросли в перепеловодстве изучалась на породе «Московский белый гигант» в КФХ Карповой Т.И. (Волгоградская область, Россия). Проводились исследования по объемам применяемой суспензии штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111, привесам птицы перепела при добавлении в корм микроводоросли, количеству выводимых перепелов на 100 штук голов взрослой птицы, сохранности

птицы в первые две недели жизни, состоянии кровеносной и пищеварительной систем. Хороший эффект был получен при кормлении перепелов с добавлением суспензии штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 из расчета: 500 мл на 10 литров воды (или 5 мл на 1 голову птицы): увеличение живой массы произошло на 15%, выход готовой продукции на 2,9%. Люминесцентная микроскопия содержимого желудочно-кишечного тракта показала полную усвояемость микроводорослей организмом птицы; биохимические показатели крови подтвердили повышение иммунитета [54] (рис. 6).



Рисунок 4. Исследования по биологии штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 ФГБНУ ВНИИОЗ; вселение штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 в залив Волгоградского водохранилища, 2017

Figure 4. Research on the strain biology of *Chlorella vulgaris* IFR no. C-111 FSBSI VNIIOZ; introduction of the strain of *Chlorella vulgaris* IFR no. C-111 into bay of Volgograd reservoir, 2017



Рисунок 5. Завод по переработке микроводорослей в Исландии, открытый водоем для культивирования хлореллы, вместимостью 300 тонн, Национальный университет Чэн Кунг, Тайвань, КНР.

Figure 5. Microalgae processing plant in Iceland, open water reservoir for growing *Chlorella*, 300 tons capacity, National Cheng Kung University, Taiwan, China.



Рисунок 6. Яйца и перепела 5-ти дневного возраста, полученные в ходе эксперимента по применению суспензии штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111, 2019 год

Figure 6. Eggs and quails of 5-day age obtained during experiment in the use of a suspension of the *Chlorella vulgaris* strain IFR no. C-111, 2019

Проведенные данные раскрывают возможности для расширения линейки продуктов из микроводорослей, введения новых стандартов в различных отраслях экономики, как на национальном, так и региональном уровне [23; 31].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Возрастающий теоретический интерес человечества в отношении одноклеточных фотосинтезирующих организмов (микроводорослей) обусловлен рядом объективных причин: ростом населения, сокращением при-

родных ресурсов, обеспечивающих существование человека на Земле, изменением климата, являющегося следствием увеличения углекислого газа в атмосфере, усилением антропогенной нагрузки на природные ландшафты (введением в оборот новых земель, уменьшением плодородия почвы, загрязнением природных водоемов в том числе и нефтехимическими соединениями), снижением иммунитета и появлением новых возбудителей болезней, приводящих к пандемиям. Практический интерес к микроорганизмам обусловлен тем, что они являются источником органических веществ и

условием, обеспечивающим восстановление природных и искусственных водоемов. На мировом рынке технически осуществимо и хорошо коммерциализируется производство микроводорослей в качестве кормовых добавок для животных и птицы; концентратов для пищевой, фармацевтической, косметической, энергетической промышленности. Исследования, проводимые в ФГБНУ ВНИИОЗ (Волгоград, Россия), расширяют возможности применения микроводорослей, в том числе *Chlorella vulgaris*, в перепеловодстве, прудовом рыболовстве и оздоровлении водных экосистем на региональном уровне. Учитывая возрастающую потребность человечества в белке и экологически чистой среде обитания, значительный объем публикаций о микроводорослях, индексируемых на платформах РИНЦ, Scopus, Web of Science (более 1000 за последние пять), можно спрогнозировать рост предпринимательского внимания к биопродуктам. Для повышения потенциала микроводорослей требуется законодательная инициатива не только на национальном или региональном уровне, разговор может идти о глобальных масштабах, например, ООН.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта N 19-14 505-73\19.

ACKNOWLEDGEMENTS

Research was funded by RFBR, project number 19-14 505-73\19.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Вернадский В.И. Избранные труды по истории науки. М.: Наука, 1981. 360 с.
- Моисеев Н.Н. Экология человечества глазами математика. М.: Молодая гвардия, 1988. 254 с.
- Бодрунов С.Д. Ноономика: концептуальные основы новой парадигмы развития // Известия Уральского государственного экономического университета. 2019. N 20. С. 5-12. DOI: 10.29141/2073-1019-2019-20-1-1
- Бехтель М. Будущее труда. Размышления, взгляды, перспективы. М.: Институт имени Гёте, 2000. 267 с.
- Жеребилов Г.Ю. Соборная собственность как основа ноономики. Портал Проза.ру. URL: <https://www.proza.ru/2017/04/06/1130> (дата обращения: 03.02.2020)
- Roco M., Bainbridge W. Converging technologies for improving human performance: Nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science // Kluwer Academic Publishers (currently Springer) Dordrecht, The Netherlands. 2003. 482 p.
- Доклад о человеческом развитии 2011. Устойчивое развитие и равенство возможностей: лучшее будущее для всех. Пер. с англ.; ПРООН. М.: Издательство «Весь Мир», 2011. 188 с.
- Pearce D.W., Markandya A., Barbier E. Blueprint for a Green Economy. Earthscan Publications Limited, 120 Pentonville Road, London NI 9JN, UK, 1989. 192 p.
- Будущее, которого мы хотим // Итоговый документ Конференции ООН. Рио-де-Жанейро. 2012. URL: <http://www.uncsd2012.org/> (дата обращения: 20.12.2019)
- Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable

Development and Poverty Eradication // UNEP. 2011. URL: <http://www.unep.org/greeneconomy> (дата обращения: 15.02.2020)

- Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth // UNEP. 2011. URL: http://www.gci.org.uk/Documents/Decoupling_Report_English.pdf (дата обращения: 11.10.2019)
- Daly H. Economics in a Full World // Scientific American. 2005. V. 293. Iss. 3. 100 p. DOI: 10.1038/scientificamerican0905-100
- Melikhov V.V., Novikov A.A., Medvedeva L.N., Komarova O.P. Green technologies: The basis for integration and clustering of subjects at the regional level of economy // Integration and Clustering for Sustainable Economic Growth. Contributions to Economics. 2017. P. 365-382. DOI: 10.1007/978-3-319-45462-7_37
- Колбачев Е.Б., Медведева Л.Н., Балакай Г.Т., Пахомова А.А., Роскошная А.С., Белых Д.В. Применение форсайт-технологий в обосновании развития мелиорации с использованием ресурсосберегающих и энергоэффективных технологий // Вестник Южно-Российского государственного технического университета. Серия: Социально-экономические науки. 2018. N 3. С. 24-37. DOI: 10.17213/2075-2067-2018-3-24-37
- Grossmann L., Hinrichs J., Weiss J. Cultivation and downstream processing of microalgae and cyanobacteria to generate protein-based technofunctional food ingredients // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2020. V. 60. Iss. 17. P. 2961-2989. DOI: 10.1080/10408398.2019.1672137
- Dineshbabu G., Goswami G., Kumar R., Sinha A., Das D. Microalgae-nutritious, sustainable aqua- and animal feed source // Journal of Functional Foods. 2019. V. 62. P. 23-31. DOI: 10.1016/j.jff.2019.103545
- Мелихов В.В. Научные продукты всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия // Орошаемое земледелие. 2018. N 4. С. 6-7.
- Абдулагатов И.М., Алхасов А.Б., Догеев Г.Д., Тумалаев Н. Р., Алиев Р.М., Бадавов Г.Б., Алиев А.М., Салихова А.С. Микроводоросли и их технологические применения в энергетике и защите окружающей среды // Юг России: экология, развитие. 2018. Т. 13. N 1. С. 166-183. DOI: 10.18470/1992-1098-2018-1-166-183
- Andrade L.M., Andrade C.J., Dias M., Nascimento C.A.O., Mendes M.A. *Chlorella* and *Spirulina* microalgae as sources of functional foods, nutraceuticals, and food supplements; an overview // MOJ Food Process Technol. 2018. V. 6. N 1. P. 45-58. DOI: 10.15406/mojfpt.2018.06.00144
- Caporgno M.P., Mathys A. Trends in microalgae incorporation into innovative food products with potential health benefits // Front. Nutr. 2018. V. 5. P. 58-63. DOI: 10.3389/fnut.2018.00058
- Клячко-Гурвич Г.Л., Семененко В.Е. Физиолого-биохимические аспекты направленного получения ценных метаболитов в условиях интенсивной культуры водорослей // Труды Московского общества испытателей природы. 1966. N 24. С. 154-159.
- Политаева Н.А., Смятская Ю.А., Трухина Е.В., Атаманюк И., Кузнецова Т. А. Культивирование биомассы микроводоросли *Chlorella* в климатических условиях Санкт-Петербурга // Неделя науки СПбПУ. Материалы научной конференции с международным участием. 2017. С. 150-152.

23. Котинский А.В., Чернухина Г.В., Донченко Г.В., Паливода О.М., Костенко Ю.В., Степаненко С.П., Паливода К.О. Влияние солей йода и кобальта на содержание биологически активных веществ в биомассе спирулины // Укр. біохім. журн. 2004. Т. 76. N 2. С. 112-116.
24. Фролова М.В., Московец М.В., Птицына Л. А., Торопов А.Ю. Суспензия хлореллы как биостимулятор в кормлении молодняка крупного рогатого скота // Аграрно-пищевые инновации. 2019. N 2 (6). С. 34-39. DOI: 10.31208/2618-7353-2019-6-34-39
25. Shchedrin V.N., Vasilyev S.M., Kolganov A.V., Medvedeva L.N., Kupriyanov A.A. Meliorative institutional environment: The area of state interests // Espacios. 2018. V. 39. N 12. 28 p.
26. Фролова М.В., Московец М.В., Птицына Л.А., Торопов А.Ю. Особенности влияния штамма *Chlorella vulgaris* ИФР N C-111 на качество воды в прудовом рыбоводстве // Орошаемое земледелие. 2019. N 3. С. 46-49.
27. Мелихов В.В., Фролова М.В., Зибаров А.А., Московец М.В. Экологическая оценка современной биотехнологии улучшения качества поливной воды для агроландшафтов Волго-Донского междуречья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2019. N 3 (55). С. 94-101. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-03-11
28. Li K., Liu Q., Fang F., Luo R., Lu Q., Zhou W., Huo S., Cheng P., Liu J., Addy M., Chen P., Chen D., Ruan R. Microalgae-based wastewater treatment for nutrients recovery: A review // Bioresource Technology. 2019. V. 291. N 121934. DOI: 10.1016/j.biortech.2019.121934
29. Король Т.С., Мартынов Д.Ю., Новиченко А.И., Новиков А.В., Сумарукова О.В., Лапидовский М.В. Исследование возможности использования микроводоросли *Chlorella vulgaris* в технологических процессах обеззараживания и доочистки сточных вод // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2017. N 8. С. 34-40.
30. Starovoytov M.K., Medvedeva L.N., Kozenko K.Y., Starovoytova Y.M., Lukyanov G.I., Timoshenko M.A. Rational environmental management: The platform for integration and optimization of resources // Contributions to Economics. 2017. N 9783319454610. P. 347-363. DOI: 10.1007/978-3-319-45462-7_36
31. Семенов Ю.В., Харламова Т.А., Бодров А.В. Использование микроводоросли – хлореллы для биологической очистки воды от загрязнений нефтепродуктами // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2012. N 11. С. 168-171.
32. Кружилин И.П., Богданов И.П. Использование штамма *Chlorella vulgaris* для биологической реабилитации сточных вод и загрязненных водоемов // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2009. N 6. С. 37-38.
33. Глебова И.А., Пономарев А.К., Шатохин М.В. Место России на мировом рынке водорослей // Дельта науки. 2019. N 1. С. 13-15.
34. Никифоров-Никишин А.Л., Шатохин М.В. Развитие мирового рынка аквакультуры // Дельта науки. 2019. N 1. С. 4-6.
35. Отчеты о маркетинговых исследованиях – Отраслевой анализ: Глобальный рынок аквакультуры 2018-2022 гг. URL: <https://www.technavio.com> (дата обращения: 23.01.2020)
36. Федеральный закон «Об аквакультуре (рыбоводстве) и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 02.07.2013 N 148-ФЗ (ред. от 27.12.2019). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_148460/ (дата обращения: 01.02.2020)
37. Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» от 20.12.2004 N 166-ФЗ (ред. от 06.12.2011) URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_50799/ (дата обращения: 01.12.2019)
38. Odjadjare E.C., Mutanda T., Olaniran A.O. Potential biotechnological application of microalgae: a critical review // Critical Reviews in Biotechnology. 2017. V. 37. Iss. 1. P. 37-52. DOI: 10.3109/07388551.2015.1108956
39. Lagrange V., Whitsett D., Burris C. Global market for dairy proteins // Journal of Food Science. 2015. V. 80 (S1). P. 16-22. DOI: 10.1111/1750-3841.12801
40. Koyande A.K., Chew W.K., Rambabu K., Tao Y., Chu D-T., Show P-L. Microalgae: A Potential alternative to health supplementation for humans // Food Science and Human Wellness. 2018. V. 8. Iss. 1. P. 16-24. DOI: 10.1016/J.FSHW.2019.03.001
41. Molino A., Iovine A., Casella P., Mehariya S., Chianese S., Cerbone A., Rimauro J., Musmarra D. Microalgae Characterization for Consolidated and New Application in Human Food, Animal Feed and Nutraceuticals // Int. J. Environ. Res. Public Health. 2018. V. 15. Iss. 2436. DOI: 10.3390/ijerph15112436
42. Минина В., Иванова М., Ганскау Е. Здоровое питание в повседневной жизни россиян // Журнал социологии и социальной антропологии. 2018. N 21 (4). С. 182-202. DOI: 10.31119/jssa.2018.21.4.8
43. Федеральный закон «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» от 24.07.2007 N 209-ФЗ (последняя редакция). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_52144/ (дата обращения: 03.02.2020)
44. Медведева Л.Н., Ковалев С.П., Медведев А.В. Молодежное предпринимательство в России: основания для выделения бизнес-групп // Россия: тенденции и перспективы развития. Ежегодник. Москва, 2017. С. 790-794.
45. Rogachev A., Antamoshkina E. Mathematical modeling of the food-security level using a fuzzy cognitive approach // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. N 403 012181. DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012181
46. Кожевников Ю.А., Чирков В.Г., Щекочихин Ю.М. Культивирование и переработка микроводорослей // Вестник ВИЭСХ. 2015. N 1(18). С. 81-84.
47. Богданов Н.И. Экологические аспекты использования планктонной хлореллы // Материалы II Международной научной конференции «Глобальные экологические проблемы: локальное решение», Москва, 2019. С. 8-11.
48. Медведева Л.Н., Фролова М.В., Московец М.В., Медведев А.В. Внедрение природосберегающих технологий – экологический императив в развитии регионов // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. 2019. Т. 21. N. 4. С. 126-140. DOI: 10.15688/ek.jvolsu.2019.4.13
49. Chang J.S., Show P.L., Ling T.C., Chen C.Y., Ho S.H., Tan C.H., Nagarajan D., Phong W.N. 11-Photobioreactors. Cur-

rent Developments in Biotechnology and Bioengineering: Bioprocesses, Bioreactors and Controls. 2017. Chapter 11. P. 313-352. DOI: 10.1016/B978-0-444-63663-8.00011-2

50. Granata T. Dependency of microalgal production on biomass and the relationship to yield and bioreactor scale-up for biofuels: a statistical analysis of 60+ years of algal bioreactor data // *BioEnergy Research*. 2017. V. 10. Iss. 1. P. 267-287. DOI: 10.1007/s12155-016-9787-2

51. Новиков А.Е., Мелихов В.В., Филимонов М.И., Ламскова М.И., Болотин А.Г., Новиков А.А., Каренгина Т.В. Способ водоподготовки. Патент RU 2606779, 2017.

52. Новиков А.Е., Мелихов В.В., Фролова М.В., Московец М.В., Птицына Л.А., Торопов А.Ю. Установка для выращивания хлореллы. Патент RU 191241, 2019.

53. Фролова М.В., Московец М.В., Птицына Л.А., Торопов А.Ю. Хлорелла в рационах перепелов эстонской породы // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2018. N 4 (52). С. 178-184.

54. Медведева Л.Н., Московец М.В., Торопов А.Ю. Медведев А.В. Экопотенциал использования суспензии *Chlorella vulgaris* в перепеловодстве // *Экономика сельского хозяйства России*. 2020. N 5. С. 42-47. DOI: 10.32651/205-42

REFERENCES

1. Vernadsky V.I. *Izbrannyye trudy po istorii nauki* [Selected works on the history of science]. Moscow, Nauka Publ., 1981, 360 p. (In Russian)

2. Moiseev N.N. *Ekologiya chelovechestva glazami matematiki* [Ecology of mankind through the eyes of mathematics]. Moscow, Molodaya Gvardiya Publ., 1988, 254 p. (In Russian)

3. Bodrunov S.D. Economy: conceptual framework of a new paradigm of development. *Journal of New Economy*, 2019, vol. 20, pp. 5-12. DOI: 10.29141/2073-1019-2019-20-1-1

4. Bekhtel M. *Budushchee truda. Razmyshleniya, vzglyady, perspektivy* [The Future of work. Reflections, views, perspectives]. Moscow, Goethe Institute Publ., 2000, 267 p. (In Russian)

5. Zherebilov G.Yu. *Sobornaya sobstvennost' kak osnova noonomiki* [Cathedral property as the basis nanomite]. Available at: <https://www.proza.ru/2017/04/06/1130> (accessed 03.02.2020)

6. Roco M., Bainbridge W. Converging technologies for improving human performance: Nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science. Kluwer Academic Publishers (currently Springer) Dordrecht, The Netherlands, 2003, 482 p.

7. *Doklad o chelovecheskom razvitiy 2011. Ustoichivoe razvitiye i ravenstvo vozmozhnosti: luchshee budushchee dlya vseh* [Human development report 2011. Sustainable development and equality of opportunity: a better future for all]. Trans. from the English.; UNDP. Moscow, Whole World Publ., 2011, 188 p. (In Russian)

8. Pearce D.W., Markandya A., Barbier E. Blueprint for a Green Economy. Earthscan Publications Limited, 120 Pentonville Road, London NI 9JN, UK, 1989, 192 p.

9. *Budushchee, kotorogo my khotim. Itogovyi dokument Konferentsii OON* [The future we want. Final document of the UN Conference]. Rio de Janeiro, 2012. Available at: <http://www.uncsd2012.org/> (accessed 20.12.2019)

10. Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable

Development and Poverty Eradication. UNEP. 2011. Available at: <http://www.unep.org/greeneconomy> (accessed 15.02.2020)

11. Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth. UNEP. 2011. Available at: http://www.gci.org.uk/Documents/Decoupling_Report_English.pdf (accessed 11.10.2019)

12. Daly H. Economics in a Full World. *Scientific American*, 2005, vol. 293, iss. 3, 100 p. DOI: 10.1038/scientificamerican0905-100

13. Melikhov V.V., Novikov A.A., Medvedeva L.N., Komarova O.P. Green technologies: The basis for integration and clustering of subjects at the regional level of economy. *Integration and Clustering for Sustainable Economic Growth. Contributions to Economics*, 2017, pp. 365-382. DOI: 10.1007/978-3-319-45462-7_37

14. Kolbachev E.B., Medvedeva L.N., Balakai G.T., Pakhomova A.A., Poshushnaya A.S., Belykh D.V. Application of foresight technologies in substantiating the development of land reclamation using resource-saving and energy-efficient technologies. *Vestnik Yuzhno-Rossiiskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Sotsial'no-ekonomicheskie nauki*. [Bulletin of the South-Russian State Technical University. Series: Socio-economic Sciences]. 2018, no. 3, pp. 24-37. (In Russian)

15. Grossmann L., Hinrichs J., Weiss J. Cultivation and downstream processing of microalgae and cyanobacteria to generate protein-based technofunctional food ingredients. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2020, vol. 60, iss. 17, pp. 2961-2989. DOI: 10.1080/10408398.2019.1672137

16. Dineshbabu G., Goswami G., Kumar R., Sinha A., Das D. Microalgae-nutritious, sustainable aqua- and animal feed source. *Journal of Functional Foods*, 2019, vol. 62, pp. 23-31. DOI: 10.1016/j.jff.2019.103545

17. Melikhov V. V. Scientific products of the all-Russian research Institute of irrigated agriculture. *Oroshaemoe zemledelie* [Irrigated agriculture]. 2018, no. 4, pp. 6-7. (In Russian)

18. Abdulatov I.M., Alkhasov A.B., Dogeev G.D., Tumalaev N.R., Aliev R.M., Badavov G.B., Aliev A.M., Salikhova A.S. Technological application of microalgae in power industry and environmental protection. *South of Russia: ecology, development*, 2018, vol. 13, no. 1, pp. 166-183. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2018-1-166-183

19. Andrade L.M., Andrade C.J., Dias M., Nascimento C.A.O., Mendes M.A. *Chlorella* and *Spirulina* microalgae as sources of functional foods, nutraceuticals, and food supplements; an overview. *MOJ Food Process Technol.*, 2018, vol. 6, no. 1, pp. 45-58. DOI: 10.15406/mojfpt.2018.06.00144

20. Caporgno M.P., Mathys A. Trends in microalgae incorporation into innovative food products with potential health benefits. *Front. Nutr.*, 2018, vol. 5, pp. 58-63. DOI: 10.3389/fnut.2018.00058

21. Klyachko-Gurvich G. L., Semenenko V. E. Physiological and biochemical aspects of targeted production of valuable metabolites in conditions of intensive culture of algae. *Trudy Moskovskogo obshchestva ispytatelei prirody* [Proceedings of the Moscow society of nature testers]. 1966, vol. 24, pp. 154-159. (In Russian)

22. Poletaeva N.A., Svyatskaya Yu.A., Trukhina E.V., Ata-

- manyuk I.Yu., Kuznetsova T.A. Kul'tivirovanie biomassy mikrovdorosli Shlorella v klimaticheskikh usloviyakh Sankt-Peterburga [Cultivation of microalgae *Chlorella* biomass in climatic conditions of Saint Petersburg]. *Nedelya nauki SPbPU. Materialy nauchnoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* [Week of science SpbPU Materials of the scientific conference with international participation]. 2017, pp. 150-152. (In Russian)
23. Kotinsky A.V., Chernukhina G.V., Donchenko G.V., Palivoda O.M., Kostenko Yu.V., Stepanenko S.P., Palivoda K.O. Influence of iodine and cobalt salts on the content of biologically active substances in the biomass of spirulina. *Ukr. biokhim. zhurn* [Ukr. Biochim. Journal]. 2004, vol. 76, no. 2, pp. 112-116. (In Russian)
24. Frolova M.V., Moskovets M.V., Ptitsyna L.A., Toropov A.Yu. *Chlorella* suspension as a biostimulator in feeding young cattle. *Agrarian and food innovations*, 2019, no. 2 (6), pp. 34-39. DOI: 10.31208/2618-7353-2019-6-34-39
25. Shchedrin V.N., Vasilyev S.M., Kolganov A.V., Medvedeva L.N., Kupriyanov A.A. Meliorative institutional environment: The area of state interests. *Espacios*. 2018, vol. 39, no. 12, 28 p.
26. Frolova M.V., Moskovets M.V., Ptitsyna L.A., Toropov A.Yu. Features of the influence of the *Chlorella vulgaris* strain IFR N C-111 on water quality in pond fish farming. *Oroshaemoe zemledelie* [Irrigated agriculture]. 2019, no. 3, pp. 46-49. (In Russian)
27. Melikhov V.V., Frolova M.V., Zibarov A.A., Moskovets M.V. Ecological assessment of modern biotechnology for improving the quality of irrigation water for agricultural landscapes of the Volga-don interfluvies. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.*, 2019, no. 3 (55), pp. 94-101. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-03-11
28. Li K., Liu Q., Fang F., Luo R., Lu Q., Zhou W., Huo S., Cheng P., Liu J., Addy M., Chen P., Chen D., Ruan R. Microalgae-based wastewater treatment for nutrients recovery: A review. *Bioresource Technology*, 2019, vol. 291, no. 121934. DOI: 10.1016/j.biortech.2019.121934
29. Korol T.S., Martynov D.Yu., Novichenko A.I., Novikov A.V., Sumarukova O.V., Lapidovsky M.V. Investigation of the possibility of using microalgae *Chlorella vulgaris* in technological processes of disinfection and post-treatment of wastewater. *Vodochistka. Vodopodgotovka. Vodosnabzhenie* [Water purification. Water preparation. Water supply]. 2017, vol. 8, pp. 34-40. (In Russian)
30. Starovoytov M.K., Medvedeva L.N., Kozenko K.Y., Starovoytova Y.M., Lukyanov G.I., Timoshenko M.A. Rational environmental management: The platform for integration and optimization of resources. *Contributions to Economics*, 2017, no. 9783319454610, pp. 347-363. DOI: 10.1007/978-3-319-45462-7_36
31. Semenov Yu.V., Kharlamova T.A., Bodrov A.V. The use of microalgae-*Chlorella* for biological water purification from oil pollution. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'* [Mining information and analytical Bulletin]. 2012, no. 11, pp. 168-171. (In Russian)
32. Kruzhilin I. P., Bogdanov I. P. Use of *Chlorella vulgaris* strain for biological rehabilitation of wastewater and polluted reservoirs. *Doklady Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk* [Reports of the Russian Academy of agricultural Sciences]. 2009, no. 6, pp. 37-38. (In Russian)
33. Glebova I.A., Ponomarev A.K., Shatokhin M.V. Place of Russia in the world market of algae. *Del'ta nauki* [Delta science]. 2019, no. 1, pp. 13-15. (In Russian)
34. Nikiforov-Nikishin A.L., Shatokhin M.V. Development of the world market of aquaculture. *Del'ta nauki* [Delta science]. 2019, no. 1, pp. 4-6. (In Russian)
35. *Otchety o marketingovykh issledovaniyakh – Otrastlevoi analiz: Global'nyi ryok akvakul'tury 2018-2022 gg.* [Market research reports-Industry analysis: Global aquaculture market 2018-2022]. Available at: <https://www.technavio.com> (accessed 23.01.2020)
36. *Federal'nyi zakon «Ob akvakul'ture (rybovodstve) i o vnesenii izmenenii v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossiiskoi Federatsii» ot 02.07.2013 N 148-FZ (red. ot 27.12.2019)* [Federal law "On aquaculture (fish farming) and on amendments to certain legislative acts of the Russian Federation " dated 02.07.2013 no. 148-FZ (as amended on 27.12.2019)]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_148460/ (accessed 01.02.2020)
37. *Federal'nyi zakon «O rybolovstve i sokhranении vodnykh biologicheskikh resursov» ot 20.12.2004 N 166-FZ (red. ot 06.12.2011)* [Federal law "On fishing and conservation of aquatic biological resources" dated 20.12.2004 no 166-FZ (as amended on 06.12.2011)]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_50799/ (accessed 01.12.2019)
38. Odjadjare E.C., Mutanda T., Olaniran A.O. Potential biotechnological application of microalgae: a critical review. *Critical Reviews in Biotechnology*, 2017, vol. 37, iss. 1, pp. 37-52. DOI: 10.3109/07388551.2015.1108956
39. Lagrange V., Whitsett D., Burris C. Global market for dairy proteins. *Journal of Food Science*, 2015, vol. 80 (S1), pp.16-22. DOI: 10.1111/1750- 3841.12801
40. Koyande A.K., Chew W.K., Rambabu K., Tao Y., Chu D-T., Show P-L. Microalgae: A Potential alternative to health supplementation for humans. *Food Science and Human Wellness*, 2018, vol. 8, iss. 1, pp. 16-24. DOI: 10.1016/J.FSHW.2019.03.001
41. Molino A., Iovine A., Casella P., Mehariya S., Chianese S., Cerbone A., Rimauro J., Musmarra D. Microalgae Characterization for Consolidated and New Application in Human Food, Animal Feed and Nutraceuticals. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2018, vol. 15, iss. 2436. DOI: 10.3390/ijerph15112436
42. Minina V., Ivanova M., Ganskau E. Healthy eating in the context of Russians' everyday life. *The Journal of Sociology and Social Anthropology*, 2018, vol. 21(4), pp. 182-202. DOI: 10.31119/jssa.2018.21.4.8
43. *Federal'nyi zakon «O razvitii malogo i srednego predprinimatel'stva v Rossiiskoi Federatsii» ot 24.07.2007 N 209-FZ (poslednyaya redaktsiya)* [Federal law "On the development of small and medium-sized businesses in the Russian Federation " dated 24.07.2007 no. 209-FZ (last edition)]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_52144 (accessed 03.02.2020)
44. Medvedeva L.N., Kovalev S.P., Medvedev A.V. Youth entrepreneurship in Russia: grounds for selecting business groups. *Rossiia: tendentsii i perspektivy razvitiya. Ezhegodnik* [Russia: trends and prospects for development. Yearbook]. Moscow, 2017. pp. 790-794. (In Russian)
45. Rogachev A., Antamoshkina E. Mathematical modeling of the food-security level using a fuzzy cognitive approach. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*,

2019. DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012181

46. Kozhevnikov Yu.A., Chirkov V.G., Yu. M. Schekochikhin the Cultivation and processing of microalgae. Vestnik VIESKh [Vestnik VIESH]. 2015, vol. 1(18), pp. 81-84. (In Russian)
47. Bogdanov N.I. Ekologicheskie aspekty ispol'zovaniya planktonnoi khlorelly [Ecological aspects of the use of planktonic *Chlorella*]. Materialy II Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii «Global'nye ekologicheskie problemy: lokal'noe reshenie», Moskva, 2019 [Materials of the II International scientific conference "Global environmental problems: local solution", Moscow, 2019]. Moscow, 2019, pp. 8-11. (In Russian)
48. Medvedeva L.N., Frolova M.V., Moskovets M.V., Medvedev A.V. Introduction of nature-saving technologies – ecological imperative in the development of regions. *Journal of Volgograd State University. Economics*, 2019, vol. 21, no. 4, pp. 126-140. DOI: 10.15688/ek.jvolsu.2019.4.13
49. Chang J.S., Show P.L., Ling T.C., Chen C.Y., Ho S.H., Tan C.H., Nagarajan D., Phong W.N. 11-Photobioreactors. *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering: Bioprocesses, Bioreactors and Controls*, 2017, Chapter 11, pp. 313-352. Elsevier Inc. DOI: 10.1016/B978-0-444-63663-8.00011-2

50. Granata T. Dependency of microalgal production on biomass and the relationship to yield and bioreactor scale-up for biofuels: a statistical analysis of 60+ years of algal bioreactor data. *BioEnergy Research*, 2017, vol. 10, iss. 1, pp. 267-87. DOI: 10.1007/s12155-016-9787-2
51. Novikov A.E., Melikhov V.V., Filimonov M.I., Lamskova M.I., Bolotin A.G., Novikov A.A., Karengina T.V. *Sposob vodopodgotovki* [Water treatment Method]. Patent RF, no. 2606779, 2017.
52. Novikov A.E., Melikhov V.V., Frolova M.V., Moskovets M.V., Ptitsyna L.A., Toropov A.Yu. *Ustanovka dlya vyrashchivaniya khlorelly* [Installation for growing *Chlorella*]. Patent RF, no. 191241, 2019.
53. Frolova M.V., Moskovets M.V., Ptitsyna L.A., Toropov A.Yu. *Chlorella* in the diets of quail of the Estonian breed. *Izvestiya Nizhnevolszhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp]. 2018, vol. 4 (52), pp. 178-184. (In Russian)
54. Medvedeva L.N., Moskovets M.V., Toropov A.Yu., Medvedev A.V. Ecopotential of use *Chlorella vulgaris* suspension in feeding of quails. *Journal of agricultural Economics of Russia*, 2020, no. 5, pp. 42-47. (In Russian) DOI:10.32651/205-42

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Все авторы участвовали в сборе материала, проанализировали данные, написали рукопись и несут ответственность за плагиат, самоплагиат и другие этические проблемы.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

All authors were equally involved in collecting the materials, analysing the data and writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism and self-plagiarism and other ethical transgressions.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Виктор В. Мелихов/ Viktor V. Melikhov <https://orcid.org/0000-0002-8240-3385>

Людмила. Медведева/ Lyudmila N. Medvedeva <https://orcid.org/0000-0002-3650-2083>

Мария В. Фролова/ Maria V. Frolova <https://orcid.org/0000-0003-0778-228X>

Обзорная статья / Review article

УДК 303.425.4:[639.2053.4:597.553.2](282.256.341)

DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-132-143

Ограничение на вылов байкальского омуля *Coregonus migratorius* (Georgi, 1775) и вероятные экологические последствия

Павел Н. Аношко, Михаил М. Макаров, Валерий И. Зоркальцев,

Наталья Н. Деникина, Елена В. Дзюба

Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук, Иркутск, Россия

Контактное лицо

Михаил М. Макаров, кандидат географических наук, старший научный сотрудник, лаборатория междисциплинарных эколого-экономических исследований и технологий, Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук; 664009 Россия, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3, а/я 278.

Тел. +7(3952)423299

Email mmmsoft@hlserver.lin.irk.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1758-4458>

Формат цитирования

Аношко П.Н., Макаров М.М., Зоркальцев В.И., Деникина Н.Н., Дзюба Е.В. Ограничение на вылов байкальского омуля *Coregonus migratorius* (Georgi, 1775) и вероятные экологические последствия // Юг России: экология, развитие. 2020. Т.15, N 3. С. 132-143. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-132-143

Получена 6 августа 2019 г.

Прошла рецензирование 11 октября 2019 г.

Принята 15 декабря 2019 г.

Резюме

Цель. Целью работы является дискуссия по вопросу обоснованности введения ограничений на вылов байкальского омуля с прогнозом его вероятных экологических последствий.

Обсуждение. Представлены результаты анализа оценок состояния запасов байкальского омуля и причины их снижения. Показано, что традиционно используемые для обоснования общего допустимого улова биостатистический и гидроакустический методы оценки численности рыб имеют ряд недостатков и ограничений. В качестве причин снижения промысловых запасов рассмотрены неучтенный вылов и неблагоприятные природно-климатические факторы среды. Обсуждены экологические и антропогенные факторы изменения запасов этого важного для региона промыслового вида. Показана предполагаемая экологическая результативность принятых ограничений.

Заключение. Результаты моделирования изменений численности и возрастного состава рыб при разных стратегиях охраны показали, что при сохранении низкого уровня пополнения введение запрета на вылов не будет способствовать увеличению промысловых запасов байкальского омуля. Введенные ограничения на промышленный и любительский вылов значительно увеличат экологические риски: возрастание объемов браконьерского вылова, в том числе и в период нереста, а также пресса любительского рыболовства на другие ценные промысловые виды рыб.

Ключевые слова

Байкальский омуль, оценка запасов, ограничение на вылов, экологические риски, озеро Байкал.

Limits for *Coregonus migratorius* (Georgi, 1775) catches and likely ecological effects

Pavel N. Anoshko, Mikhail M. Makarov, Valery I. Zorkaltsev,

Natalia N. Denikina and Elena V. Dzyuba

Limnological Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia

Principal contact

Mikhail M. Makarov, PhD, Senior Researcher, Laboratory of Interdisciplinary Environmental-Economic Research and Technology, Limnological Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences; 3 a/l 278 Ulan-Batorskaya St, Irkutsk, Russia 664009. Tel. +7(3952)423299

Email mmmsoft@hlserver.lin.irk.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1758-4458>

How to cite this article

Anoshko P.N., Makarov M.M., Zorkaltsev V.I., Denikina N.N., Dzyuba E.V. Limits for *Coregonus migratorius* (Georgi, 1775) catches and likely ecological effects. *South of Russia: ecology, development*. 2020, vol. 15, no. 3, pp. 132-143. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-132-143

Received 6 August 2019

Revised 11 October 2019

Accepted 15 December 2019

Abstract

Aim. This study aims to discuss the validity of introducing restrictions on the catch of *Coregonus migratorius* (Georgi, 1775) with a forecast of the likely environmental consequences of doing so.

Discussion. We show the results of the analysis of the assessment of the state of *C. migratorius* stocks and the reasons for their decline. We indicate that the biostatistical and hydroacoustical methods for estimating fish numbers, which are traditionally used to substantiate allowable catches, have some disadvantages and limitations. We consider unrecorded catches and unfavourable natural and climatic environmental factors to be reasons for the decline in *C. migratorius* stocks. We discuss ecological and anthropogenic factors of changes in stocks of this commercially important species for the region. We show the anticipated ecological effects of currently established limits.

Conclusion. The results of changes in the modelling of the number and age composition of fish with different protection strategies indicate that maintaining a low level of replenishment stock the limits would not increase commercial stocks of *C. migratorius*. Restrictions imposed on the commercial and amateur fishing would significantly increase environmental risks through increase of poaching (including during the spawning period) as well as as a consequence of amateur fishing of other commercially valuable fish species.

Key Words

Coregonus migratorius, stock assessment, catch limit, environmental risks, Lake Baikal.

ВВЕДЕНИЕ

Проблеме разработки и совершенствования подходов к регулированию рыболовства, актуальной в условиях изменяющейся окружающей среды [1-3], уделяется особое внимание во многих странах [4; 5]. Сырьевая база рыбного хозяйства имеет ряд особенностей, связанных с сезонностью промысла, подвижностью водных биологических ресурсов (ВБР), трудностью прогнозирования их запасов и определения рациональной доли изъятия без ущерба для популяции. Актуальность достоверной оценки количественных параметров состояния популяций промысловых гидробионтов вызвана увеличением антропогенного влияния на окружающую среду и необходимостью обеспечения воспроизводства биоресурсов. В организации использования рыбных ресурсов Байкала важен учет двух обстоятельств: 1) принадлежность озера к Объектам Всемирного Наследия, что обуславливает необходимость установки режима природопользования, не нарушающего устойчивого функционирования экосистемы озера; 2) потребность в развитии рыбодобывающей и рыбоперерабатывающей отрасли региона, в т.ч. с целью увеличения занятости населения Иркутской области и Республики Бурятия [6]. Необходимо также определение перспектив развития малого предпринимательства, направленного на освоение рыбных запасов с последующей глубокой переработкой [7], а также развитие спортивного рыболовства. Данные меры будут способствовать развитию туристической отрасли, позволят получать достоверную промысловую статистику и решить проблему неучтенного вылова [7]. В этих условиях для научных, контролирующих и управляющих организаций Байкальского региона возрастает значение двух проблем: 1) развития и внедрения новейших технологий мониторинга водных экосистем; 2) эффективного использования мониторинговой информации для принятия управленческих решений [6].

Принятие решения по рациональному использованию ВБР должно базироваться на основе экологического и социально-экономического анализов [8]. Организации рыбного хозяйства являются градообразующими во многих регионах страны и обеспечивают занятость населения. Особое значение это имеет для районов, где рыбный промысел является основным источником обеспечения жизнедеятельности населения. С октября 2017 г. введен запрет на промышленный и любительский вылов байкальского омуля *Coregonus migratorius* (Georgi, 1775) – основного промыслового вида [9]. Целесообразность данной меры в настоящее время ставится под сомнение в связи с отсутствием достоверных научных материалов, обосновывающих ее введение и анализа экологических последствий [8]. Целью работы является дискуссия по вопросу обоснованности введения ограничений на вылов байкальского омуля с прогнозом его экологических последствий.

Основой исследования послужили материалы, обосновывающие общие допустимые уловы водных биологических ресурсов в озере Байкал (с впадающими в него реками) на 2018 год (с оценкой воздействия на окружающую среду) [10]. В материалах ОДУ представлен ретроспективный анализ состояния запаса и промысла байкальского омуля и уровня его воспроизвод-

ства, содержатся сведения о качественных и количественных изменениях характеристик орудий лова, об изменениях промышленного усилия в относительных единицах и вылове омуля относительно промыслового усилия, соотношения уловов омуля по статистическим данным и экспертным оценкам неучтенного вылова с учетом популяционной структуры. В настоящей работе был проведен дополнительный анализ материалов [10] с привлечением литературных и полученных нами данных в ходе разработки методов оценки запасов омуля с использованием гидроакустического метода. Прогноз изменений запасов в перспективе на последующие 10 лет выполнен с использованием алгоритмов имитационного моделирования и программных ресурсов Excel.

ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ оценок состояния запасов байкальского омуля и причин снижения его уловов

Ограничение на промышленный лов байкальского омуля было введено, как мера по восстановлению его запасов, достигших критически низкого уровня. Для обоснования общих допустимых уловов (ОДУ) байкальского омуля, традиционно использовалась оценка численности рыб, полученная биостатистическим методом с применением алгоритмов виртуально-популяционного анализа (ВПА) [10]. По результатам анализа биомасса байкальского омуля, согласно проведенным расчетам численности, в 2016 г. определена в 12,6 тыс. т., в то время, когда стабильное состояние популяции в благоприятный период оценивалось в 20-26 тыс. т. Было отмечено что состояние запасов по сравнению с 90-ми годами достигло критического уровня и находится на нижней границе принятых эталонных оценок стабильности.

В мировой практике оценки рыбных запасов приоритет отдается использованию гидроакустических методов [11-14]. Данные методы апробированы и адаптированы к условиям исследования запасов омуля в озере Байкал [6], они продолжают совершенствоваться [15-17] и остаются перспективным направлением исследований [18]. Согласно последним гидроакустическим исследованиям запасы омуля в 2011 г. составляли 32 тыс. т. при численности 360 млн. экз. [19]. В 2015 г. гидроакустическим методом получена оценка численности байкальского омуля 263 млн. экз. [20].

Биостатистический и гидроакустический методы имеют свои недостатки и ограничения использования. Биостатистическая оценка состояния запасов и расчет ОДУ выполняется с применением алгоритмов ВПА требующего высокого уровня достоверности информационного обеспечения [21]. Определены минимальные требования к составу информации: исторические ряды возрастного состава рыб в уловах, величина уловов на единицу промыслового усилия, темпы весового роста, темпы полового созревания, а также среднее по годам и возрастным группам значение коэффициента естественной смертности. Известно, что основной проблемой рационального освоения ВБР является недостоверная статистическая отчетность по уловам, орудиям лова и интенсивности промысла, которая обусловлена сокрытием уловов, предоставлением пользователями в контролируемые

организации заведомо искаженной информации [22]. Трудности учета и контроля добычи при ведении рыболовства в сложившихся социально-экономических условиях делают традиционные биостатистические методы количественной оценки рыб малопригодными [23]. Таким образом, в настоящее время использование данных промысловой статистики, основанных на недостоверной информации не корректно.

Точность определения показателей смертности остается одной из актуальных задач в сфере оценки рыбных запасов [24-26]. Известно, что естественная убыль рыб происходит под влиянием следующих причин: старость, включая смертность после нереста, воздействие хищников, паразитов, возбудителей заболеваний и др. До настоящего времени остается не обоснованной с позиций экологии вида важной составляющей ВПА – коэффициентов естественной смертности, которые были определены еще в период тотального запрета на вылов байкальского омуля в период с 1969 по 1975 гг. Естественная смертность байкальского омуля на первом году жизни определяется условиями обитания молоди в прибрежно-соровой зоне, в т.ч. выедания хищниками, заражения паразитами, заболеваниями – как основными в данный период жизненного цикла. Однако высокую смертность неполовозрелого омуля, перешедшего к обитанию в открытых водах озера до

глубин 300-400 м названными выше причинами объяснить достаточно сложно. В частности, не установлены основные факторы смертности омуля возрастных групп от 1 до 5 лет в отсутствии хищников, специализирующихся на питании этим видом. У особей старше 5 лет на первый план выходят смертность после нереста и от старости.

Основная проблема использования гидроакустических методов для учета запасов байкальского омуля заключается в неравномерности распределения и динамичности его скоплений [23]. По результатам проведенных в 2000-2003 гг. гидроакустических съемок межгодовые колебания численности рыб на акваториях рыбопромысловых районов составляли от 183 до 448 экз./га, биомассы – 26-99 кг/га или в пересчете на всю обследованную акваторию – 2,9-13,3 тыс. т. [27]. Тем не менее, после дополнительных исследований и совершенствования методики проведения акустической съемки, перспективность ее использования для оценки и мониторинга запасов байкальского омуля в целом по озеру не вызывает сомнений.

Рассмотрим ряд основных причин уменьшения уловов и снижения запасов байкальского омуля. Опубликованные статистические данные [28] свидетельствуют о значительной изменчивости официального вылова в пределах 1-9 тыс. т с 1930 до 2000 гг. (рис. 1 чит. по А.М. Мамонтову [28]).

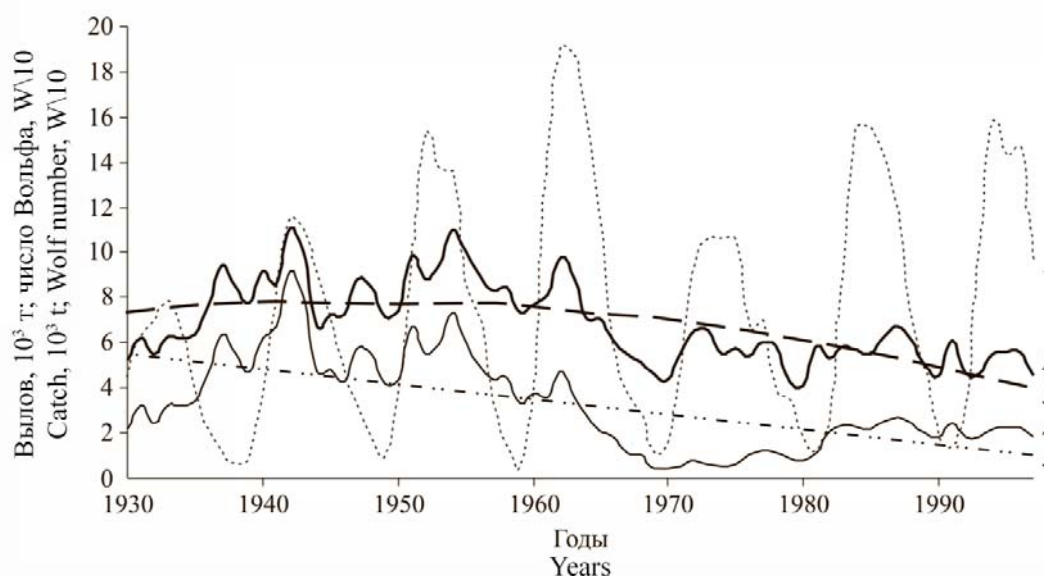


Рисунок 1. Динамика уловов байкальского омуля по учетным (статистическим и экспертным (общим)) данным и числам Вольфа (смещены на 5 лет вперед): 1 – числа Вольфа; 2 – общий вылов; 3 – линия тренда общего вылова; 4 – учетный вылов; 5 – линия тренда учетного вылова [28]

Figure 1. Dynamics of *C. migratorius* catches according to the recorded (statistical and expert [general]) data and Wolf numbers (extrapolated to five years ahead): 1 – Wolf numbers; 2 – total catch; 3 – trend line of total catch; 4 – recorded catches; 5 – trend line of recorded catches [28]

Тренд снижения уловов прослеживался до введения запрета на вылов в 1969 г. После снятия запрета вылов стабилизировался на уровне 2-3 тыс. т. Очередное снижение уловов последовало после 2003 г. и к 2007 г. они сократились практически в два раза [29], что было спрогнозировано на основе анализа возрастной структуры рыб, полученной в результате тралово-акустической

съемки 2003 г. [6]. В 2009-2013 гг. уловы вновь превысили 1 тыс. т., а 2016 г. снизились до 0,6 тыс. т. Такое снижение уловов в материалах обосновывающих ОДУ объяснялось уменьшением запасов и изменением путей миграций нагульного стада.

В качестве главной причины снижения запасов основная роль отводится неучтенному вылову, который является

дестабилизирующим фактором в сложившейся схеме регулирования режима промысла [29]. Следует отметить, что основным фактором негативного влияния на уровень воспроизводства байкальского омуля является браконьерский вылов в период нереста, например, только в р. Селенга на его долю приходится до 80% изъятия из нерестового стада [30]. Неучтенный вылов на Байкале даже по существенно различающимся экспертным оценкам всегда составлял значительную долю общего вылова (рис. 1). Так, по одним данным [28] в период с 1980 по 1990 гг. неучтенный вылов был сопоставим с официальным, а по другим [29] до 1995 г. неучтенный вылов, не превышал его четвертой части, и только со второй половины 2000-х гг. он достиг величины промышленного изъятия. Неучтенный вылов складывается из части улова, незарегистрированного рыболовными промыслами, браконьерского вылова и уловов при осуществлении любительского рыболовства. Данный вылов соответствует общему термину, охватывающему широкий спектр видов промысловой деятельности: незаконный, несообщаемый и нерегулируемый (ННН) промысел. Наряду с морским рыболовством понятие ННН-промысла вполне применимо к рыболовству на внутренних водоемах Российской Федерации. К сожалению, экспертные оценки неучтенного вылова субъективны, методы получения адекватных статистических данных не обоснованы, а сведения о доле незарегистрированного, браконьерского и любительского выловов байкальского омуля отсутствуют, что снижает достоверность экспертных оценок, вызывает сомнения в целесообразности их использования в прогностических моделях и принятии административных решений по регулированию промысла.

По официальным данным [10] промышленный вылов не претерпевал изменений. Увеличения промысловой нагрузки, которая могла бы оказать негативное воздействие на состояние запасов байкальского омуля, и соответствующих изменений в структуре популяций не отмечалось. Тем не менее, именно на промышленный лов введено ограничение, в качестве основной административной меры их восстановления. Промышленное и любительское рыболовство традиционно основывается на вылове нагульного стада, сформированного преимущественно неполовозрелыми особями. Известно, что доля половозрелых рыб составляет 5,3% от численности запаса [31]. Таким образом, большая часть эксплуатируемой промыслом популяции не участвует в воспроизводстве. В период с 1982 по 2004 гг. численность нерестового стада составляла всего 1,5-2,0% от численности общего запаса [29]. При такой структуре популяции изменение величины промысла не оказывает существенного влияния на численность нерестового стада. Следует отметить, что численность нерестового стада за период 2009-2013 гг. снизилась более чем в 2 раза при стабильных показателях вылова, вылова на единицу промыслового усилия и оценок запасов [32]. Таким образом, занижение допустимого вылова в целях сохранения высокого уровня воспроизводства необоснованно. Интенсивность промышленного лова байкальского омуля определяется его рентабельностью. В соответствии со сложившимися взглядами на концепцию перелова [33] необходимо учитывать, что он должен рассматриваться как с экономических позиций – экономический перелов, так и с экологиче-

ских – экологический перелов или перелов по полноте. Учитывая особенности обитания байкальского омуля на глубинах до 350 м на акватории более 32 тыс. км² экономический перелов с высокой степенью вероятности наступит раньше экологического, т.е. до начала его существенного влияния на воспроизводящую способность популяций. В 2016-2017 гг. было отмечено довольно существенное снижение неучтенного вылова, в т.ч. из-за переоценки окупаемости его ведения [32]. Значительные затраты на организацию промысла делают нерентабельным освоение запасов байкальского омуля в условиях их значительного снижения. В результате происходит саморегуляция уровня промышленного изъятия. Кроме того, официальный вылов существенно снизился в результате введения достаточно жестких решений по ограничению промысловой нагрузки (снижению интенсивности лова на общем фоне уменьшения запасов) [32]. В целом за последние 30 лет наблюдается тенденция увеличения линейно-весовых показателей омуля, стабилизация и даже улучшение показателей роста и созревания на фоне снижения состояния запасов [34], что может быть следствием нарушения условий воспроизводства. Именно низкое пополнение запаса, а не чрезмерный вылов является причиной негативной динамики численности омуля.

Снижение запасов, а также уменьшение промысловых уловов в значительной мере обусловлено природно-климатическими изменениями и адаптацией к ним рыб на популяционном уровне [35]. Основными лимитирующими факторами, определяющими продуктивность рыб являются: водность нерестовых рек и уровень вод озера, влияющих на эффективность естественного воспроизводства и последующее пополнение промыслового запаса; термический режим водной толщи, определяющий состояние кормовой базы и пространственное распределение рыб [7]. По данным рыбопромысловой статистики увеличение уловов наблюдалось в среднем через пять лет после периодов повышенной водности в бассейне Байкала [28]. Динамика вылова соответствует циклическим природно-климатическим изменениям, определяемым солнечной активностью (рис. 1) – сменой сухого и влажного периодов. В условиях повышенной водности рек формируются благоприятные условия для нереста и сохранения фонда отложенной икры [7]. Кроме того, высокий уровень вод снижает эффективность браконьерского вылова омуля на путях нерестовых миграций. В результате увеличения стока повышается уровень вод в озере, увеличивается площадь прибрежно-соровой зоны и ее продуктивность, создаются благоприятные условия для нагула молоди.

Миграционное поведение байкальского омуля в весенний период определяется прогревом прибрежных вод [12]; летом – поверхностных вод и их перемещением в результате ветрового воздействия. Готовые к нересту особи обитают вблизи устьев рек и не совершают значительных миграций, характерных нагульной части популяции. Низкие показатели уловов могут быть обусловлены отсутствием массовых миграций (привалов) омуля в прибрежную зону, а также изменением характерных миграций по акватории озера. Так, например, заход омулевого стада в пролив Малое Море в отдельные периоды позволял добывать до 500-700 т, в другие 100-200 т. Изменение величины уловов более чем в два раза в смежные

годы не отражает изменения в численности и биомассе запаса при характерной для омуля возрастной структуре популяции.

Прогноз экологических последствий

Для прогноза изменений численности и возрастного состава омуля при разных стратегиях его охраны на основе данных, представленных в материалах ОДУ [10] была построена имитационная модель. Модель основывается на описании изменений численности рыб каждого поколения (в результате естественной и промысловой смертности) при переходе в следующие возрастные группы с течением времени. В связи с тем, что зависимость «запас-пополнение» для байкальского омуля не очевидна, пополнение в первую возрастную группу промыслового стада в данной модели определялось исходя из результатов ВПА [10].

Результаты моделирования в перспективе на 10 лет (рис. 2) свидетельствуют о том, что при сохранении низкого уровня пополнения, запрет не приведет к уве-

личению промысловых запасов. Низкий уровень пополнения в значительной мере определяется высоким уровнем браконьерства в период нереста. В условиях эффективной борьбы с браконьерством в период нереста предполагаемое различие в запасах в периоды запрета и без него, сформированное в первые 5 лет в последующие годы нивелируется. Результаты моделирования на ближайшую перспективу определяются возрастной структурой промыслового запаса, основу которого (около 85%) составляют особи 4-8 летнего возраста. Поэтому динамика первых 5 лет определяется еще минимальным пополнением поколений появившихся еще до запретного периода. Тем не менее, сохраненная часть популяции пополнит нерестовое стадо. Их потомство даст кульминацию биомассы в возрасте 6-7 лет, а половой зрелости в 6-9 лет. Таким образом, последние этапы экологических последствий запрета можно наблюдать через 11-14 лет, когда в пополнение промыслового запаса войдут поколения 2022-2024 гг.

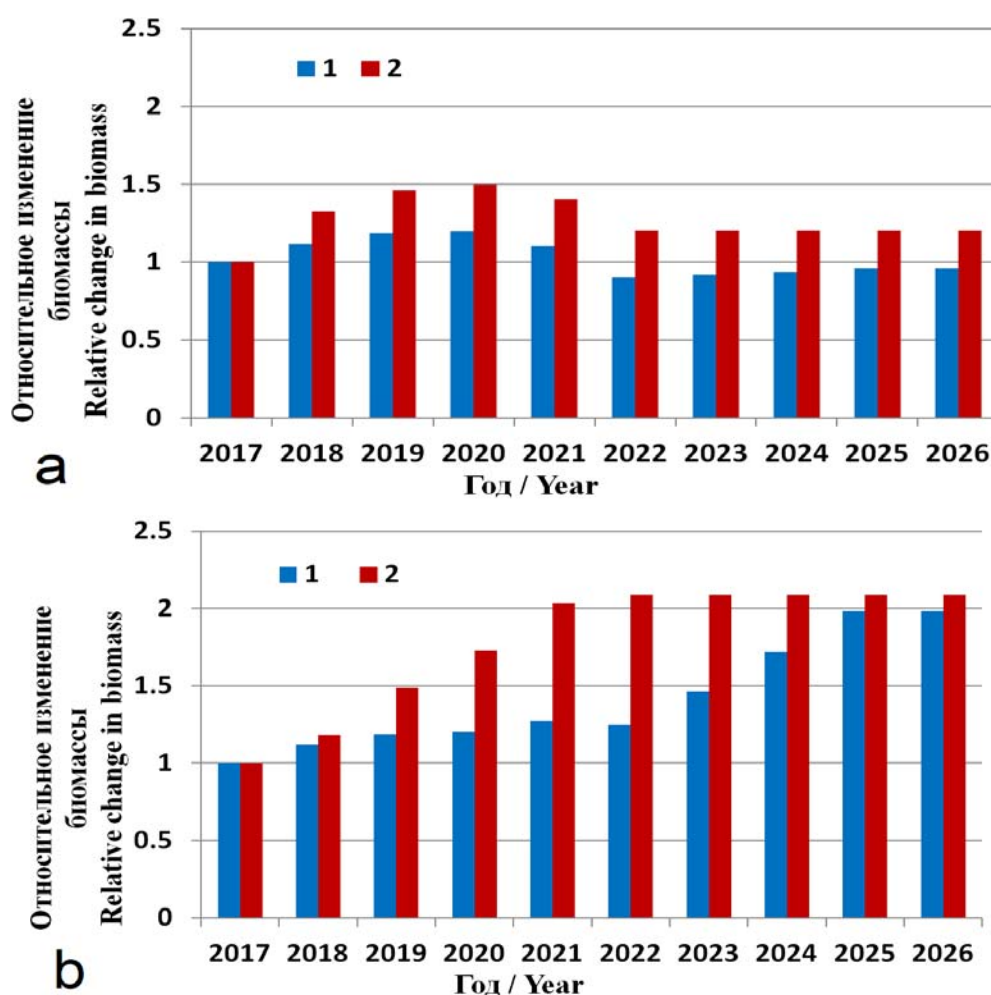


Рисунок 2. Прогноз изменения биомассы промыслового запаса байкальского омуля:

а – при сохранении высокого уровня браконьерского вылова нерестового омуля (минимальное пополнение) и б – при снижении его до минимального уровня (минимальное пополнение первые 4 года и среднее в последующие). 1 – сценарий без введения запрета, 2 – сценарий с введением запрета

Figure 2. Forecast of changes in biomass of commercial stock of *C. migratorius*: а – with a high level of poaching of spawning omul (minimum recruit-stock) and б – with reduction to minimum level (minimum replenishment stock for the first four years and average for subsequent years). 1 – scenario without ban, 2 – scenario with ban

Большая площадь акватории озера и особенности освоения прибрежных территорий существенно осложняют возможность эффективного контроля над объемами вылова байкальского омуля. Снижение квот на вылов стимулирует сокрытие уловов и браконьерство [36]. Увеличению уровня браконьерского вылова способствуют низкая занятость местного населения и резкое повышение стоимости продукции байкальского омуля в условиях запрета на промышленный лов. Практика применения идеологии ОДУ свидетельствует о несовершенстве этого подхода в качестве меры регулирования рыболовства и рационального использования промысловых запасов [36], что приводит к потере контроля над освоением рыбных запасов. Можно предположить увеличение браконьерского вылова после введения запрета, особенно в период нереста рыб, когда повышается их доступность для лова в прибрежной зоне и в реках. Кроме того, возможно увеличение пресса любительского рыболовства на другие виды ценных промысловых рыб, обитающих в прибрежной зоне – черного байкальского хариуса *Thymallus baicalensis* (Dybowski, 1874) и ленка *Brachymystax lenok* (Pallas, 1773). Следовательно, введенные ограничения на промышленный и любительский вылов байкальского омуля, не только не будут способствовать стабильности экосистемы, а напротив значительно увеличат экологические риски. Для принятия административных решений по регулированию рыболовства необходимо руководствоваться экосистемным подходом, т.е. предусматривать возможные экологические последствия для всего комплекса обитателей Байкала и в первую очередь для ценных промысловых видов рыб [37]. Необходимость реорганизации рыбохозяйственной деятельности требует принятия безотлагательных решений, предусматривающих экологический подход к использованию рыбных ресурсов с учетом структуры и функционирования экосистемы Байкала [7].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ограничение на промышленный лов байкальского омуля было введено, как мера по восстановлению его запасов, достигших критически низкого уровня. Анализ обоснования введения ограничений показал, что традиционно используемая оценка численности рыб биостатистическим методом из-за недостоверной статистической отчетности по уловам, орудиям лова и интенсивности промысла не позволяет получать корректные данные. Оценка численности байкальского омуля гидроакустическим методом была получена в 2015 г. и не показала катастрофического уменьшения запасов байкальского омуля. В рассматриваемый период промышленный лов осуществлялся без превышения допустимых норм вылова, а его объемы постоянно снижались в соответствии с возможностью освоения промыслового запаса. Объемы вылова были обусловлены не объемами ОДУ, а рентабельностью промышленного лова.

Основными причинами сокращения численности популяции байкальского омуля являются чрезвычайно высокий пресс браконьерства в период нереста и ряд неблагоприятных природно-климатических факторов. Борьба с браконьерством, как мера по сохранению и восстановлению запасов, по эффективности значительно превосходит ограничительные меры на про-

мышленный и любительский лов. В настоящее время необходима реорганизация рыбного хозяйства на Байкале, которая может позволить увеличить официальный вылов омуля. Учитывая вышеизложенное актуально развитие следующих направлений:

- внедрение гидроакустического метода учета запасов, как оптимального для байкальского омуля;
- проведение сравнительного анализа результатов, получаемых биостатистическим и гидроакустическим методами, расчёт реальных коэффициентов естественной смертности, определение и обоснование значений граничных и других рыбохозяйственных ориентиров для регулирования эксплуатации рыбных запасов;
- создание условий для получения достоверной информации об объемах вылова;
- отмена запрета на промышленный и любительский лов, восстановление объемов ОДУ до уровня 2017 г. и промысловых квот вылова в основном (нагульном) ареале вида – верхних слоях пелагиали глубоководных районов и в склоновой зоне с глубинами 50-250 м.
- разработка мероприятий по рыбохозяйственной мелиорации: размещение комплекса устройств, не позволяющих использовать запрещенные орудия лова на путях нерестового хода, где контроль уполномоченными органами затруднен;
- проработка вопроса о зарыблении байкальским омулем каскада Ангарских водохранилищ и пролива Малое Море оз. Байкал, а также развития аквакультуры сиговых рыб для Байкальского рыбохозяйственного бассейна.

Результаты моделирования изменений численности и возрастного состава рыб при разных стратегиях охраны показали, что при сохранении низкого уровня пополнения введение запрета на вылов не будет способствовать увеличению промысловых запасов байкальского омуля. Введенные ограничения на промышленный и любительский вылов значительно увеличат экологические риски: возрастание объемов браконьерского вылова, в том числе и в период нереста, а также пресса любительского рыболовства на другие ценные промысловые виды рыб.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в государственного задания темы № 0279-2019-0003 и при поддержке гранта РФФИ проект №190700322.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the State Project No. 0279-2019-0003 and Russian Foundation for Basic Research (RFBR) project No. 190700322.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Anneville O., Lasne E., Guillard J., Eckmann R., Stockwell J.D., Gillet C., Yule D.L. Impact of fishing and stocking practices on Coregonid diversity // Food and Nutrition Sciences. 2015. V. 6. N11. P. 1045-1055. DOI: 10.4236/fns.2015.611108
2. DeVanna Fussell K.M., Smith R.E.H., Fraker M.E., Boegman L., Frank K.T., Miller T.J., Tyson J.T., Arend K.K., Boisclair D., Guildford S.J., Hecky R.E., Höök T.O., Jensen

- O.P., Llopiz J.K., May C.J., Najjar R.G., Rudstam L.G., Taggart C.T., Rao Y.R., Ludsin S.A. A perspective on needed research, modeling, and management approaches that can enhance Great Lakes fisheries management under changing ecosystem conditions // *Journal of Great Lakes Research*. 2016. V. 42. Iss. 4. P. 743-752. DOI: 10.1016/j.jglr.2016.04.007
3. Zhang F., Reid K.B., Nudds T.D. Effects of walleye predation on variation in the stock-recruitment relationship of Lake Erie yellow perch // *Journal of Great Lakes Research*. 2018. V. 44. Iss. 4. P. 805-807. DOI: 10.1016/j.jglr.2018.05.007
4. Marchal P., Andersen J.L., Aranda M., Fitzpatrick M., Goti L., Guyader O., Haraldsson G., Hatcher A., Hegland T.J., Le Floch P., Macher C., Malvarosa L., Maravelias C.D., Mardle S., Murillas A., Nielsen J.R., Sabatella R., Smith A.D.M., Stokes K., Thøgersen T., Ulrich C. A comparative review of fisheries management experiences in the European Union and in other countries worldwide: Iceland, Australia, and New Zealand // *Fish and Fisheries*. 2016. V. 17. Iss. 3. P. 803-824. DOI: 10.1111/faf.12147
5. Jayasinghe R.P.K., Amarasinghe U.S., Newton A. Evaluation of status of commercial fish stocks in European marine subareas using mean trophic levels of fish landings and spawning stock biomass // *Ocean and Coastal Management*. 2017. V. 143. P. 154-163. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2016.07.002
6. Мельник Н.Г., Смирнова-Залуми Н.С., Смирнов В.В., Мамонтов А.М., Аношко П.Н., Агафонников В.А., Астафьев С.Э., Бондаренко В.М., Варнавский А.В., Гончаров С.М., Гранин Н.Г., Дзюба Е.В., Дегтев А.И., Дегтярев В.А., Кучер К.М., Коцарь О.В., Макаров М.М., Мизюркин М.А., Небесных И.Н., Попов С.Б., Раскин А.С., Смирнова О.Г., Смолин И.А., Соколов А.В., Сорокиных А.В., Теслер В.Д., Тягун М.Л., Толстикова Л.И., Ханаев И.В., Ченский А.Г., Шерстянкин П.П., Яхненко В.М., Якуп М.А., Рудстам Л., Гийар Ж., Кудрявцев В.И. Гидроакустический учет ресурсов байкальского омуля. Новосибирск: Наука, 2009. 244 с.
7. Смирнов В.В., Смирнова-Залуми Н.С., Суханова Л.В., Благодетелев А.И. О мерах по сохранению ресурсов байкальского омуля *Coregonus migratorius* // *Вестник рыбохозяйственной науки*. 2015. Т. 2. N 4. С. 42-48.
8. Суходолов А.П., Федотов А.П., Макаров М.М., Аношко П.Н., Губий Е.В., Зоркальцев В.И., Сорокина П.Г., Мокрый И.В., Лебедева А.В. Математическое моделирование оценки численности байкальского омуля в системе социально-экономических и правовых аспектов экологической правонарушаемости // *Всероссийский криминологический журнал*. 2019. Т. 13. N 5. С. 757-771. DOI: 10.17150/2500-4255.2019.13(5).757-771
9. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 7 ноября 2014 г. N 435 «Об утверждении правил рыболовства для Байкальского рыбохозяйственного бассейна». URL: <http://base.garant.ru/70818098/>. (дата обращения: 15.01.2020)
10. Петерфельд В.А. Материалы, обосновывающие общие допустимые уловы водных биологических ресурсов в озере Байкал (с впадающими в него реками) на 2018 г. (с оценкой воздействия на окружающую среду) (для общественных слушаний). 2017. URL: <http://ольхонский-район.рф/tinybrowser/files/novosti/odu-na-2018-god-dlya-obschestvennyh-slushaniy.pdf> (дата обращения: 15.01.2020).
11. Rudstam L.G., Parker-Stetter S.L., Sullivan P.J., Warner D.M. Towards a standard operating procedure for fishery acoustic surveys in the Laurentian Great Lakes, North America // *ICES Journal of Marine Science*. 2009. V. 66. Iss. 6. P. 1391-1397. DOI: 10.1093/icesjms/fsp014
12. Абдурахманов Г.М., Зыков Л.А., Сокольский А.Ф., Попов Н.Н., Куанышева Г.А., Сокольская Е.А. История и результаты гидроакустических исследований на Северном Каспии // *Юг России: экология, развитие*. 2015. Т. 10. N 4. С. 8-23. DOI: 10.18470/1992-1098-2015-4-8-23
13. Draštik V., Godlewska M., Balk H., Claburn P., Kuřečka J., Morrissey E., Hateley J., Winfield I.J., Mrkvička T., Guillard J. Fish hydroacoustic survey standardization: a step forward based on comparisons of methods and systems from vertical surveys of a large deep lake // *Limnology and Oceanography: Methods*. 2017. V. 15. Iss. 10. P. 836-846. DOI: 10.1002/lom3.10202
14. Mouget A., Goulon C., Axenrot T., Balk H., Lebourges-Dhaussy A., Godlewska M., Guillard J. Including 38 kHz in the standardization protocol for hydroacoustic fish surveys in temperate lakes // *Remote Sensing in Ecology and Conservation*. 2019. Vol. 5. Iss. 4. P. 1-14. DOI: 10.1002/rse2.112
15. Кирильчик С.В., Макаров М.М., Аношко П.Н., Астахова М.С., Смолин И.Н., Дзюба Е.В. Апробация метода количественного анализа ДНК окружающей среды для оценки запасов и мониторинга популяций байкальского омуля // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2018. N 6. С. 98-102. DOI: 10.17513/mjpf.12300
16. Макаров М.М., Дегтев А.И., Ханаев И.В., Кучер К.М., Смолин И.Н., Небесных И.А., Аношко П.Н., Дзюба Е.В. Экспериментальные исследования по измерению силы цели байкальского омуля на частоте 200 кГц // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2018. N 2. С. 142-146. DOI: 10.17513/mjpf.12124
17. Anoshko P.N., Makarov M.M., Smolin I.N., Dzyuba E.V. The results of the first hydroacoustic studies of the winter distribution of *Coregonus migratorius* in Lake Baikal // *Limnology and Freshwater Biology*. 2019. N 3. P. 232-235. DOI: 10.31951/2658-3518-2019-A-3-232
18. Dzyuba E.V., Bogdanov B.E., Sapozhnikova Yu.P., Sukhanova L.V., Anoshko P.N., Khanaev I.V., Kirilchik S.V. Promising ichthyologic studies in Lake Baikal: fundamental and applied aspects // *Limnology and Freshwater Biology*. 2018. Iss. 1. P. 28-31. DOI: 10.31951/2658-3518-2018-A-1-28
19. Макаров М.М., Дегтев А.И., Кучер К.М., Мамонтов А.М., Небесных И. А., Ханаев И. В., Дзюба Е.В. Оценка численности и биомассы байкальского омуля тралово-акустическим методом // *Доклады академии наук*. 2012. Т. 447. N 3. С. 343-346. DOI: 10.1134/S0012496612060051
20. Дегтев А.И., Макаров М.М., Кучер К.М., Смолин И.Н., Мамонтов А.М., Дзюба Е.В. Количественная оценка численности байкальского омуля по данным гидроакустической съемки 2015 года // *Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2015 году»*. Иркутск. 2016. С. 281-282.
21. Бабаян В.К., Бобырев А.Е., Булгакова Т.И., Васильев Д.А., Ильин О.И., Ковалев Ю.А., Михайлов А.И., Михеев

- А.А., Петухова Н.Г., Сафаралиев И.А., Четыркин А.А., Шереметьев А.Д. Методические рекомендации по оценке запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов. М.: Изд-во ВНИРО. 2018. 312 с.
22. Литвиненко А.И., Матковский А.К., Крохалевский В.Р., Янкова Н.В., Капустина Я.А., Ростовцев А.А., Веснина Л.В., Скворцов В.Н., Петерфельд В.А., Сивцева Л.Н. Современное состояние ресурсов промысловых ВБР западной и восточной Сибири и проблемы их рационального использования // Материалы первой научной школы молодых ученых и специалистов по рыбному хозяйству и экологии, посвященной 100-летию со дня рождения проф. В.А. Моисеева «Актуальные вопросы рационального использования водных биологических ресурсов», Звенигород, 15-19 апреля, 2013. С. 193-215.
23. Дегтев А.И. Результаты гидроакустических исследований по количественной оценке рыбных ресурсов озера Байкал с использованием комплекса АСКОР-2 // Материалы Второго международного симпозиума «Экологически эквивалентные и экзотические виды гидробионтов великих и больших озер мира», Улан-Удэ, 27-31 августа, 2002. С. 3-6.
24. Ellis T.A., Hightower J.E., Buckel J.A. Relative importance of fishing and natural mortality for spotted sea-trout (*Cynoscion nebulosus*) estimated from a tag-return model and corroborated with survey data // Fisheries Research. 2018. V. 199. P. 81-93. DOI: 10.1016/j.fishres.2017.11.004
25. Burton M.L., Potts J.C., Ostrowski A.D., Shertzer K.W. Age, growth, and natural mortality of Graysby, *Cephalophilis cruentata*, from the Southeastern United States // Fishes. 2019. V. 4. Iss. 36. P. 1-14. DOI: 10.3390/fishes4030036
26. Block B.A., Whitlock R., Schallert R.J., Wilson S., Stokesbury M.J.W., Castleton M., Boustany A. Estimating natural mortality of Atlantic Bluefin Tuna using acoustic telemetry // Scientific Reports. 2019. V. 9. P. 1-14. DOI: 10.1038/s41598-019-40065-z
27. Кудрявцев В.И., Дегтев А.И., Соколов А.В. Об особенностях количественной оценки состояния запасов байкальского омуля гидроакустическим методом // Рыбное хозяйство. 2005. N 3. С. 66-69.
28. Мамонтов А.М. Оценка общих уловов в озере Байкал // География и природные ресурсы. 2009. N 1. С. 75-80.
29. Соколов А.В., Петерфельд В.А. Методические аспекты рыбохозяйственного мониторинга состояния запасов омуля озера Байкал // Известия КТГУ. 2011. N 22. С. 182-189.
30. Базов А.В., Базова Н.В. Селенгинская популяция байкальского омуля: прошлое, настоящее, будущее. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН. 2016. 352 с.
31. Майстренко С.Г., Майстренко М.А. Биология и структурные особенности искусственно воспроизводимого стада посольского омуля // Рыбное хозяйство. 2007. N 5. С. 94-99.
32. Соколов А.В., Петерфельд В.А. О причинах введения запрета на промысловый лов омуля (*Coregonus autumnalis migratorius*, Georgi) озера Байкал в современный период // Материалы VI Международного Балтийского морского форума, Калининград: ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота, 3-6 сентября, 2018. С. 158-164.
33. Шибаетов С.В. Формальная теория жизни рыб Ф.И. Баранова и её значение в развитии рыбохозяйственной науки // Труды ВНИРО. 2015. Т. 157. С. 127-142.
34. Мамонтов А.М., Дзюба Е.В. Материалы по биологическому состоянию байкальского омуля в современный период // Материалы докладов II Всероссийской конференции с международным участием «Современное состояние биоресурсов внутренних вод», М.: Полиграф-Плюс. 2014. Т. 2. С. 366-372.
35. Smirnov V.V., Smirnova-Zalumi N.S., Sukhanova L.V. Fishery management of omul (*Coregonus autumnalis migratorius*) as part of the conservation of ichthyofauna diversity in Lake Baikal // Polish Journal of Natural Sciences. 2012. V. 27. Iss. 2. P. 203-214.
36. Матковский А.К., Крохалевский В.Р. Регулирование промысла сиговых рыб с помощью ОДУ. Проблемы и пути их решения // Материалы Восьмого Международного научно-производственного совещания «Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб», Тюмень ФГУП «Госрыбцентр», 27-28 ноября, 2013. С. 140-146.
37. Смирнов В.В., Смирнова-Залуми Н.С., Суханова Л.В. Экологическое разнообразие и вопросы рационального использования рыбных ресурсов Байкала // Вода: химия и экология. 2015. N 12. С. 148-156.

REFERENCES

- Anneville O., Lasne E., Guillard J., Eckmann R., Stockwell J.D., Gillet C., Yule D.L. Impact of fishing and stocking practices on Coregonid diversity. *Food and Nutrition Sciences*, 2015, vol. 6, no. 11, pp. 1045-1055. DOI: 10.4236/fns.2015.611108
- DeVanna Fussell K.M., Smith R.E.H., Fraker M.E., Boegman L., Frank K.T., Miller T.J., Tyson J.T., Arend K.K., Boisclair D., Guildford S.J., Hecky R.E., Höök T.O., Jensen O.P., Llopiz J.K., May C.J., Najjar R.G., Rudstam L.G., Taggart C.T., Rao Y.R., Ludsin S.A. A perspective on needed research, modeling, and management approaches that can enhance Great Lakes fisheries management under changing ecosystem conditions. *Journal of Great Lakes Research*, 2016, vol. 42, iss. 4, pp. 743-752. DOI: 10.1016/j.jglr.2016.04.007
- Zhang F., Reid K.B., Nudds T.D. Effects of walleye predation on variation in the stock-recruitment relationship of Lake Erie yellow perch. *Journal of Great Lakes Research*, 2018, vol. 44, iss. 4, pp. 805-807. DOI: 10.1016/j.jglr.2018.05.007
- Marchal P., Andersen J.L., Aranda M., Fitzpatrick M., Goti L., Guyader O., Haraldsson G., Hatcher A., Hegland T.J., Le Floch P., Macher C., Malvarosa L., Maravelias C.D., Mardle S., Murillas A., Nielsen J.R., Sabatella R., Smith A.D.M., Stokes K., Thøgersen T., Ulrich C. A comparative review of fisheries management experiences in the European Union and in other countries worldwide: Iceland, Australia, and New Zealand. *Fish and Fisheries*, 2016, vol. 17, no. 3, pp. 803-824. DOI: 10.1111/faf.12147
- Jayasinghe R.P.P.K., Amarasinghe U.S., Newton A. Evaluation of status of commercial fish stocks in European marine subareas using mean trophic levels of fish landings and spawning stock biomass. *Ocean and Coastal Management*, 2017, vol. 143, pp. 154-163. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2016.07.002

6. Melnik N.G., Smirnova-Zalumi N.S., Smirnov V.V., Mamontov A.M., Anoshko P.N., Agafonnikov V.A., Astafiev S.E., Bondarenko V.M., Varnavsky A.V., Goncharov S.M., Granin N.G., Dzyuba E.V., Degtev A.I., Degtyarev V.A., Kucher K.M., Kotsar O.V., Makarov M.M., Mizyurkin M.A., Nebesnykh I.N., Popov S.B., Raskin A.S., Smirnova O.G., Smolin I.A., Sokolov A.V., Sorokovikov A.V., Tesler V.D., Tyagun M.L., Tolstikova L.I., Khanaev I.V., Chensky A.G., Sherstyankin P.P., Yakhnenko V.M., Yakup M.A., Rudstam L., Gillard J., Kudryavtsev V.I. *Gidroakusticheskii uchet resursov baikal'skogo omulya* [Hydroacoustic surveys of Baikal omul]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2009, 244 p. (In Russian)
7. Smirnov V.V., Smirnova-Zalumi N.S., Sukhanova L.V., Blagodetelev A.I. Measures to preserve the stocks of the Baikal omul *Coregonus migratorius*. *Vestnik rybnokhozyaystvennoy nauki* [The Bulletin of Fisheries Science]. 2015, no. 4, pp. 42-48. (In Russian)
8. Sukhodolov A.P., Fedotov A.P., Makarov M.M., Anoshko P.N., Gubiy E.V., Zorkaltsev V.I., Sorokina P.G., Mokry I.V., Lebedeva A.V. Mathematical modeling of assessing the number of Baikal Omul in the system of socio-economic and legal aspects of environmental law violations. *Russian Journal of Criminology*, 2019, vol. 13, no. 5, pp. 757-771. (In Russian) DOI: 10.17150/2500-4255.2019.13(5).757-771
9. *Prikaz Ministerstva sel'skogo khozyaystva RF ot 7 noyabrya 2014 g. N 435 «Ob utverzhdenii pravil rybolovstva dlya Baykal'skogo rybnokhozyaystvennogo basseyna»* [Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation of November 7, 2014 N 435 «On approval of fishing rules for the Baikal fishery basin»]. Available at: <http://base.garant.ru/70818098/>. (accessed 15.01.2020). (In Russian)
10. Peterfeld V.A. *Materialy, obosnovyayushchiye obshchiye dopustimyye ulovy vodnykh biologicheskikh resursov v ozere Baykal (s vpadayushchimi v nego rekami) na 2018 g. (s otsenкой vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredu) (dlya obshchestvennykh slushaniy)* [Materials substantiating the total allowable catches of aquatic biological resources in Lake Baikal (with its inflowing rivers) in 2018 (with environmental impact assessment) (for public hearings)]. Available at: <http://ольхонский-район.рф/tinybrowser/files/novosti/odu-na-2018-god-dlya-obshchestvennykh-slushaniy.pdf> (accessed 15.01.2020). (In Russian)
11. Rudstam L.G., Parker-Stetter S.L., Sullivan P.J., Warner D.M. Towards a standard operating procedure for fishery acoustic surveys in the Laurentian Great Lakes, North America. *ICES Journal of Marine Science*, 2009, vol. 66, iss. 6, pp. 1391-1397. DOI: 10.1093/icesjms/fsp014
12. Abdurakhmanov G.M., Zykov L.A., Sokolsky A.F., Popov N.N., Kuanysheva G.A., Sokolskaya E.A. History and results of hydroacoustic researches in the Northern Caspian. *South of Russia: ecology, development*, 2015, vol. 10, no. 4, pp. 8-23. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2015-4-8-23
13. Draštik V., Godlewska M., Balk H., Clabburn P., Kuřečka J., Morrissey E., Hateley J., Winfield I.J., Mrkvička T., Guillard J. Fish hydroacoustic survey standardization: a step forward based on comparisons of methods and systems from vertical surveys of a large deep lake. *Limnology and Oceanography: Methods*, 2017, vol. 15, iss. 10, pp. 836-846. DOI: 10.1002/lom3.10202
14. Mouget A., Goulon C., Axenrot T., Balk H., Lebourges-Dhaussy A., Godlewska M., Guillard J. Including 38 kHz in the standardization protocol for hydroacoustic fish surveys in temperate lakes. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2019, vol. 5, iss. 4, pp. 1-14. DOI: 10.1002/rse2.112
15. Kirilchik S.V., Makarov M.M., Anoshko P.N., Astakhova M.S., Smolin I.N., Dzyuba E.V. Testing method quantitative edna analysis for stock assessment and monitoring of baikal omul populations. *International Journal of Applied and Fundamental Research*, 2018, no. 6, pp. 98-102. (In Russian) DOI: 10.17513 / mjpfi.12300
16. Makarov M.M., Degtev A.I., Khanaev I.V., Kucher K.M., Smolin I.N., Nebesnykh I.A., Anoshko P.N., Dzyuba E.V. Experimental studies for measuring the target strength of the baikalian omul at the frequency of 200 kHz. *International Journal of Applied and Fundamental Research*, 2018, no. 2, pp. 142-146. (In Russian) DOI: 10.17513 / mjpfi.12124
17. Anoshko P.N., Makarov M.M., Smolin I.N., Dzyuba E.V. The results of the first hydroacoustic studies of the winter distribution of *Coregonus migratorius* in Lake Baikal. *Limnology and Freshwater Biology*, 2019, no. 3, pp. 232-235. DOI: 10.31951/2658-3518-2019-A-3-232
18. Dzyuba E.V., Bogdanov B.E., Sapozhnikova Yu.P., Sukhanova L.V., Anoshko P.N., Khanaev I.V., Kirilchik S.V. Promising ichthyologic studies in Lake Baikal: fundamental and applied aspects. *Limnology and Freshwater Biology*, 2018, no. 1, pp. 28-31. DOI: 10.31951/2658-3518-2018-A-1-28
19. Makarov M.M., Degtev A.I., Kucher K.M., Mamontov A.M., Nebesnykh I.A., Khanaev I.V., Dzyuba E.V. Estimation of the abundance and biomass of the Baikalian omul by means of trawl-acoustic survey. *Doklady akademii nauk*, 2012, vol. 447, no. 1, pp. 363-366. (In Russian) DOI: 10.1134/S0012496612060051
20. Degtev A.I., Makarov M.M., Kucher K.M., Smolin I.N., Mamontov A.M., Dzyuba E.V. Quantitative assessment of the Baikal omul abundance according to the 2015 hydroacoustic survey data. In: *Gosudarstvennyy doklad «O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchey sredy Irkutskoy oblasti v 2015 godu»* [State report "On the state and environment protection of the Irkutsk region in 2015"]. Irkutsk, 2016, pp. 281-282. (In Russian)
21. Babayan V.K., Bobyrev A.E., Bulgakova T.I., Vasilyev D.A., Ilyin O.I., Kovalev Yu.A., Mikhailov A.I., Mikheev A.A., Petukhova N.G., Safaraliev I.A., Chetyrkin A.A., Sheremetev A.D. *Metodicheskie rekomendatsii po otsenke zapasov prioritetnykh vidov vodnykh biologicheskikh resursov* [Guidelines for the assessment of stocks of priority species of aquatic biological resources]. Moscow, VNIRO Publ., 2018, 312 p. (In Russian)
22. Litvinenko A.I., Matkovsky A.K., Krokhalevsky V.R., Yankova N.V., Kapustina Ya.A., Rostovtsev A.A., Vesnina L.V., Skvortsov V.N., Peterfeld V.A., Sivtseva L.N. *Sovremennoe sostoyanie resursov promyslovnykh VBR zapadnoi i vostochnoi Sibiri i problemy ikh ratsional'nogo ispol'zovaniya* [The current state of the stocks of commercial aquatic biological resources in West and East Siberia and the problems of their rational use]. *Materialy pervoy nauchnoy shkoly molodykh uchenykh i spetsialistov po rybnomu khozyaystvu i ekologii, posvyashchennoy 100-letiyu so dnya rozhdeniya prof. V.A. Moiseyeva «Aktual'nyye voprosy ratsional'nogo ispol'zovaniya vodnykh biologicheskikh resursov»*, Zvenigorod, 15-19 aprelya, 2013 [Proceedings of the first scientific school for young scientists and specialists in fisheries and

ecology dedicated to the 100th anniversary of the birth of prof. V.A. Moiseyev, "Current issues of the rational use of aquatic biological resources", Zvenigorod, 15-19 April, 2013]. Zvenigorod, 2013, pp. 193-215. (In Russian)

23. Degtev A.I. Rezul'taty gidroakusticheskikh issledovaniy po kolichestvennoi otsenke rybnokh resursov ozera Baikal s ispol'zovaniem kompleksa ASKOR-2 [Results of hydroacoustic studies on quantitative assessment of fish stocks in Lake Baikal using the ASKOR-2 complex]. *Materialy Vtorogo mezhdunarodnogo simpoziuma «Ekologicheskiy ekvivalentnyye i ekzoticheskiye vidy gidrobiontov velikikh i bol'shikh ozer mira»*, Ulan-Ude, 27-31 avgusta, 2002 [Proceedings of the Second International Symposium «Ecologically equivalent and exotic species of hydrobionts of the great and large lakes of the world», Ulan-Ude, 27-31 August, 2002]. Ulan-Ude, 2002, pp. 3-6. (In Russian)

24. Ellis T.A., Hightower J.E., Buckel J.A. Relative importance of fishing and natural mortality for spotted sea-trout (*Cynoscion nebulosus*) estimated from a tag-return model and corroborated with survey data. *Fisheries Research*, 2018, vol. 199, pp. 81-93. DOI: 10.1016/j.fishres.2017.11.004

25. Burton M.L., Potts J.C., Ostrowski A.D., Shertzer K.W. Age, growth, and natural mortality of Graysby, *Cephalophilus cruentata*, from the Southeastern United States. *Fishes*, 2019, vol. 4, no. 36, pp. 1-14. DOI: 10.3390/fishes4030036

26. Block B.A., Whitlock R., Schallert R.J., Wilson S., Stokesbury M.J.W., Castleton M., Boustany A. Estimating natural mortality of Atlantic Bluefin Tuna using acoustic telemetry. *Scientific Reports*, 2019, vol. 9, pp. 1-14. DOI: 10.1038/s41598-019-40065-z

27. Kudryavtsev V.I., Dyogtev A.I., Sokolov A.V. About peculiarities of quantitative assessment of Baikal omul stock by hydroacoustic method. *Rybnoye khozyaystvo* [Fisheries]. 2005, no. 3, pp. 66-69. (In Russian)

28. Mamontov A.M. Assessing the total omul catches in Lake Baikal. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and natural resources]. 2009, no. 1, pp. 75-80. (In Russian)

29. Sokolov A.V., Peterfeld V.A. Methodological aspects of fishery monitoring of omul stocks of the Lake Baikal. *Bulletin of KTGU* [KSTU News]. 2011, no. 22, pp. 182-189. (In Russian)

30. Bazov A.V., Bazova N.V. *Selenginskaya populyatsiya baikal'skogo omulya: proshloe, nastoyashchee, budushchee* [The Selenga population of the Baikal omul: past, present and future]. Ulan-Ude, BNC SB RAS Publ., 2016, 352 p. (In Russian)

31. Maistrenko S.G., Maistrenko M.A. Biology and structure peculiarities of artificially reproduced stock of Posolsk strain of arctic cisco. *Rybnoye khozyaystvo* [Fisheries]. 2007, no. 5, pp. 94-99. (In Russian)

32. Sokolov A.V., Peterfeld V.A. O prichinakh vvedeniya zapreta na promyslovyy lov omulya (*Coregonus autumnalis migratorius*, Georgi) ozera Baikal v sovremennyy period [About the reasons of a ban on commercial fishing of omul (*Coregonus autumnalis migratorius*, Georgi) in Lake Baikal in the modern period]. *Materialy VI Mezhdunarodnogo Baltiiskogo morskogo foruma, Kaliningrad, 7-12 oktyabrya 2019* [VII Baltic Maritime Forum. Kaliningrad, 7-12 October, 2019]. Kaliningrad, 2019, pp. 158-164. (In Russian)

33. Shibaev S.V. The formal theory of fish life F.I. Baranova and its importance in the development of fisheries science. In: *Trudy VNIRO* [Trudy VNIRO]. 2015, vol. 157, no. 157, pp. 127-142. (In Russian)

34. Mamontov A.M., Dzyuba E.V. Materialy po biologicheskomu sostoyaniyu baikal'skogo omulya v sovremennyy period [Materials on the biological state of Baikal omul in the modern period]. *Materialy dokladov II Vserossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem «Sovremennoye sostoyaniye bioresursov vnutrennykh vod»*, Moskva, 2014 [Materials of reports of the II All-Russian Conference with International Participation «The Current State of Inland Water Bioresources», Moscow, 2014], Moscow, 2014, vol. 2, pp. 366-372. (In Russian)

35. Smirnov V.V., Smirnova-Zalumi N.S., Sukhanova L.V. Fishery management of omul (*Coregonus autumnalis migratorius*) as part of the conservation of ichthyofauna diversity in Lake Baikal. *Polish Journal of Natural Sciences*. 2012, vol. 27, no. 2, pp. 203-214.

36. Matkovsky A.K., Krokhaevsky V.R. [Regulation of the whitefish fishery using an total allowable catch. Problems and ways to solve them]. *Materialy Vos'mogo Mezhdunarodnogo nauchno-proizvodstvennogo soveshchaniya «Biologiya, biotekhnika razvedeniya i sostoyaniye zapasov sigovykh ryb»*, Tyumen, 27-28 Noyabrya, 2013 [Materials of the Eighth International Science and Production Meeting] "Biology, biotechnology of breeding and the state of whitefish stocks", Tyumen, 27-28 November, 2013]. Tyumen, 2013, pp. 140-146. (In Russian)

37. Smirnov V.V., Smirnova-Zalumi N.S., Sukhanova L.V. The ecological diversity and issues of rational use of fish resources of Lake Baikal. *Voda: khimiya i ekologiya* [Water: chemistry and ecology]. 2015, no. 12, pp. 148-156. (In Russian)

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Павел Н. Аношко и Елена В. Дзюба руководили постановкой цели исследования, анализировали материалы, подготовили рукопись статьи. Михаил М. Макаров, Валерий И. Зоркальцев и Наталья Н. Деникина участвовали в обсуждении и написании рукописи статьи. Все авторы в равной степени участвовали в этой работе. Авторы в равных долях имеют отношение к написанию рукописи и одинаково несут ответственность за плагиат и самоплагиат.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Pavel N. Anoshko and Elena V. Dzyuba formulated the aim of the study, analysed the materials and prepared the manuscript. Mikhail M. Makarov, Valery I. Zorkaltsev and Natalia N. Denikina participated in discussion and preparation of the manuscript. All authors have been equally involved in this research. All authors are equally responsible for the manuscript and for plagiarism and self-plagiarism and other ethical violations.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Павел Н. Аношко / Pavel N. Anoshko <https://orcid.org/0000-0001-9506-4135>

Михаил М. Макаров / Mikhail M. Makarov <https://orcid.org/0000-0002-1758-4458>

Валерий И. Зоркальцев / Valery I. Zorkaltsev <https://orcid.org/0000-0002-3704-8759>

Наталья Н. Деникина / Natalia N. Denikina <https://orcid.org/0000-0002-3952-3277>

Елена В. Дзюба / Elena V. Dzyuba <https://orcid.org/0000-0002-0769-694X>

Оригинальная статья / Original article
УДК 332.122
DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-144-154

Главные факторы трансформации региональной и этнической идентичности

Татьяна И. Герасименко

Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия

Контактное лицо

Татьяна И. Герасименко, доктор географических наук, профессор, заведующая кафедрой географии и регионоведения, Оренбургский государственный университет; 460018 Россия, г. Оренбург, пр. Победы, 13.
Тел. +79033671089
Email tanyag26@yandex.ru
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5462-0884>

Формат цитирования

Герасименко Т.И. Главные факторы трансформации региональной и этнической идентичности // Юг России: экология, развитие. 2020. Т.15, N 3. С. 144-154.
DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-144-154

Получена 16 ноября 2019 г.
Прошла рецензирование 10 февраля 2020 г.
Принята 20 апреля 2020 г.

Резюме

Цель. Выявить важнейшие факторы трансформации этнокультурного пространства и идентичности населения на примере поликультурного трансграничного региона.

Материалы и методы. Данный вектор исследования дает возможность рассматривать проблему в русле теории Л.Н. Гумилёва об адаптации этносов в ландшафтах, а также применять алгоритм анализа, основанный на исследовании различных форм межэтнических контактов и этнических процессов. Использованы авторские данные полевых экспедиционных исследований, включая социологические опросы населения (более 3-х тысяч человек по обе стороны российско-казахстанской границы), интервью, экспертные оценки, включённое наблюдение, картографирование и др. Проанализированы исторические источники, а также архивные документы и существующие разновременные картографические материалы.

Результаты. Этнокультурные группы взаимодействуют между собой и адаптируются в ландшафтах, в результате чего этнические культуры приобретают общие черты и региональную специфику. Оценены факторы и выявлены особенности межэтнического взаимодействия мигрантов и автохтонного населения и трансформации этнокультурного пространства. На скорость трансформации влияют исторические, геополитические, психологические и экономические факторы. Статья проиллюстрирована конкретными примерами. Рассмотрены географические аспекты трансформации этнокультурной идентичности как основного маркера этнической культуры в трансграничных регионах.

Заключение. Важнейшими факторами трансформации этнокультурного пространства и региональной идентичности являются адаптация в ландшафтах, межкультурное взаимодействие, миграции, изменение этнического состава населения, а также дивергенция этнической культуры по обе стороны границы как следствие делимитации.

Ключевые слова

Факторы трансформации этнокультурного пространства, региональная и этническая идентичность.

Main factors in the transformation of regional and ethnic identity

Tatiana I. Gerasimenko

Orenburg State University, Orenburg, Russia

Principal contact

Tatiana I. Gerasimenko, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head, Department of Geography and Regional Sciences, Orenburg State University; 13 Pobeda Ave., Orenburg, Russia 460018.

Тел. +79033671089

Email tanyag26@yandex.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5462-0884>

How to cite this article

Gerasimenko T.I. Main factors in the transformation of regional and ethnic identity. *South of Russia: ecology, development*. 2020, vol. 15, no. 3, pp. 144-154. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-144-154

Received 16 November 2019

Revised 10 February 2020

Accepted 20 April 2020

Abstract

Aim. To identify the most important factors in the transformation of ethno-cultural space and population identity through the example of a multicultural trans-border region.

Materials and Methods. This research vector provides possibilities to consider this issue in line with the well-known ideas of L. N. Gumilyov regarding the adaptation of ethnic groups to landscapes, as well as to apply an analysis algorithm based on the study of various forms of interethnic contacts and ethnic processes. The author's data from field expedition research, including sociological surveys of the population (more than three thousand people on both sides of the Russian-Kazakh border), interviews, expert assessments, including observation, mapping, etc. have been used. Historical sources, as well as archival documents and existing cartographic materials from various times, have been analysed.

Results. Ethno-cultural groups interact with each other and adapt to landscapes, as a result of these processes ethnic cultures acquire common features and regional specificities. These factors have been evaluated and features of inter-ethnic interaction between migrants and the autochthonous population as well as transformation of the ethno-cultural space are revealed. The speed of transformation is influenced by historical, geopolitical, psychological and economic factors. The article is illustrated with specific examples. Geographical aspects of transformation of ethno-cultural identity as the main marker of ethnic culture in trans-border regions have been considered

Conclusion. The most important factors of ethno-cultural space and regional identity transformation are adaptation in landscapes, intercultural interaction, migration, change of ethnic composition of the population and divergence as a consequence of delimitation.

Key Words. Factors in ethno-cultural space transformation, regional and ethnic identity.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение идентичности имеет практическое значение для регулирования межэтнических отношений и миграционной политики, районирования и прогнозирования дальнейшей эволюции этнокультурных групп.

Идентичность (самоопределение) – это сложное многомерное позиционирование индивида или группы индивидов (этнических, религиозных, профессиональных, социальных, гражданских) в окружающей среде, включающее информацию о принадлежности к социуму и к территории, состоящей из ряда содержательных компонентов. Среди них – позиционирование себя как личности, члена семьи, осознание принадлежности к поколению, социальной группе, страте, касте, клану, профессиональному сообществу, этносу, религии, ландшафту, региону, государству, эпохе. Все эти компоненты можно разделить на две категории: «место» и «память». Региональная идентичность тесно связана с образом мира и с чувством укоренённости. Образ мира как важнейшая часть духовной культуры складывается из географических, исторических, религиозных, психологических понятий, смыслов и образов и находится под влиянием целого ряда факторов, в том числе и географической среды. Географический образ мира определяется такими понятиями, как «Отечество», «Родина», «Земля». Она не может быть полной без понятия «граница» и других географических представлений. Осознание своего места в пространстве неразрывно связано со знанием своего места в истории. «Память» – понятие о происхождении, месте в истории и географии региона (по современным представлениям – в топонимике) – основа формирования этнокультурной общности, идентичности. М. П. Крылов [1] определил региональную идентичность как системную совокупность культурных связей, связанных с понятием «малая родина», а также с внутренним образом территории. В данной статье будем говорить о соотношении этнической и региональной идентичности на примере поликультурного региона.

Роль ландшафтов в формировании этнической культуры, внутренних этнических различий и межэтнического сходства признается исследователями разных направлений. Полемика касается степени его влияния на эти процессы. Не только этнокультурные группы, характеризующиеся «жесткими» связями с природной средой, приспособляются к ландшафту и изменяют его, формируя сложную систему отношений с природой. Культурные ландшафты имеют этнический подтекст и в других случаях. Он заметен и в поликультурных регионах. В однородном ландшафте неизбежно сближение культур. Ландшафты во многом формировали региональные этнокультурные особенности и черты сходства народов, проживающих в них. Пример – Оренбургско-Казахстанское порубежье, где сложился единый поликультурный комплекс. Конвергенция культур стала географической реальностью несмотря на то, что мигранты расселяются в разных экологических нишах: оседлое и другое русское земледельческое население – в долинах рек, а занимающееся кочевым скотоводством – на водоразделах. [2-4]. То же происходило с автохтонным сибирским населением, которое приспособилось к суровым условиям Сибири. Северные наро-

ды кочевали по тундре и лесотундре, а в годы индустриализации откочёвывали и не участвовали в разработке полезных ископаемых. Поселенцы приспособились к суровым условиям, но сохранили свою специфику.

Необходимость адаптации к ландшафтам и политико-бюрократической государственной системе способствовали сближению этнокультурных групп. В конечном итоге региональные этнические контакты интенсифицируются, что приводит к формированию устойчивых пространственных связей. Усиливаются ассимиляционные процессы и сближение культур. В то же время наличие региональной идентичности и региональной культуры не предполагает обязательного слияния этнических групп, напротив, они сохраняют различия и этническую идентичность. Переселенцы остаются в орбите своей культуры, но приобретают региональные и местные особенности. Трансформируются и культура коренных народов. В итоге формируются региональные культуры. Идентичность имеет несколько иерархических уровней позиционирования: от глобального до локального.

Наличие региональной идентичности в России некоторыми авторами ставится под сомнение, но принять это невозможно. Идея аспатиальности российского пространства не отражает действительность. В России сформирована региональная идентичность, но её не принято выражать так, как во многих зарубежных странах, где укоренённость сопутствует патриотизму, любви к родной земле и гордости за нее и региональные бренды, как в некоторых странах, где жители каждого города и даже фермы гордятся своей принадлежностью к этнокультурной группе, региону, селению. В России люди часто стыдятся своего провинциального, особенно деревенского происхождения и стараются не демонстрировать свою идентичность. Нежелание демонстрировать идентичность не означает ее отсутствия, а связано с нарастающей поляризацией российского пространства по линии центр-периферия (на разных уровнях) и расслоением российского общества, приводящем к ксенофобии и снобизму, которые, к сожалению, являются реалиями российской жизни. Региональная идентичность – это отражение территориальной структуры географического пространства, и как положительный или отрицательный образ территории она обусловлена экономико-географическим положением – столичным, периферийным, маргинальным, глубинным, окраинным [5; 6].

Региональная идентичность сформирована там, где этому способствовала территориальная организация общества – например, единый этнокультурный территориальный комплекс, как в Оренбургско-Казахстанском трансграничном регионе. Регион формировался в маргинальной (контактной) зоне, на стыке культур (кочевых и оседлых; исламских и христианских), ландшафтов (лесостепных, степных и полупустынных, прибрежных и водораздельных; равнинных и низменных) в течение длительного периода времени в результате колонизации территории [7].

Формирование региональной культуры и региональной идентичности в многонациональном регионе связано с комплиментарностью – бессознательной тя-

гой определенного рода людей друг к другу. Комплиментарность – (от французского «комплимент» – похвала, лестные высказывания) по Л. Н. Гумилеву – подсознательное чувство взаимной симпатии или антипатии индивидов либо групп людей, определяющее разделение на «своих» и «чужих» [8]. Это понятие необходимо отличать от понятия «комплементарность» (от лат. complementum – средство пополнения), используемого, например, в биологии.

К.П. Иванов, последователь Гумилёва, утверждал, что ландшафт воздействует на этнос принудительно, а изменение ландшафта приводит к изменению моделей поведения и появлению новых субэтносов или этнокультурных групп [9]. Особенно это касается этносов, отличающихся «жесткими» связями с природной средой, таких как народы Севера. Корректнее всё же говорить не о детерминизме, а о взаимовлиянии этносов и природной среды, к которой они приспосабливаются. Это влияние особенно заметно в сельской местности, но и городские районы подвержены влиянию ландшафтов.

Образ жизни населения связан с ландшафтом, который в значительной степени формирует стереотип поведения. Природные условия и природные материалы оказывают влияние на архитектурно-планировочные традиции, градостроительные особенности, предметы быта, рационы питания, одежду, моду, орудия труда, землепользование, специализацию хозяйств, сезонность труда, системы жизнеобеспечения и особенности образования, менталитет, мировоззрение, этнонимы, восприятие пространства, национальный характер. Наиболее устойчивы экистические характеристики и бытовые навыки, но со временем происходят заимствования и адаптация к новым условиям и в этой сфере. Границы архитектурных групп определяются не этническими, а природными различиями («тундровая», «лесная», «степная» традиции). В этой схеме знак комплиментарности облегчает либо усложняет адаптацию. Ландшафты во многом определяют или корректируют характеристики и динамику повседневной жизни, экологической, экономической и духовной культуры, представлений о времени и пространстве, жизни и смерти. Региональная культура в результате конвергенции и адаптации быстро формируется под влиянием однообразных ландшафтов, которые «стабилизируют проживающие в ней этносы». Гетерогенные ландшафты способствуют изменениям, ведущим к появлению новых этнокультурных общностей. Кроме того, по-видимому, есть все основания полагать, что «отношения» между этносами и ландшафтами, по аналогии с отношениями между этническими группами, регулируются комплиментарностью.

Культурные ландшафты (как креативные, заново созданные, так и сформированные в результате воздействия человека на природную среду) различаются в зависимости от природных особенностей даже в пределах одной этнической группы. В то же время они имеют этническую окраску в пределах зоны даже при схожих условиях окружающей среды.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Л.Н. Гумилев обосновал это направление исследований, важное в этнологии, географичное по своей сути,

актуальное до настоящего времени. Развитие этнокультурного пространства Оренбургско-Казахстанского трансграничья можно считать яркой иллюстрацией его идей [8; 10]. Оно формировалось на протяжении длительного периода времени в степной и лесостепной зонах в результате контактов колонистов и коренных этносов. Этот процесс происходил за пределами мест формирования и проживания основной части этносов. Это главная причина того, что в регионе наряду с этнической ярко выражена региональная идентичность. В основе её формирования лежат сходные ландшафты и особенности межэтнического взаимодействия, основанного на положительной комплиментарности. Варианты и специфику взаимодействия этносов, толерантность среды формирующейся региональной культуры и территориальную структуры региональной общности предопределяет знак комплиментарности (плюс или минус). В результате этнических контактов и взаимодействия культур даже при простом сосуществовании этносов неизбежно сближение этнических культур. В результате межэтнического взаимовлияния и взаимодействия с ландшафтом формируется региональная динамичная этноландшафтная система, лежащая в основе этнокультурного территориального комплекса. Новое качество населения ведет к трансформации идентичности.

Необходимость адаптации к ландшафту и административно-бюрократической государственной системе также способствует сближению этнокультурных групп. В конечном итоге региональные этнические контакты интенсифицируются, что приводит к формированию устойчивых пространственных связей. Усиливаются ассимиляционные процессы. Наличие региональной идентичности и региональной культуры не предполагает слияния этнических групп, напротив, они сохраняют различия и этническую идентичность. Поселенцы остаются в орбите своей культуры, но приобретают региональные и местные особенности. Трансформируется и культура автохтонных народов. В итоге формируется региональная культура и региональная идентичность.

Для исследования этого феномена использовались полевые методы: экспедиционный, включённого наблюдения, социологические опросы, анкетирование, интервью и др. Исследования проводились в течение ряда лет по обе стороны российско-казахстанской границы.

Межэтническое взаимодействие во все времена сопровождалось адаптацией в этногенезе и проходило по схеме «этнос – ландшафт» или «этнос-этнос-ландшафт». Этносы вне ландшафта и без адаптации в нем не формируются, поэтому схема взаимодействия по типу этнос-этнос возможна лишь в случае, если речь не идет о конкретной территории. Необходимо, в частности, внести коррективы в связи с развитием современных средств коммуникации и глобализацией, приводящей к внепространственным процессам и взаимодействиям, проявляющимся главным образом в распространении технических достижений современной цивилизации, моды, поп-культуры и т. д. Жилища берберов в пустыне Сахара, сохранившие традиционную форму (как то пещеры в Матмате, либо глинобитные домики без окон в Загуане, наиболее приспособленные к знойному климату), при этом жители оснащены ком-

пьютерами, телевизорами, сотовыми телефонами и другими маркерами западной цивилизации, не говоря уже об автомобилях [11].

В этой схеме знак комплиментарности облегчает или усложняет адаптацию. Ландшафты во многом определяют или корректируют характеристики и динамику повседневной жизни, экологической, экономической и духовной культуры, представлений о времени и пространстве, жизни и смерти. Играет роль степень разнообразия ландшафтов: однообразные способствуют стабилизации и конвергенции культур, гетерогенные способствуют изменениям, ведущим к появлению новых этнокультурных образований. По-видимому, есть все основания полагать, что «отношения» между этносами и ландшафтами, по аналогии с отношениями между этническими группами, регулируются комплиментарностью. Если этнос и новый ландшафт несовместимы, либо этнос трансформируется и ассимилируется (и перестает существовать), либо он покидает территорию. Бывают случаи физической гибели переселенцев (показателен пример переселённых в Западный Казахстан евреев). Попытки переселения кавказских горцев в советский период на равнину провалились, поскольку они не смогли приспособиться к новому ландшафту, так же как и жители тундры не смогли обосноваться в городских и лесных районах. Но оренбургские и казахстанские степные и лесостепные ландшафты были приемлемы не только для южнорусских и украинских «степных» колонистов, но и для выходцев из лесной зоны. В степи, зоне кочевых культур, они были вынуждены приспосабливаться не только к другому ландшафту, но и оставаться толерантными к особенностям разных культур. Например, мигрантам из лесной зоны приходилось осваивать новые методы строительства и новые строительные материалы. Первоначально они сплавляли бревна по рекам, но постепенно перешли на саманные постройки, распространившиеся среди местных жителей, а позже – на кирпичные.

«Комплиментарные» отношения многих этносов со степью не случайны. Степь была заселена раньше, чем лесная зона, что подтверждается современными археологическими находками. Степь обеспечивала древних людей всем необходимым для жизни. Лёссы были пригодны для строительства пещер, овраги защищали от внешних опасностей, биологические ресурсы обеспечивали продовольствием (люди практиковали собирательство и охоту). Лесные районы были так же загадочны, непонятны и трудны для жизни степняков, как степь для лесных жителей (народов).

Степь во многом сформировала региональные этнокультурные особенности и сходные черты народов, проживающих здесь. Конвергенция – это географическая реальность, несмотря на то, что мигранты расселяются в разных экологических нишах: оседлое и другое русское земледельческое население – в долинах рек, а башкиры, казахи, занимающиеся кочевым скотоводством, – на водоразделах. Не случайно вдоль Урала среди деревень с типичными русскими топонимами неожиданно (на первый взгляд) встречаются казахские и башкирские [12].

К. П. Иванов утверждал, что ландшафт воздействует на этнос принудительно, а изменение ландшафта приводит к изменению моделей поведения и появле-

нию новых субэтносов или этнических групп [9]. Особенно это касается этносов, отличающихся «жесткими» связями с природной средой, таких как этносы Русского Севера, описанные, например, А. И. Чистобаевым [13]. Корректнее говорить не о детерминизме, а о взаимовлиянии этносов и природной среды, к которой они адаптируются. Это особенно заметно в сельской местности, но иногда прослеживается и в городах.

Образ жизни населения во многом предопределён ландшафтом. Природные условия и природные материалы оказывают влияние на архитектурно-планировочные традиции, градостроительные особенности, предметы быта, рацион питания, одежду, моду, орудия и сезонность труда, землепользование, специализацию хозяйств, системы жизнеобеспечения, менталитет, мировоззрение, этнонимы, восприятие пространства, национальный характер. Из артефактов наиболее устойчивы экзистенциальные характеристики и бытовые навыки, но со временем и в этой сфере происходят заимствования и адаптация к новым условиям [14].

Культурные ландшафты различаются в зависимости от природной зоны даже в пределах одной этнической группы. В то же время они имеют этническую окраску при схожих условиях окружающей среды и одинаковых природных материалах. На Южном Урале татарские, башкирские, русские, немецкие и другие поселения имеют значительные различия в планировке улиц и усадеб, строительстве, озеленении. Планировка поселений татар издавна отличалась узкими извилистыми улочками с неожиданными поворотами, акуратностью и гнездовой застройкой, что объясняло семейный обычай селиться именно там. Более поздние поселения характеризуются правильной планировкой улиц, но в некоторых местах сохраняются старые традиции. Русские и мордовские деревни изначально отличались более правильной планировкой. Чувашские язычники селились в лесистых районах, что позволяло иметь собственные святилища. Селения оседлых казахов были небольшими, создавались вблизи пастбищ, что отражало любовь к пространству и кочевую скотоводческую специализацию отдельных хозяйств: большие редкие постройки, хозяйственные дворы со стогами сена. До сих пор в некоторых казахских селах нет четких улиц и порядка. Украинские села, напротив, окружены фруктовыми садами и огородами. Сёла немцев-меннонитов строились по определенному плану, с домами, стоящими строго по линии в 25-метрах от дороги, палисадниками с цветниками и деревьями, защищающими дом от пыльных бурь. У башкирских деревень, построенных рядом с ними, появились улицы (влияние немцев-меннонитов), но нет четкого порядка и зелени.

Контакты культур изначально были нерегулярными (войны). В определенные периоды исчезали с территории целые народы, но они оказывали влияние на современную культуру этносов и оставляли культурный след в облике территории и топонимии. Постепенно ситуация стабилизировалась. Этнические общности сформировали мировоззрение, основанное на отношениях к соседним народам как к равным. Позитивная комплиментарность стала основой формирования двунациональных поселений в регионе. Для них

характерны нейтральные этнические контакты с сохранением идентичности («ксения» по Л. Н. Гумилеву) или взаимовыгодные «симбиозы» [8]. Примером «ксении» можно считать отношения между башкирами и русскими, а «симбиоза» – между башкирами и немцами-меннонитами [15].

Со временем региональные этнические контакты, в том числе межпоселенные, интенсифицируются. Это приводит к образованию устойчивых пространственных связей. Усиливаются ассимилятивные процессы и метисация, следствия межэтнических браков. В ряде случаев происходит слияние этнокультурных групп, но это скорее исключение, чем правило. Наличие региональной идентичности и региональной культуры отнюдь не предполагает слияния этносов, напротив, они сохраняют различия и этническую идентичность. Переселенцы остаются в орбите своей культуры, но приобретают региональную и локальную специфику под влиянием местных культур и ландшафтов. Трансформируется и культура автохтонных народов. В конечном итоге формируются региональные культуры. Идентичность имеет несколько иерархических уровней позиционирования: глобальный, цивилизационный, страновой, региональный, локальный.

Для региона была характерна аккультурация (по Тойнби), в то же время неизбежными стали заимствования. Нередко новая культура, привнесенная мигрантами, трансформировала местные условия и окружающую среду, становясь источником инноваций для местного населения, распространяясь путем диффузии в результате межкультурных отношений от ядер – генераторов инноваций «радиально-волновой диффузии». Примером может служить экономическая культура немцев-меннонитов. Распространение инноваций происходит медленно и касается в первую очередь потребления, позже меняются и другие сферы.

Единство макрорегиона было обусловлено рядом факторов, и прежде всего единством природной основы – лесостепных, степных и полупустынных ландшафтов в пределах Русской равнины и Уральской складчатой страны.

Регион характеризуется единством этнокультурной, политической и экономической истории, географического положения (последнее менялось от транзитного и глубинного до трансграничного), сходством хозяйственно-культурных типов и, как следствие, – культурных ландшафтов. Региональная культура, сложившаяся на основе мозаики этнических культур с доминирующей ролью русской культуры, ценностей, образа жизни, менталитетов, социофакторов и артефактов, имеет много общего и позволяет рассматривать регион как единое целое. Это же подтверждают исследования идентичности. Влияние русских как крупнейшего этноса было самым существенным. Это выражалось в принятии другими этносами экономической культуры, русского языка, традиций, образа жизни. Русский этнос, в свою очередь, подвергся влиянию других культур. Оренбургское казачество, имевшее к концу XIX века межэтнический характер, фактически представляло собой комплекс общих для всех групп заимствований. Взаимодействию способствовали межнациональные браки.

Взаимодействие ислама и православия как мировых религий, сильно трансформированных и ослож-

нённых элементами синкретизма, а также влиянием на протяжении длительного периода атеизма, усиленного «вливанием» поколения комсомольцев-целинников, привело к специфике конфессионального пространства, являющегося и буфером, и окном из России в азиатский мир. При этом сохраняются внутриэтнические и культурные различия. Даже внутри одной и той же этнической группы различия значительны. Например, русские включают очень разные этнокультурные группы внутри региона. Среди них выделяются потомки казаков, потомки старообрядцев, потомки крепостных крестьян и переселенцев в ходе освоения целинных земель и индустриализации.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Нынешнее Оренбуржье на протяжении всей истории было ядром Оренбургской губернии. Чётко прослеживаются историко-географические этапы в развитии региона, ставшего трансграничным после делимитации после распада СССР [16]. Каждый этап развития характеризуется преобладанием определенной модели колонизации. Идея моделей заимствована у А.Е. Левинтова [17] и расширена нами. Модели отличаются спецификой взаимодействия мигрантов (колонистов) и автохтонных этносов, природопользованием, адаптацией в ландшафтах.

I. Ранний этап (до IX-X вв.). Временные рамки ограничены появлением башкир на этой территории – старейшего из проживающих в регионе этносов. В этот период этнокультурные группы сменяли друг друга в результате миграции с востока на запад. Территория претерпела несколько волн расселения, начиная от первобытных собирателей, рыбаков и охотников, представителей древней ямной культуры, которые находили в степи все жизненно необходимое – от жилья до пищи. Культурный след оседлых народов, живших здесь до прихода кочевников, сохранился в ландшафте в виде захоронений, археологических остатков древних поселений, а также в топонимике.

II. Номадный этап (IX-X вв. – 30-е годы XVIII в.) характеризовался преобладанием в регионе кочевых народов. «Номадная» модель развития сопровождается полным или частичным замещением оседлых культур в результате поглощения, ассимиляции, разрушения и изгнания. Аутентичная культура маргинализируется и одновременно обогащает культуру кочевников-интервентов. Потомки полукочевых народов (башкиры и казахи) проживают в регионе до настоящего времени.

Казаки начали селиться в долинах рек уже в конце этого периода. Эту модель развития можно рассматривать как «военно-политическую» («геополитическую») и одновременно «экономическую». Конец периода связан с началом колонизации региона оседлым населением. Географически он характеризуется сменой вектора миграции (основная масса колонистов прибывает с Запада).

III. Этап массовой колонизации региона (30-е годы XVIII века – начало Первой мировой войны) имел несколько волн и привел к формированию основ современной этнокультурной географии региона. Доминирует «колониальная» модель развития. Потоки мигрантов представлены переселенцами, вытесненными, изгнанными или заселяющими районы колонизации в

силу целенаправленной политики властей. Колонизация носит как добровольный, так и принудительный характер; она сопровождается импортом культуры и воспроизводством метрополитентского образа жизни среди автохтонных народов, что ведет к расширению метрополии. Одновременно происходят заимствования колонистами элементов местной культуры. Эта модель характерна для многих империй.

Этот этап характеризуется распространением «очагово-хозяйственной» модели развития. Географически наблюдается наличие центров - «ядер» - генераторов «радиальной зонно-волновой диффузии» (по Б. Родману [18]). От «ядер» нововведения распространялись и на другие народы. Даже небольшое количество пришельцев, обладающих более высокими технологиями, могут привнести свои обычаи в местное население. Примером может служить экономическая и экологическая культура немцев-меннонитов, поселившихся в этом регионе в конце XIX века. Их система сельскохозяйственного производства была относительно высоко развитой и быстро распространялась среди проживающих поблизости башкир, мордвы, русских и других этнокультурных групп [15]. Межэтнические отношения складывались на основе положительной комплиментарности по отношению к другим народам и характеризовались нейтральными контактами при сохранении самобытности («ксения») или взаимовыгодными («симбиоз»). Одним из маркеров комплиментарности можно считать широко распространённые в регионе межэтнические браки.

«Духовная» модель развития связана с мессианством, с политикой изоляционизма отдельных этнокультурных групп, иногда обусловленной их преследованием. Эта модель часто (но не всегда) носит религиозный характер. В сельской местности в настоящее время можно встретить местную этнорелигиозную общину с русским старообрядческим населением. До недавнего времени проживали немцы (меннониты, баптисты и др.). Однако постепенно элементы современной культуры проникали и в эти поселения, в результате этнокультурные общности трансформировались.

IV. Советский этап (большая часть XX века) неоднороден, он характеризуется усилением взаимодействия между этнокультурными группами. Этот этап можно разделить на несколько периодов (предвоенный, связанный с началом индустриализации; годы Второй мировой войны; период освоения целинных земель; период индустриального развития). Доминируют «колониальная», «очагово-хозяйственная» и «духовная» (не связанная с религией) модели развития. Завершилось формирование единого экономического, социального, культурного пространства.

V. Современный этап, начавшийся в конце 80-х - начале 90-х годов XX века, характеризуется новой волной миграций, приводящей к изменениям в этнокультурной среде региона, а также делимитацией территории двух соседних государств. Появление государственной границы стало важнейшим фактором развития геопространства, привело к ослаблению традиционных связей между Россией и Казахстаном. Государственная граница стала главным фактором трансформации этнокультурной среды, нарушила единое пространство, привела к доминированию процессов дивергенции.

Миграции продолжают играть важную роль, но мигранты не являются главными носителями культурных и экономических инноваций, как это было раньше.

После распада СССР трудно было представить, что единое пространство трансформируется так быстро [19; 20]. Изменения происходят не только в прибалтийских республиках, граница с которыми приобрела высокую степень барьерности, но и в тех странах, с которыми у России сохраняются более тесные связи.

Превращение российско-казахстанской границы из чисто символической в реальную существенно повлияло на развитие соседних регионов и привело к дивергенции географического пространства. Рост барьерности границы привел к экономической дезинтеграции и затруднению трансграничных контактов населения. Наиболее значимыми и далеко идущими последствиями стало осложнение взаимодействия между людьми. Этнокультурные группы, живущие по разные стороны границы, разделены, традиционные связи разорваны. В этих условиях сформировалось новое поколение казахов и русских. Этнокультурное пространство еще не подверглось полной дивергенции благодаря старшему и среднему поколениям, однако для молодежи этот процесс стал необратимым. Окончательное расхождение появится в ближайшее время.

Еще один важный фактор и результат - изменение этнического состава населения. Произошла массовая эмиграция немцев и евреев из Оренбургской области, а также иммиграция русскоязычного населения (русских, татар, русскоязычных казахов) в Россию из Казахстана и других бывших союзных республик. Иммигрировали в область также армяне, узбеки и др. Новые для территории России этнокультурные группы меняют существующую систему. Часть из них расселилась компактно. Образовались новые этнические ареалы [21-23].

В крупных городах и в некоторых сельских районах стала реальностью сегментизация экономики по этническому принципу (или этническое разделение труда). Например, армяне, приехавшие в Россию, владеют предприятиями сферы услуг, корейцы занимаются сельским хозяйством, таджики и узбеки работают в строительстве. Привнесение другой культуры часто создает стрессовую ситуацию для местного населения и меняет культурный ландшафт и ритм жизни. Так, безлюдные немецкие районы Оренбургской области заселяются башкирами и переселенцами из городов Средней Азии и Казахстана, плохо приспособленными к сельским условиям. Сёла потеряли свой безупречный внешний вид и идеальную планировку. Напротив, этнокультурная среда в Казахстане становится все более однородной.

После распада СССР происходит казахизация и дерусификация казахстанского общества. В настоящее время казахское население является самой многочисленной этнической группой во всех административных районах республики, а русские стали национальным меньшинством наряду с другими этнокультурными группами. Контроль над всеми территориями находится в руках национальной элиты. Подавляющее большинство руководителей всех уровней - этнические казахи.

Система образования в Казахстане и России различается все больше и больше. В казахстанских школах растёт число казахоязычных классов, в то время как

количество русскоязычных сокращается, а в некоторых районах их уже нет. Реформа административно-территориального деления Казахстана привела к изменению этнического состава населения. Казахи доминируют практически во всех территориальных единицах разного уровня.

Миграционная политика также способствует казахизации. Миграция казахов в северные районы поощряется и стимулируется правительством. На севере в ряде регионов традиционно преобладали русские, в последнее время ситуация изменилась. Стимулируется также иммиграция оралманов (репатриантов-казахов из других стран). За годы независимости, по разным оценкам, переселилось от полутора до двух миллионов человек. Пронаталистическая демографическая политика в первую очередь касалась казахов. Немногочисленное неказахское население частично ассимилировалось, но большая часть людей мигрировала (в основном по экономическим причинам) в казахские города или в Россию. В 1990-е годы произошла массовая эмиграция русскоязычных граждан, в том числе русскоязычных казахов. Некоторые регионы мира имели схожие проблемы [24-27].

Граница разделяет и изменяет также информационное пространство, что влияет на языковой состав населения. Разделённые этнические группы подвержены языковой дивергенции, что во многом предопределяет смену идентичности. Российские казахи русскоязычны, значительная их часть не знает казахского языка несмотря на то, что у них есть родственники в Казахстане. Для казахстанских казахов казахский язык является родным. Русскоязычные казахи массово эмигрировали из Казахстана в 1990-е годы. Русский язык в Казахстане еще не полностью вышел из употребления (в основном благодаря старшему поколению), он сохраняется в крупных городах и мультикультурных промышленных центрах, а также с приграничных районов. Значительно хуже знание русского языка в сельской местности, расположенной далеко от границы, особенно среди молодёжи. Эти процессы ведут к изменению региональной идентичности населения. Браки между казахами из Казахстана и казахами из России стали редкостью. Казахи, мигрировавшие из России в Казахстан, вынуждены изучать казахский язык и адаптироваться к иной социокультурной среде.

Ранее воздействие ландшафтных факторов сглаживалось тоталитарно-административными методами хозяйствования. Теперь они выявляют все больше и больше различий. Орография, климат, гидрологический режим, ландшафты влияют на систему расселения и экистические особенности, которые определяют выбор места поселения, ассортимент строительных материалов, планировку, характер застройки. В Казахстане появились дисперсные поселения, отражающие происходящие экономические изменения (развитие земледелия, отгонно-пастбищного скотоводства). В некотором смысле это возвращение к их прежнему образу жизни.

Происходит дезинтеграция и экономическая дивергенция. Всё больше различаются законодательные и налоговые системы. Это создает трудности для регистрации иностранных и совместных компаний. Различаются цены на одни и те же товары и услуги. Тем не

менее, хотя прежнее единое правовое пространство разорвано, в Оренбуржье действуют более ста компаний с участием казахстанского капитала.

Современные реалии требуют поиска новых путей развития. Следует использовать близость границ и традиционные контакты с Казахстаном. Рост экономической глобализации и интеграции, геополитические приоритеты, создание Таможенного союза, крупные международные инфраструктурные проекты, геополитическая направленность внешней торговли России и Казахстана повышают значимость трансграничного положения обеих стран.

Дальнейшие сценарии развития единого прежде региона будут зависеть от межгосударственной политики соседних государств. Усиление барьерной функции российско-казахстанской границы, произошедшее после распада Советского Союза, уже привело к затруднению для населения трансграничных контактов и запуску процессов этнического разделения и может в конечном итоге привести к этнической трансформации одних и тех же этнокультурных групп по обе стороны границы - не только дивергенции, но и сепарации.

Идентичность также подвергается дивергенции. Социально-экономические и региональные культурные различия зачастую гораздо сильнее, чем этнические, языковые и религиозные. Этому способствовало формирование общества в СССР, когда этнокультурные грани нивелировались, но на самом деле причины имеют более глубокие корни. Россия долгое время развивалась как многонациональная общность, что необходимо учитывать при проведении региональной социальной, этнокультурной и социально-экономической политики. Различные уровни власти должны учитывать этнокультурную специфику приграничных территорий и проводить политику, направленную на интеграцию и сохранение связей, что будет способствовать поддержанию стабильности приграничных регионов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, основными факторами трансформации идентичности следует считать межэтническое взаимодействие, которое сопровождается адаптацией в ландшафте и происходит по схеме «этнос – ландшафт» или «этнос-этнос-ландшафт». В результате этих процессов формируется региональная динамичная этноландшафтная система, лежащая в основе этнокультурного территориального комплекса. Новое качество населения ведет к трансформации идентичности.

Необходимость адаптации к ландшафту и политико-бюрократической государственной системе способствует сближению этнокультурных групп. В конечном итоге региональные этнические контакты интенсифицируются, что приводит к формированию устойчивых пространственных связей. Усиливаются ассимилятивные процессы и консолидация. Наличие региональной идентичности и региональной культуры не предполагает слияния этнических групп, напротив, они сохраняют различия и этническую идентичность. Изменение этнического состава населения влияет на региональную идентичность. Некоторому разобщению способствует этническое разделение труда и сегментизация экономики по этническому признаку.

Дивергенция постсоветского пространства после распада СССР происходит быстрыми темпами. Граница стала серьезным препятствием для передвижения товаров и людей. Наиболее значимыми и далеко идущими последствиями стали проблемы взаимодействия между населением по разные стороны границы, барьерность которой усиливается. Это ведёт к дезинтеграции и дивергенции. В этих условиях выросло новое поколение казахстанцев и россиян, для которого этот процесс может стать необратимым, если не будет проводиться политика интеграции.

Изучение идентичности имеет практическое значение для регулирования межэтнических отношений и миграционной политики, районирования и прогнозирования дальнейшего хода этнических групп.

БЛАГОДАРНОСТИ

Данное исследование было поддержано из средств субсидии, выделенной на реализацию Программы повышения конкурентоспособности БФУ им. И.Канта.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported by the Russian Academic Excellence Project at Immanuel Kant Baltic Federal University.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Крылов М.П. Региональная идентичность в Европейской России. Москва, Новый Хронотоп, 2010, 235 с.
2. Герасименко Т.И. Вмещающий ландшафт и комплиментарность этносов – основа формирования региональной идентичности // Вестник СПбГУ. 2012. Специальный выпуск. С. 31-41.
3. Gerasimenko T.I. Landscape of the ethnic group formation and complementarity of ethnic groups as a foundation of the regional identity formation // Proceedings of IGU Regional Conference «Geography, culture and society for our future Earth», Moscow, 17-21 August 2015. 985 p.
4. Gerasimenko T.I. The most important factors of regional and ethno-cultural identity transformation in the trans-border regions // Proceedings of the 56th Congress of European Association of regional Sciences « Cities and regions: Smart, Sustainable, Inclusive», Vienna, 23-26 August, 2016. P. 341-342.
5. Герасименко Т.И., Родоман Б.Б. Экофильная поляризация культуры в экстремальных природных условиях // Материалы II международной конференции «Развитие регионов в XXI веке», Владикавказ, 6-7 октября, 2017. С. 411-414.
6. Герасименко Т.И., Родоман Б.Б. Трансформация этнокультурного пространства постсоветской России вследствие транснациональных миграций // Сборник материалов XII конгресса этнологов и антропологов, Ижевск, 3-6 июля 2017. 318 с.
7. Герасименко Т.И. Проблемы этнокультурного развития трансграничных регионов. Санкт-Петербург: изд-во ЛГУ, 2005. 235 с.
8. Гумилёв Л.Н. Этногенез и биосфера Земли. Москва: «Рольф», 2001. 556 с.
9. Иванов К.П. Проблемы этнической географии. Санкт-Петербург: СПбГУ, 1998. 216 с.
10. Гумилёв Л.Н. Этносфера: история людей и история природы. Москва: «Прогресс», 1993. 543 с.
11. Герасименко Т.И. Тунисские берберы: взгляд изнутри // География. 2008. N 8. С. 6-14
12. Герасименко Т.И. Этноконтактные зоны в геокультурном пространстве России // Гуманитарный вектор. 2018. N 13 (2). С. 152-161.
13. Чистобаев А.И. Этносы Таймыра, окружающая среда и региональная политика // Биологические ресурсы Таймырского полуострова и прогнозы их использования. Дудинка: Международный центр арктической культуры. 2003. С. 202-210.
14. Герасименко Т.И., Святоха Н.Ю., Филимонова И.Ю. Этногеографический атлас Оренбургской области. Казань: Идель-Пресс, 2017. 80 с.
15. Герасименко Т.И., Нуждина Е.Ю. Немцы-меннониты Оренбургской области: культурный след в истории и географии. Оренбург: «Пресса», 2000. 75 с.
16. Герасименко Т.И. Миграции населения как фактор трансформации этнокультурного пространства // Внеэкономические факторы пространственного развития. Москва: «Эрслан», 2016. С. 101-110.
17. Левинтов А.Е. Модели освоения и использования территории и ресурсов // Трансформация российского пространства: социо-экономические и природно-ресурсные факторы (полимасштабный анализ). Москва: «ИГ РАН», 2018. С. 43-66.
18. Родоман Б.Б. Территориальные ареалы и сети. Очерки теоретической географии. Смоленск: «Ойкумена», 1999. 255 с.
19. Герасименко Т.И., Семёнов Е.А. Влияние межэтнического взаимодействия на развитие трансграничного региона // Материалы VII Международного симпозиума «Степи Северной Евразии», Оренбург, 26-31 мая, 2015. С. 249-253.
20. Гнято Р., Дружинин А.Г., Стрелецкий В.Н. Геополитические процессы в современном Евразийском пространстве // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2018. N 2. С. 129-130. DOI: 10.7868/S2587556618020115
21. Герасименко Т.И., Родоман Б.Б. Миграции и этническое разделение труда // Материалы международной научно-практической конференции «Миграционные процессы: проблемы адаптации и интеграции мигрантов», Ставрополь, 02-04 октября 2018. С. 11-24.
22. Всесоюзная перепись 1989 года. Национальный состав населения регионов России. Электронная версия бюллетеня «Население и общество». URL: http://www.demoscope.ru/weekly/ssp/rus_nac_89.php?rg=63/ (дата обращения: 20.05.2019)
23. Информационные материалы окончательных результатов Всероссийской переписи населения 2010 года. URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/perepis2010/perepis_itogi1612.htm/ (дата обращения: 20.05.2019)
24. Кузнецова Т.И. Изменение населения в соседних регионах России и стран Евросоюза // Балтийский регион. 2018. Т. 10. N 3. С. 41-57.
25. Дружинин А.Г., Донг Ю. «Один пояс – один путь»: возможности для регионов западного порубежья России // Балтийский регион. 2018. Т. 10. N 2. С. 39-55.
26. Манаков А.Г. Оценка изменений этнической мозаичности регионов Европейской России в периоды между переписями населения 1897, 1959 и 2010 гг. // Известия Российской академии наук. Серия географическая.

2019. N 2. C. 117-128. DOI: 10.31857/S2587-556620192117-128

27. Manakov A.G. Spatial Patterns in the Transformation of the Ethnic Structure of the Russian Population Between the 1959 and 2010 Censuses // *Geography and Natural Resources*. 2019. V. 40. N 2. P. 106-114. (In Russian) DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2019-2(13-21)

REFERENCES

1. Krilov M.P. *Regionalnaya identichnost v Evropeyskoy Rossii* [Regional Identity in New Russia]. Moscow, Noviy Khronograph Publ., 2010, 235 p (In Russian)
2. Gerasimenko T.I. Enclosing landscape and complementarity of ethnic groups – the basis for regional identity formation. *Vestnik SPbGU* [Vestniks of Saint Petersburg University]. 2012, special edition, pp. 31-41. (In Russian)
3. Gerasimenko T.I. Landscape of the ethnic group formation and complementarity of ethnic groups as a foundation of the regional identity formation). Proceedings of IGU Regional Conference «Geography, culture and society for our future Earth», Moscow, 17-21 August 2015, 985 p.
4. Gerasimenko T.I. The most important factors of regional and ethno-cultural identity transformation in the trans-border regions. Proceedings of the 56th Congress of European Association of regional Sciences «Cities and regions: Smart, Sustainable, Inclusive», Vienna, 23-26 August, 2016, pp. 341-342.
5. Gerasimenko T.I., Rodoman B.B. Ekofilnaya polarizatsiya kultury v ekstremal'nykh prirodnkh usloviyakh. [Ecophilic polarization of cultures in extreme natural conditions]. *Materialy II mezhdunarodnoy konferentsii «Razvitie regionov v XXI veke», Vladikavkaz, 6-7 Oktyabrya 2017* [Proceedings of the second international scientific-practical conference «Regional development in the XXI century», Vladikavkaz, 6-7 October, 2017]. Vladikavkaz, 2017, pp. 411-414. (In Russian)
6. Gerasimenko T.I., Rodoman B.B. Transformatsiya etnokul'turnogo prostranstva postsovetsoi Rossii vsledstvie transnatsional'nykh migratsii [Ethno-cultural space transformation of post-Soviet Russia as a result of transnational migrations] *Sbornik materialov XII kongressa etnologov i antropologov, Izhevsk, 3-6 iyulya 2017* [Collection of materials of the XII Congress of Ethnologists and Anthropologists, Izhevsk, July 3-6, 2017]. Izhevsk, 2017, 318 p. (In Russian)
7. Gerasimenko T.I. *Problemy etnokulturnogo razvitiya transgranichnykh regionov* [Problems of trans-border regions ethno-cultural development]. SPb, RTP LGU Publ., 2005. 235 p. (In Russian)
8. Gumilev L.N. *Etnogenez i biosfera Zemli* [Ethnogenesis and the Earth's biosphere]. Moscow, «Rolf» Publ., 2001, 556 p. (In Russian)
9. Ivanov K.P. *Problemy etnicheskoi geografii* [Problems of ethnic geography]. SPb, Petersburg State University Publ., 1998, 216 p. (In Russian)
10. Gumilev L.N. *Etnosfera: istoriya lyudei i istoriya prirody* [Ethnosphere: the history of people and the history of nature]. Moskva, «Progress» Publ., 1993, 543 p. (In Russian)
11. Gerasimenko T.I. Tunisian Berber: view from inside. *Geografiya* [Geography]. 2008, no. 8, pp. 6-14. (In Russian)
12. Gerasimenko T.I. Ethno-contact zones in Russian geocultural space. *Gumanitarnyi vektor* [Humanitarian vector]. 2018, no. 13 (2), pp. 152-161. (In Russian)
13. Chistobaev A.I. [Ethnic groups of Taimyr, environment and regional policy]. In: *Biologicheskie resursy Taimyrskogo poluostrova i prognozy ikh ispol'zovaniya* [Biological resources of the Taimyr Peninsula and the prospects for their use]. Dudinka, 2003, pp. 202-210. (In Russian)
14. Gerasimenko T.I., Svyatokha N.Y., Filimonova I.Yu. *Etnogeograficheskii atlas Orenburgskoi oblasti* [Ethnogeographic Atlas of the Orenburg region]. Kazan', «Idel-Press» Publ., 2017, 80 p. (In Russian)
15. Gerasimenko T. I., Nuzhdina E.Yu. *Nemtsy-mennonity Orenburgskoi oblasti: kul'turny sled v istorii i geografii* [Mennonite Germans of the Orenburg region: a cultural footprint in history and geography]. Orenburg, «Pressa» Publ., 2000, 75 p. (In Russian)
16. Gerasimenko T.I. [Population migration as a factor of ethno-cultural space transformation]. In: *Vneekonomicheskie faktory prostranstvennogo razvitiya* [Non-economic factors of spatial development]. Moscow, «Ersan» Publ., 2016, pp. 101-110. (In Russian)
17. Levintov A.E. [Models of development and use of territories and resources]. In: *Transformatsiya Rossiiskogo prostranstva: sotsio-ekonomicheskie i prirodno-resursnye faktory (polimasshtabnyi analiz)* [Transformation of Russian space: socio-economic and natural resource factors (multi-scale analysis)]. Moskva, «IG RAN» Publ., 2018, pp. 43-66. (In Russian)
18. Rodoman B.B. *Territorial'nye arealy i seti. Ocherki teoreticheskoi geografii* [Territorial areas and networks. Essays on theoretical geography]. Smolensk, Oikumene Publ., 1999, 255 p. (In Russian)
19. Gerasimenko T.I., Semenov E.A. Vliyanie mezhetnicheskogo vzaimodeistviya na razvitie transgranichnogo regiona [Influence of interethnic interaction on trans-border region development]. *Materialy VII Mezhdunarodnogo simpoziuma «Stepi Severnoi Evrazii», Orenburg, 26-31 maya, 2015* [Proceedings of Interregional Conference «Steppes of Northern Eurasia», Orenburg, 26-31 May, 2015]. Orenburg, 2015, pp. 249-253. (In Russian)
20. Gnyato R., Druzhinin A.G., Streletskii V.N. Geopolitical processes in the contemporary Eurasian Space. *Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Geographical series*, 2018, no. 2, pp. 129-130. (In Russian) DOI: 10.7868/S2587556618020115
21. Gerasimenko T.I., Rodoman B.B. Migratsii i etnicheskoe razdelenie truda [Migration and ethnic labor division]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Migratsionnye protsessy: problemy adaptatsii i integratsii migrantov», Stavropol', 02-04 oktyabrya 2018* [Proceedings of Interregional Conference «Migration processes: problems of migrants adaptation and integration», Stavropol', 02-04 October 2018]. Stavropol', 2018, pp. 11-24. (In Russian)
22. *Vsesoyuznaya perepisi' 1989 goda. Natsional'nyi sostav naseleniya regionov Rossii* [All-Union census of 1989. National composition of the population by regions of Russia]. Available at: http://www.demoscope.ru/weekly/ssp/rus_nac_89.php?reg=63. (accessed 20.05.2019) (In Russian)
23. *Informatsionnye materialy okonchatel'nykh rezul'tatov Vserossiiskoi perepisi naseleniya 2010 goda* [Information materials on the final results of the all-Russian population census 2010. Official website of the all-Russian population

census]. Available at:

http://www.gks.ru/free_doc/new_site/perepis2010/perepis_itogi1612.htm. (accessed 20.05.2019) (In Russian)

24. Kuznetsova T.Yu. Population change in the neighbouring regions of Russia and the European Union States. Baltiiskii region [Baltic Region]. 2019, vol. 10, no. 3, pp. 41-57. (In Russian)

25. Druzhinin A.G., Dong Yu. One Belt – One Road initiative: A window of opportunity for Russia's western border regions. Baltiiskii region [Baltic Region]. 2018, vol. 10, no. 2, pp. 39-55. (In Russian)

26. Manakov A.G. Evaluation of Changes in the Ethnic mosaic of Regions of European Russia in Periods between the 1897, 1959 and 2010 Censuses. *Proceedings of the Russian Academy of Sciences, geographical series*, 2019, no. 2, pp. 117-128. (In Russian) DOI: 10.31857/S2587-556620192117-128

27. Manakov A.G. Spatial Patterns in the Transformation of the Ethnic Structure of the Russian Population Between the 1959 and 2010 Censuses. *Geography and Natural Resources*, 2019, vol. 40, no. 2, pp. 106-114. (In Russian) DOI: 10.21782/GIPRO206-1619-2019-2(13-21)

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Татьяна И. Герасименко написала рукопись и несёт ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата или других неэтических проблем.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Tatiana I. Gerasimenko wrote the manuscript and is responsible for plagiarism and self-plagiarism and other ethical transgressions.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The author declare no conflict of interest.

ORCID

Татьяна И. Герасименко / Tatiana I. Gerasimenko <https://orcid.org/0000-0002-5462-0884>

Оригинальная статья / Original article
УДК 338.28
DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-155-164

Проблемы развития циркулярной экономики как фактора устойчивого развития России

Назирхан Г. Гаджиев¹, Наталия А. Мурзак², Алла Е. Митенкова²,
Ольга В. Скрипкина², Сергей А. Коноваленко³

¹Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

²Коломенский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет», Коломна, Россия

³Рязанский филиал Московского университета МВД России им. В.Я. Кикотя, Рязань, Россия

Контактное лицо

Митенкова Алла Евгеньевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и промышленного менеджмента, Коломенский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет»; 140402 Россия, г. Коломна, ул. Октябрьской Революции, 408.
Тел. +79160184536
Email lana-mitenkova10@rambler.ru
ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8662-0689>

Формат цитирования

Гаджиев Н.Г., Мурзак Н.А., Митенкова А.Е., Скрипкина О.В., Коноваленко С.А. Проблемы развития циркулярной экономики как фактора устойчивого развития России // Юг России: экология, развитие. 2020. Т.15, N 3. С. 155-164. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-155-164

Получена 22 октября 2019 г.
Прошла рецензирование 14 января 2020 г.
Принята 20 апреля 2020 г.

Резюме

Цель. Исследовать процесс формирования циркулярной экономики в России в рамках обеспечения устойчивого развития; выявить проблемы формирования циркулярной экономики и барьеры, сдерживающие процесс внедрения бизнес-моделей циркулярной экономики в организациях.

Материал и методы. Авторы использовали метод системного анализа, сравнительный и статистический методы анализа при проведении исследования.

Результаты. Результаты проведенного исследования подтвердили необходимость перехода к формированию циркулярной экономики в России, поскольку несмотря на то, что суммарная доля объема утилизации отходов и объема отходов, подлежащих обезвреживанию, увеличивается незначительными темпами (тем не менее превысила 50%), суммарная доля объема отходов, обусловленных производственным процессом предприятия и размещаемых на его объектах, в среднем за анализируемый период составила 50%. Отрицательное влияние на окружающую среду оказывают и выбросы в атмосферу парниковых газов, причем на сектор «Экономика» приходится почти 79%, что обуславливает актуальность перехода к возобновляемой энергетике.

Заключение. Переход к формированию циркулярной экономики, в частности, в результате использования возобновляемой энергетики, обеспечит снижение уровня негативного влияния антропогенной нагрузки на окружающую среду и обеспечит сбалансированность экологических, экономических и социальных компонентов устойчивого развития.

Ключевые слова

Устойчивое развитие, циркулярная экономика, возобновляемая энергетика, образование и утилизация отходов.

Problems of development of the circular economy as a factor in Russia's sustainable development

Nazirkhan G. Gadzhiev¹, Natalia A. Murzak², Alla E. Mitenkova²,
Olga V. Skripkina² and Sergey A. Konovalenko³

¹Dagestan State University, Makhachkala, Russia

²Kolomna Institute (Branch) Moscow Polytechnic University, Kolomna, Russia

³Ryazan Branch, V. Ya. Kikot Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Ryazan, Russia

Principal contact

Alla E. Mitenkova, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Economics and Industrial Management, Kolomna Institute (Branch) of Moscow Polytechnic University; 408 Oktyabrskoi Revolyutsii St, Kolomna, Russia 140402.
Tel. +79160184536

Email lena-mitenkova10@rambler.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8662-0689>

How to cite this article

Gadzhiev N.G., Murzak N.A., Mitenkova A.E., Skripkina O.V., Konovalenko S.A. Problems of development of the circular economy as a factor in Russia's sustainable development. *South of Russia: ecology, development*. 2020, vol. 15, no. 3, pp. 155-164. (In Russian)
DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-155-164

Received 22 October 2019

Revised 14 January 2020

Accepted 20 April 2020

Abstract

Aim. To investigate the process of formation of the circular economy in Russia within the framework of ensuring sustainable development and to identify the problems of forming a circular economy and the barriers that hinder the process of implementing business models of a circular economy in enterprises.

Materials and Methods. Our study is based on systems analysis, comparative and statistical methods.

Discussion. The research results have confirmed the necessity of transition to the formation a circular economy in Russia. This is despite the fact that the volume of recycled waste arising from production and consumption in Russia is growing faster than that of its generation, the actual proportion of recycling and waste disposal is growing rather slowly (somewhat more than 50%), while the proportion of the volume of production and consumption waste placed at company facilities, on average, amounted to 50% for the period analysed. Greenhouse gas emissions also have a negative impact on the environment with those of the "Economy" sector accounting for almost 79% - thus determining the relevance of transition to renewable energy.

Conclusion. The transition to a circular economy, in particular as a result of the use of renewable energy, will reduce the negative impact of anthropogenic pressure on the environment and ensure a balance between the environmental, economic and social components of sustainable development.

Key Words

Sustainable development, circular economy, renewable energy, waste generation and waste management.

ВВЕДЕНИЕ

В связи с ростом темпов снижения запасов природных ресурсов и масштабов загрязнения окружающей среды важнейшая цель состоит в достижении устойчивого развития, предполагающего рациональное решение следующих взаимосвязанных задач: формирование эффективно развивающейся экономики; создание благоприятной экологической обстановки; рациональное решение социальных задач (повышение уровня занятости населения, его благосостояния и образованности); обеспечение реализации прав человека на охрану здоровья.

На конференциях ООН с целью обеспечения достижения устойчивого развития были приняты документы, устанавливающие следующие приоритеты: переход к возобновляемой энергетике, представляющей собой один из основных инструментов достижения устойчивого развития (27 июля 2012 г.) [1]; переход к формированию циркулярной экономики, обеспечивающий сбалансированность экологических, социальных и экономических компонентов устойчивого развития всех стран мира до 2030 г. (25 сентября 2015 г.) [2]; разработка мероприятий, обеспечивающих сокращение выбросов в окружающую среду парниковых газов, с целью реализации экологической компоненты устойчивого развития (декабрь 2015 г.) [3].

В январе 2016 года в Швейцарии в Давосе состоялся Всемирный экономический форум, центральной обсуждаемой темой на котором стала циркулярная экономика, рассматриваемая как основа Четвертой промышленной революции, обеспечивающей устойчивое развитие стран мира.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Впервые термин циркулярной экономики был использован в научной литературе в 60-х годах XX века в период перехода от индустриального к постиндустриальному обществу, в рамках которого услуги разрабатываются исключительно с использованием достижений научно-технического прогресса, позволяющих совершенствовать формы и методы, регулирующих процесс производства. Развитие инновационных технологий в постиндустриальном обществе способствует совершенствованию способов производства и предоставляет возможность перехода к более ресурсоэффективной экономике – циркулярной экономике.

В научной литературе различают несколько концепций, трактующих циркулярную экономику. Базовым следует считать определение, в рамках которого циркулярная экономика рассматривается как система, критериями функционирования которой являются минимизация объемов используемого первичного сырья и перерабатываемых ресурсов, снижение отходов, сокращение площадей, отводимых для полигонов с целью захоронения отходов, и для неорганизованных свалок [4]. Замкнутый цикл включает следующие этапы: определение мест добычи полезных ископаемых; определение перечня материально-сырьевых и энергетических ресурсов, необходимых для процесса производства продукции, включая их заготовку и переработку; производство комплектующих, необходимых для процесса производства продукции; производство промежуточной и конечной продукции; реализация продукции, ее

транспортировка потребителям для использования, сбор продукции или ее составных частей по окончании жизненного цикла и выполнение операций по их восстановлению (рис. 1).

Бизнес-модель Circular Suppliers (Циркулярные поставщики) предполагает, что поставщики обеспечивают доставку ресурсов, которые либо возобновляемы, либо подходят для полной вторичной переработки, либо полностью биоразлагаемы.

Бизнес-модель Resource Recovery (Восстановление ресурсов) обуславливает приоритетность повторного использования отходов, что предотвращает потерю ресурсов вследствие образования отходов и обеспечивает рост рентабельности продукции.

Бизнес-модель Product Life Extension (Продление срока службы продукта) предполагает, что производитель обеспечивает сохранение продукта на протяжении его жизненного цикла за счет проведения его капитального ремонта, докомплектации, модернизации, реконструкции.

Бизнес-модель Sharing Platforms (Совместное пользование) способствует росту рентабельности использования ресурсов за счет взаимодействия не только между отдельными пользователями продукта, но и между отдельными корпорациями как в рамках данного региона, так и государства в целом, а также и мира посредством замыкания материально-ресурсных цепей.

Бизнес-модель (Продукт как услуга) предполагает, что производитель предоставляет во временное пользование потребителям продукт вместе с пакетом услуг (осуществление технического обслуживания, заключение договора аренды и т.д.), что обусловит стремление производителей разрабатывать продукцию с продолжительным жизненным циклом.

Исследование опыта внедрения выше рассмотренных бизнес-моделей циркулярной экономики свидетельствует о выгодах как для предприятий, так и для потребителей; о долгосрочных преимуществах предприятий, обусловленных оптимизацией материальных потоков за счет внедрения процессов замкнутого цикла, расширение сферы послепродажного обслуживания потребителей.

Таким образом, в рамках циркулярной экономики обеспечивается безотходность производства продукции за счет создания для нее жизненного цикла замкнутого вида путем повторной переработки отходов, в результате которой получают вторичные ресурсы, замещающие в процессе производства продукции первичные, что обуславливает снижение степени отрицательного воздействия отходов, связанных с процессами производства и потребления, на окружающую среду.

Циркулярная экономика тесно связана с низкоуглеродной экономикой, основой которой (помимо снижения отрицательного влияния на окружающую среду) является повышение энергоэффективности производства за счет более эффективного применения ресурсов. Также в рамках низкоуглеродной экономики предполагается рост социальной ответственности компаний путем экологизации производства и замещения традиционных источников энергии возобновляемыми источниками энергии (ВИЭ) в рамках производственного процесса [5].

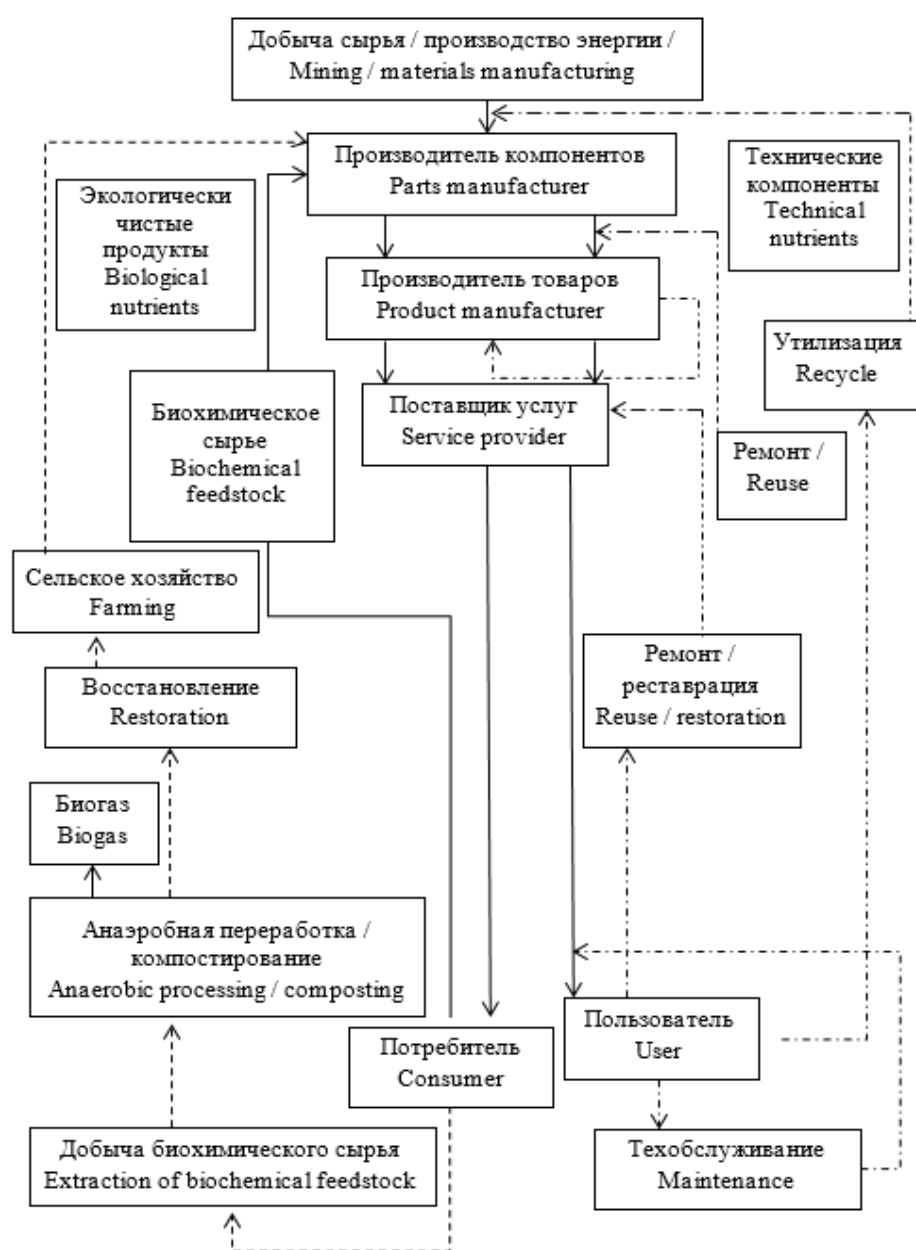


Рисунок 1. Теоретическая модель циркулярной экономики
Figure 1. Theoretical model of circular economy

Существует два аспекта, в рамках которых рассматриваются технологии ВИЭ в условиях циркулярной экономики [5].

В первую очередь, технологии ВИЭ способствуют снижению уровня выброса парниковых газов, что обуславливает решение проблемы изменения климата, что соответствует принципам циркулярной экономики. Однако для производства оборудования, в частности, для солнечных электростанций, необходимы фотоэлектрические модули, срок службы которых составляет 25-30 лет, что создает проблему их утилизации, для решения которой необходимо увеличение продолжительности жизненного цикла фотоэлектрических модулей, что также соответствует принципам циркулярной экономики.

К сожалению, в России сравнительно недавно стал осуществляться переход к формированию циркулярной экономики.

Так, в 2013 г. вступил в силу Указ Президента РФ N 752 «О сокращении выбросов парниковых газов», в рамках которого к 2020 г. должен быть сокращен выброс парниковых газов в атмосферу по сравнению с 1990 г. не менее, чем на 25% (что в абсолютном измерении составляет более 30 млрд т) [6]. Данные значения соответствовали взятым Россией обязательствам по выполнению решений, принятых на Конференции ООН по изменению климата (Копенгаген, 2009 г.).

Реформирование российского экологического законодательства началось с принятия Правительством РФ ФЗ от 21.07.2014 N219-ФЗ «О внесении изменений в

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации», предполагающего проведение модернизации производственной деятельности предприятий с учетом требований принципа наилучших доступных технологий (НДТ) для дальнейшего снижения уровня отрицательного влияния на окружающую среду [7], и Федерального закона от 29.12.2014 N 458-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления», предполагающего формирование необходимой для утилизации отходов инфраструктуры [8].

Существующей в России системе обращения с отходами, которые образовались в процессе производства и потребления, необходима модернизация, что подкрепляется результатами анализа значений специальных индексов формирования циркулярной экономики. Следует отметить, что нормы утилизации продукции, утвержденные в России, значительно ниже, чем в

странах, в которых циркулярная экономика уже достаточно долго развивается. Расчет данных индексов дает возможность проведения динамического анализа эффекта от введения нормативов утилизации отходов, которые образовались в процессе производства и потребления, в отраслевом разрезе.

С целью реформирования порядка функционирования системы, связанной с обращением твердых коммунальных отходов (ТКО), была создана публично-правовая компания «Российский экологический оператор», отвечающая за создание и функционирование комплексной системы обращения с ТКО в рамках страны [9].

Тем не менее, в России имеет место рост объемов отходов, обусловленных производственной деятельностью предприятий, динамика данной тенденции представлена на рис. 2 и на рис. 3 (по [10]).

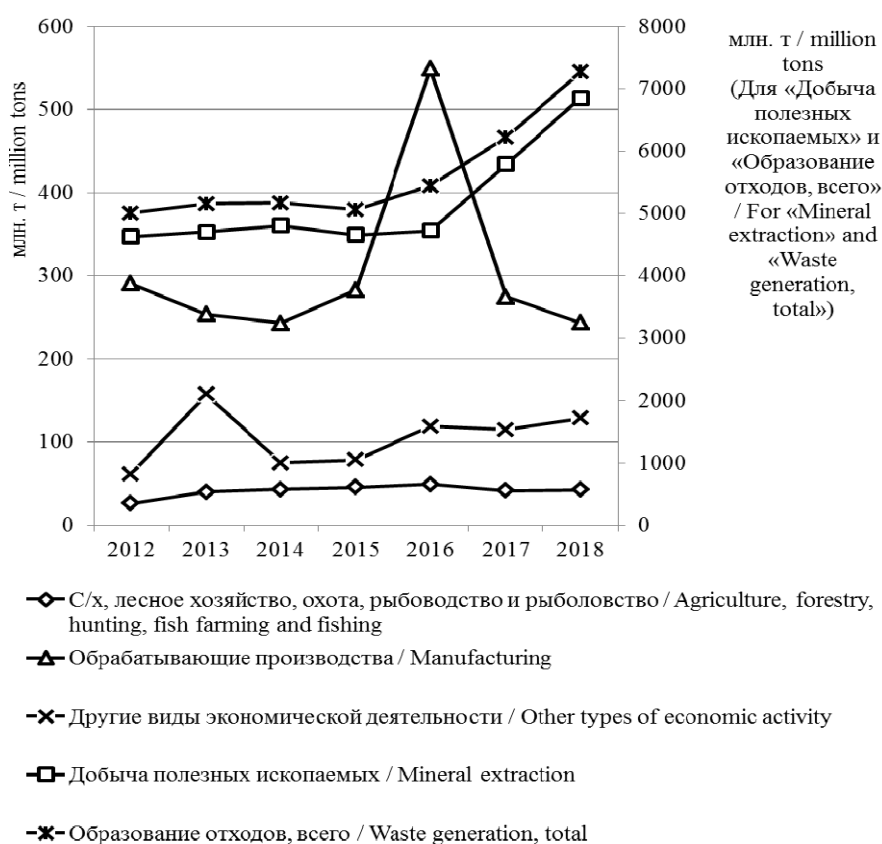


Рисунок 2. Динамика объемов отходов, обусловленных производственной деятельностью предприятий
Figure 2. Dynamics of waste volumes caused by production activities of enterprises

Анализ данных рис. 2 и рис. 3 показывает, что за период 2012-2018 гг. объем отходов, образование которых связано с процессом производства и потребления, по РФ увеличился на 2258,2 млн. т или на 45,09% в основном за счет роста добычи полезных ископаемых на 1921,2 млн. т или на 47,98% и, в частности, за счет добычи топливно-энергетических полезных ископаемых на 1802,6

млн. т или на 59,63%, причем на добычу топливно-энергетических полезных ископаемых приходится и наибольшая доля – свыше 90%.

Динамика структуры образования отходов производства и потребления представлена на рис. 4 (по [10]).

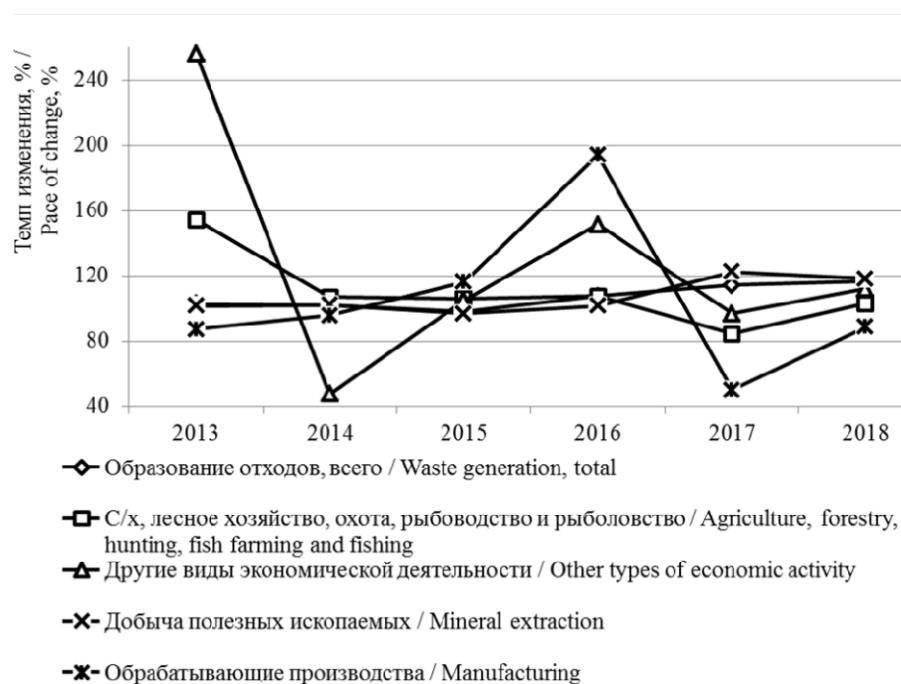


Рисунок 3. Динамика темпов изменения объемов отходов, обусловленных производственной деятельностью предприятий

Figure 3. Dynamics of rate of change in volume of waste caused by production activities of enterprises

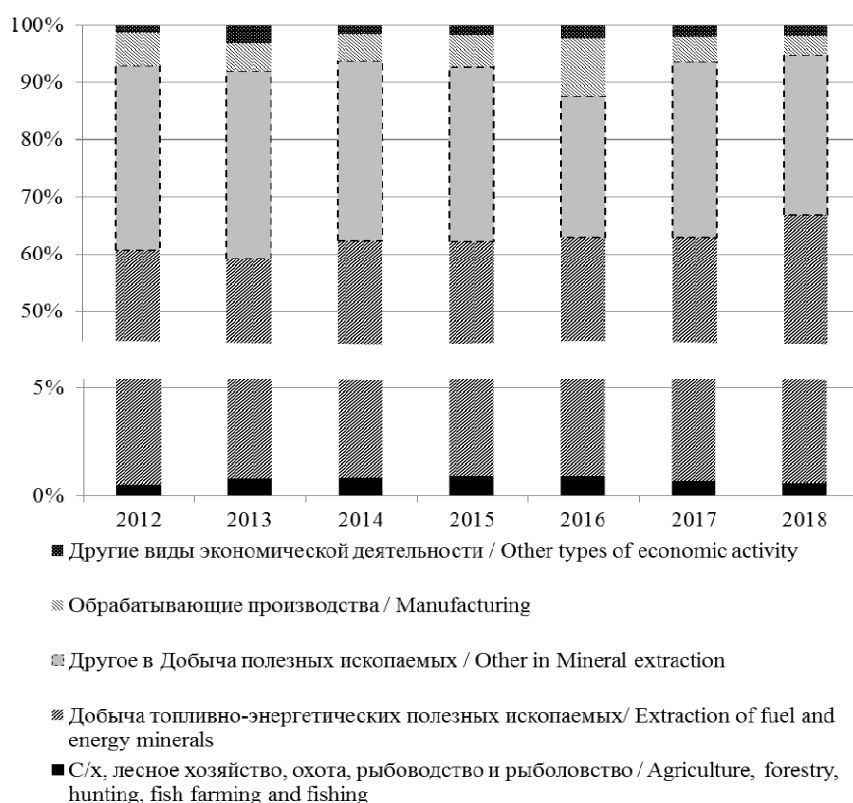


Рисунок 4. Динамика структуры образования отходов производства и потребления

Figure 4. Dynamics of the structure of production and consumption waste generation

Динамика объемов утилизации и обезвреживания отходов, образование которых связано с процессом про-

изводства и потребления, по РФ представлена в табл. 1 (по [10]).

Таблица 1. Динамика объемов утилизации и обезвреживания отходов производства и потребления в РФ
Table 1. Dynamics of volumes of utilization and neutralization of production and consumption waste in the Russian Federation

Показатель Indicator	Значение показателя / Indicator value						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
	год year	год year	год year	год year	год year	год year	год year
1. Образование отходов, всего, млн. т 1. Waste generation, total, million tons	5007,9	5152,8	5168,3	5060,2	5441,3	6220,6	7266,1
в т.ч. / including							
Образование опасных отходов, млн. т Hazardous waste generation, million tons	113,7	116,7	124,3	110,1	98,3	107,2	98,1
Удельный вес, % / Specific weight, %	2,27	2,26	2,41	2,18	1,81	1,72	1,35
2. Утилизация и обезвреживание отходов, млн. т 2. Utilization and neutralisation of waste, million tons	2348,6	2043,7	2357,2	2685,1	3243,7	3264,6	3818,4
Удельный вес, % / Specific weight, %	46,90	30,66	45,61	53,06	59,61	52,48	52,55
3. Размещение отходов производства и потребления на принадлежащих предприятию объектах, всего, млн. т 3. Placement of production and consumption waste at facilities owned by enterprise, total, million tons	2912,0	4897,7	2951,4	2333,1	2620,8	3204,5	3575,5
Удельный вес, % / Specific weight, % из них / of them	58,15	95,05	57,11	46,11	48,16	51,51	49,21
3.1. в местах хранения, млн. т 3.1. in storage places, mln tons	2109,1	4071,8	2426,2	1978,1	2105,3	2378,5	2436,2
3.2. в местах захоронения, млн. т 3.2. in burial places, million tons	777,3	814,9	524,5	354,6	503,8	826,0	1029,2

Анализ данных табл. 1 показывает, что в течение периода 2012-2018 гг. объем утилизации и обезвреживания отходов, образование которых связано с процессом производства и потребления, в РФ вырос на 1489,9 млн. т или на 63,43%, что является положительной тенденцией, т.к. за тот же период объем отходов, образование которых связано с процессом производства и потребления, вырос на 47,98%, однако доля объема их утилизации и обезвреживания хотя и растет, но медленными темпами и составляет немного выше 50%, а доля объема образуемых в процессе производства и потребления отходов, размещаемых на принадлежащих предприятию объектах, в среднем за анализируемый период составила 50%.

Анализ образования отходов производства и потребления, их утилизации и обезвреживания; размещения и захоронения на принадлежащих предприятию объектах в 2018 году в разрезе федеральных округов представлен в табл. 2 (по [11]).

Основой экономики южных регионов, в частности, Дагестана, входящего в состав Северо-Кавказского федерального округа, является садоводство, особое значение для развития которого имеет исследование окружающей среды с учетом уже появившихся и возможных в перспективе экологических проблем [12]. Ключевым фактором для обеспечения устойчивого развития того или иного региона является наличие актуальной информации об уровне загрязненности окру-

жающей среды, что позволит сформировать экологическое сознание населения и разработать план проведения природоохранных мероприятий. Анализ данных табл. 2 показывает, что доля утилизации и обезвреживания отходов, образование которых связано с процессом производства и потребления, в общем их объеме для Северо-Кавказского и Южного федеральных округов составляет только 47%, что незначительно для регионов, где основным видом экономической деятельности является сельское хозяйство. Экологическая составляющая устойчивого развития экономики предполагает, чтобы бизнес-проекты хозяйствующих субъектов были направлены, в первую очередь, на минимизацию рисков отрицательного влияния на окружающую среду [13].

Актуальность формирования низкоуглеродной экономики как важной концепции циркулярной экономики также обусловлена статистическими данными Федеральной службы государственной статистики РФ: в 2017 г. более 78% от общего объема выбросов парниковых газов пришлось на сектор «Энергетика» [14]. При этом в 2018 г. на долю возобновляемой энергетики в общем объеме генерации электроэнергии приходится только 0,24% [15], что создает барьеры для перехода к циркулярной экономике, обусловленные ограничениями для производителей реализовать принцип обеспечения экодизайна выпускаемой продукции.

Таблица 2. Анализ образования отходов производства и потребления их утилизации и обезвреживания; размещения и захоронения в 2018 году, млн. т**Table 2.** Analysis of production and consumption waste generation, disposal and disposal; placement and disposal in 2018, million tons

Федеральный округ Federal District	Образование Education	Отходы производства и потребления Production and consumption waste	
		Утилизация и обезвреживание Disposal and disposal	Размещение на принадлежащих предприятиях объектов Accommodation at the facilities owned by the enterprise
		Vсero Total	Vсero Total
РФ, всего / RF, total	7266,1	3818,4	3575,5
Центральный / Central	245,3	77,3	162,9
Северо-Кавказский / North Caucasian	3,2	1,5	2,2
Южный / South	27,8	13,0	8,1
Северо-западный / Northwestern	490,5	107,4	352,7
Приволжский / Volga	168,9	64,8	95,4
Уральский / Ural	291,1	109,4	209,1
Сибирский / Siberian	4808,8	2749,8	1998,2
Дальневосточный / Far Eastern	230,5	695,2	746,9

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Следует отметить, что в результате проведенных исследований состояния и перспектив применения ВИЭ для генерирования электроэнергии на территории Южного федерального округа (Республики Крым, Астраханской и Ростовской областей) и Северо-Кавказского федерального округа (Ставропольского края) сделан вывод о значимости возобновляемой энергетики как инструмента, обеспечивающего устойчивое развитие данных южных регионов России и способствующего улучшению их экологической обстановки [16].

Однако проведенное исследование институциональной среды, регулирующей использование ВИЭ для генерации электроэнергии в России, свидетельствует о сложности формирования модели эффективного развития возобновляемой электроэнергетики в отдельных регионах страны вследствие наличия высокого уровня концентрации производителей, участвующих в ее генерации, в частности, в генерации ветровой электроэнергии; отсутствия малого бизнеса в рамках более конкурентной солнечной энергетики, что обуславливает отставание России от стран ЕС в сфере развития наиболее перспективного направления - автономной электрогенерации с использованием ВИЭ [17]. Кроме этого, проблемы обеспечения развития ветровой и солнечной энергетики технологиями и оборудованием в основном решаются посредством зарубежных закупок, что увеличивает стоимость их эксплуатации и текущего обслуживания, уровень их ценовой неконкурентоспособности.

Другим барьером, сдерживающим процесс внедрения бизнес-моделей циркулярной экономики, состоит в наличии ограниченного доступа к финансированию банками вследствие отсутствия единой методологии оценки окупаемости, эффективности и уровня рисков, связанных с их реализацией.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показало, что для обеспечения формирования циркулярной экономики в России необходимо дальнейшее реформирование российского экологического законодательства; внедрение технологий, связанных с производством циркулярных продуктов; создание новых схем послепродажного взаимодействия производителей циркулярной продукции и их потребителей; перехода к использованию ВИЭ в производстве электроэнергии с целью уменьшения отрицательного воздействия на окружающую среду.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей 27 июля 2012 года. Будущее, которое мы выбираем. URL: <http://gbpp.org/wp-content/uploads/2014/04/N1147612.pdf> / (дата обращения: 15.02.2020)
2. Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей 25 сентября 2015 года. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. URL: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/about/development-agenda/> (дата обращения: 15.02.2020)
3. Конференция Сторон Рамочной конвенции об изменении климата. 12.12.15. URL: <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/ru/lo9r.pdf> / (дата обращения: 15.02.2020)
4. Ellen MacArthur Foundation. Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition. 2015. Available at: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/TCE_Ellen-MacArthur-Foundation_9-Dec-2015.pdf (дата обращения: 14.02.2020)
5. Кудрявцева О.В., Митенкова Е.Н. Циркулярная экономика как инструмент устойчивого развития России //

Экономическое возрождение России. 2019. N 3 (61). С. 115-126.

6. Указ Президента РФ от 30.09.2013 N 752 «О сокращении выбросов парниковых газов». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_152515/ (дата обращения: 13.02.2020)

7. Федеральный закон 21.07.2014 N 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_165823/ (дата обращения: 13.02.2020)

8. Федеральный закон от 29.12.2014 N 458-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления», отдельные законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных законодательных актов (положений законодательных актов) Российской Федерации» (последняя редакция). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_172948/ (дата обращения: 13.02.2020)

9. Указ Президента Российской Федерации от 14.01.2019 N 8 «О создании публично-правовой компании по формированию комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами «Российский экологический оператор». URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43940> (дата обращения: 17.02.2020)

10. Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт. Охрана окружающей среды. URL: http://old.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment/# (дата обращения: 17.02.2020)

11. Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт. Основные показатели охраны окружающей среды. Статистический бюллетень. URL: http://old.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1140094699578 (дата обращения: 17.02.2020)

12. Исмиханов З.Н., Абдурахманов Г.М., Гаджиев А.А., Даудова М.Г., Раджабова Р.Т., Теймуров А.А., Иванушенко Ю.Ю. Моделирование параметров социо-эколого-экономического устойчивого развития территории (на примере Унцкульского района Республики Дагестан) // Юг России: экология, развитие. 2018. Т. 13. N 1. С. 9-20. DOI: 10.18470/1992-1098-2018-1-9-20

13. Гаджиев Н.Г., Коноваленко С.А., Трофимов М.Н., Корнилов Р.А., Ахмедова Х.Г. «Экологическая экономика» – важнейшая часть идеологии Global Commons в обеспечении устойчивого социально-экономического развития общества // Юг России: экология, развитие. 2019. Т. 14. N 4. С. 17-24. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-4-17-24.

14. Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт. Выбросы парниковых газов по секторам. URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/oxrana/tab1/kl-1.xlsx (дата обращения: 13.02.2020)

15. Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт. Технологическое развитие отраслей экономики. URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/technol/5-3.xls (дата обращения: 17.02.2020)

16. Бондарчук Н.В., Титова Е.С. Перспективы возобновляемой энергетики как одного из направлений устойчивого

развития некоторых регионов Юга России // Юг России: экология, развитие. 2017. Т. 12. N 4. С. 12-31. DOI: 10.18470/1992-1098-2017-4-12-31

17. Кудрявцева О.А., Митенкова Е.Н., Маликова О.И., Головин М.С. Развитие альтернативной энергетики в России в контексте формирования модели низкоуглеродной экономики // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. 2019. N 4. С. 122-139.

REFERENCES

1. *Rezolyutsiya, prinyataya General'noi Assambleei 27 iyulya 2012 goda. Budushchee, kotoroe my vybiraem* [Resolution adopted by the UNO General Assembly on 27 July 2012. The future we choose]. Available at: <http://gbpp.org/wp-content/uploads/2014/04/N1147612.pdf> (In Russian) (accessed 15.02.2020)
2. *Rezolyutsiya, prinyataya General'noi Assambleei 25 sentyabrya 2015 goda. Preobrazovanie nashego mira: Povestka dnya v oblasti ustoichivogo razvitiya na period do 2030 goda* [Resolution adopted by the UNO General Assembly on 25 September 2015. The transformation of our world: the agenda for sustainable development for the period up to 2030]. Available at: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/about/development-agenda> (In Russian) (accessed 15.02.2020)
3. *Konferentsiya Storon Ramochnoi konventsii ob izmenenii klimata. 12.12.15* [Conference of the Parties to the Framework Convention on Climate Change. 12.12.15]. Available at: <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/rus/l09r.pdf> (accessed 15.02.2020)
4. Ellen MacArthur Foundation. Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition. 2015. Available at: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/TCE_Ellen-MacArthur-Foundation-9-Dec-2015.pdf (accessed 15.02.2020)
5. Kudryavtseva O.V., Mitenkova E.N. Circular economy: prospects for sustainable development in Russian. *Ekonomicheskie vozrozhdenie Rossii* [Economic revival of Russia]. 2019, no. 3 (61), pp. 115-126. (In Russian)
6. *Ukaz Prezidenta RF ot 30.09.2013 N 752 «O sokrashchenii vybrosov parnikovyykh gazov»* [Decree of the President of the Russian Federation N 752 of 30.09.2013 «On reducing greenhouse gas emission»]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_152515/ (In Russian) (accessed 13.02.2020)
7. *Federal'nyi zakon 21.07.2014 N 219-FZ «O vnesenii izmenenii v Federal'nyi zakon «Ob okhrane okruzhayushchei sredy» i otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossiiskoi Federatsii»* [Federal law N 219-FZ of 21.07.2014 «On amendments to the Federal law «On environmental protection» and certain legislative acts of the Russian Federation»]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_165823/ (In Russian) (accessed 13.02.2020)
8. *Federal'nyi zakon ot 29.12.2014 N 458-FZ «O vnesenii izmenenii v Federal'nyi zakon «Ob otkhodakh proizvodstva i potrebleniya», otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossiiskoi Federatsii i priznanii utrativshimi silu otdel'nykh zakonodatel'nykh aktov (polozhenii zakonodatel'nykh aktov) Rossiiskoi Federatsii» (poslednyaya redaktsiya)* [Federal law N 458-FZ of 29.12.2014 «On amendments to the Federal law "On production and consumption waste, certain legislative acts of the Russian Federation and the invalidation of certain

- legislative acts (provisions of legislative acts) of the Russian Federation» (latest version)]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_172948/. (In Russian) (accessed 13.02.2020)
9. Ukaz Prezidenta Rossiiskoi Federatsii ot 14.01.2019 N 8 «O sozdanii publichno-pravovoi kompanii po formirovaniyu kompleksnoi sistemy obrashcheniya s tverdymi kommunal'nymi otkhodami «Rossiiskii ekologicheskii operator» [Decree of the President of the Russian Federation N 8 of 14.01.2019 «On the creation of a public legal company for the formation of a comprehensive system for handling solid municipal waste "Russian environmental operator"». Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43940>. (In Russian) (accessed: 17.02.2020)
10. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki: ofitsial'nyi sait. Okhrana okruzhayushchei sredy [Federal state statistics service: official website. Environmental protection]. Available at: http://old.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment/. (In Russian) (accessed 17.02.2020)
11. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki: ofitsial'nyi sait. Osnovnye pokazateli okhrany okruzhayushchei sredy. Statisticheskii byulleten' [Federal state statistics service: official website. Main indicators of environmental protection. Statistical Bulletin]. Available at: http://old.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc/1140094699578. (In Russian) (accessed 17.02.2020)
12. Ismikhonov Z.N., Abdurakhmanov G.M., Gadzhiev A.A., Daudova G.M., Radjabova R.T., Teymurov A.A., Ivanushenko Yu.Yu. Modeling the parameters of socio-ecological and economic sustainable development of the territory (on the example of the Untskulsky district of the Republic of Dage-

- stan). *South of Russia: ecology, development*, 2018, vol. 13, no. 1, pp. 9-20. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2018-1-9-20
13. Gadzhiev N.G., Konovalenko S.A., Trofimov M.N., Kornilovich R.A., Akhmedova Kh.G. «Ecological Economy»: The Most Important Aspect of the Ideology of the Global Commons in Supporting Sustainable Socio-Economic Development. *South of Russia: ecology, development*, 2019, vol. 14, no. 4, pp. 17-24. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2019-4-17-24
14. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki: ofitsial'nyi sait. Vybrosoy parnikovykh gazov po sektoram [Federal state statistics service: official website. Greenhouse gas emissions by sector]. Available at: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/oxrana/tab1/kl-1.xlsx. (In Russian) (accessed 13.02.2020)
15. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki: ofitsial'nyi sait. Tekhnologicheskoe razvitiye otraslei ekonomiki [Federal state statistics service: official website. Technological development of sectors of the economy]. Available at: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/technol/5-3.xls (In Russian) (accessed 17.02.2020)
16. Bondarchuk N.V., Titova E.S. Renewable energy prospects as one of sustainable development direction in some south Russian regions. *South of Russia: ecology, development*, 2017, vol. 12, no. 4, pp. 12-31. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2017-4-12-31.
17. Kudryavtseva O.V., Mitenkova E.N., Malikova O.I., Golovin M.S. Development of alternative energy in Russia in the context of a low-carbon economy model. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6. Ekonomika* [Bulletin of Moscow University. Series 6. Economy]. 2019, no. 4, pp. 122-139. (In Russian)

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Назирхан Г. Гаджиев рассмотрел понятие циркулярной экономики, провел критический обзор литературы по теме статьи. Наталия А. Мурзак изучила структуру образования отходов производства. Алла Е. Митенкова провела анализ динамики и структуры образования отходов производства и потребления; обосновала необходимость перехода к использованию ВИЭ. Ольга В. Скрипкина изучила информацию об объемах утилизации и обезвреживания отходов, образование которых связано с процессом производства и потребления. Сергей А. Коноваленко изучил информацию об образовании отходов производства и потребления по видам экономической деятельности. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата и других неэтических проблем.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Nazirkhan G. Gadzhiev considered the concept of circular economy and conducted a critical review of the literature on the topic of the article. Natalia A. Murzak studied the structure of production waste generation. Alla E. Mitenkova analyzed the dynamics and the structure of waste generated by production and consumption, also justified the need for transition to renewable energy extension. Olga V. Skripkina studied information on the volume of waste disposal and disposal, the formation of which is associated with the production and consumption process. Sergey A. Konovalenko studied information on the formation of production and consumption waste by type of economic activity. All authors participated equally in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism and self-plagiarism and other ethical transgressions.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Назирхан Г. Гаджиев / Nazirkhan G. Gadzhiev <https://orcid.org/0000-0002-6321-3543>
 Наталия А. Мурзак / Natalia A. Murzak <https://orcid.org/0000-0002-1720-6633>
 Алла Е. Митенкова / Alla E. Mitenkova <https://orcid.org/0000-0001-8662-0689>
 Ольга В. Скрипкина / Olga V. Skripkina <https://orcid.org/0000-0002-7350-6614>
 Сергей А. Коноваленко / Sergey A. Konovalenko <https://orcid.org/0000-0001-9696-942X>

Original article / Оригинальная статья
 УДК 582.28 : 581.95 (470+571)
 DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-165-173

Species of *Odontia* and *Tomentella* (Thelephorales, Basidiomycota) new to Dagestan, Russia

Yuliya Yu. Ivanushenko¹ and Sergey V. Volobuev²

¹Dagestan State University, Makhachkala, Russia

²Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg, Russia

Principal contact

Sergey V. Volobuev, Candidate of Sciences (Biology), Senior Researcher, Laboratory of Systematics and Geography of Fungi, Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Sciences; 2 Professora Popova St, Saint Petersburg, Russia 197376.

Tel. +7(812)3725469

Email sergvolobuev@binran.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1217-5548>

How to cite this article

Ivanushenko Yu.Yu., Volobuev S.V. Species of *Odontia* and *Tomentella* (Thelephorales, Basidiomycota) new to Dagestan, Russia. *South of Russia: ecology, development*. 2020, vol. 15, no. 3, pp. 165-173. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-165-173

Received 27 April 2020

Revised 29 May 2020

Accepted 6 July 2020

Abstract

Aim. To obtain new data on the species diversity, phylogenetic structure, and ecological characteristics of thelephoroid fungi (Thelephorales, Basidiomycota) in the Republic of Dagestan.

Material and Methods. Both micromorphological and molecular analyses were used for studying of the fungal specimens collected by the authors in 2018-2019 in the Gunibsky and Magaramkentky Districts of Dagestan. Additional specimens from the Mycological Herbarium of the Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences (LE) were studied. The ITS region of nrDNA was amplified with two pairs of primers, ITS1F/ITS4 and ITS5/ITS4.

Results. Sixteen ITS sequences belonging to eight species were obtained from the studied material. Of them, 14 sequences clustered in the *Tomentella* clade and two sequences nested within the *Odontia* clade. Four species – *Odontia duemmeri*, *Tomentella lapida*, *T. radiosa*, *T. terrestris* – were registered for the first time for Dagestan. Detailed information on the specimens studied is presented. Species identification of *Odontia fibrosa*, *Tomentella badia*, *T. ferruginea*, and *T. stiposa* was confirmed by ITS nrDNA analysis.

Conclusion. Data on the species richness of the genera *Odontia* and *Tomentella* in Dagestan is updated, and the species *T. lilacinogrisea* is excluded from the regional flora. To date the genera *Odontia* and *Tomentella* in the Republic of Dagestan are represented by three and fifteen species, respectively.

Key Words

Biodiversity, basidiomycetes, distribution of fungi, ITS phylogeny, DNA barcodes, *Tomentella*, Dagestan, Caucasus.

Новые для Дагестана виды родов *Odontia* и *Tomentella* (Thelephorales, Basidiomycota)

Юлия Ю. Иванушенко¹, Сергей В. Волобуев²

¹Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

²Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

Контактное лицо

Сергей В. Волобуев, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории систематики и географии грибов, Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН; 197376 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 2. Тел. +7(812)3725469
Email sergvolobuev@binran.ru
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1217-5548>

Формат цитирования

Иванушенко Ю.Ю., Волобуев С.В. Новые для Дагестана виды родов *Odontia* и *Tomentella* (Thelephorales, Basidiomycota) // Юг России: экология, развитие. 2020. Т. 15, N 3. С. 165-173. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-165-173

Получена 27 апреля 2020 г.

Прошла рецензирование 29 мая 2020 г.

Принята 6 июля 2020 г.

Резюме

Цель. Получить новые данные о видовом разнообразии, филогенетической структуре и экологических характеристиках телефоровых грибов (Thelephorales, Basidiomycota) Республики Дагестан.

Материал и методы. В работе были использованы микроморфологический и молекулярный анализы для изучения образцов грибов, собранных авторами в 2018-2019 гг. в Гүнибском и Магарамкентском районах Дагестана. Были изучены дополнительные образцы из микологического гербария Ботанического института им. В.Л. Комарова Российской академии наук (LE). Участок внутреннего транскрибируемого спейсера (ITS) ярдНК был амплифицирован для исследованных образцов с использованием двух пар праймеров, ITS1F / ITS4 и ITS5 / ITS4.

Результаты. Впервые получены 16 ITS последовательностей, которые отнесены к восьми видам грибов. 14 нуклеотидных последовательностей оказались в пределах клады, сформированной видами рода *Tomentella*, а две других последовательности вошли в кладу, образованную видами рода *Odontia*. Четыре вида – *Odontia duemmeri*, *Tomentella lapida*, *T. radiosa*, *T. terrestris* – впервые отмечены в Дагестане. Находки видов *Odontia fibrosa*, *Tomentella badia*, *T. ferruginea*, *T. stuposa*, ранее известных для Дагестана, подтверждены на основе анализа ITS области ярдНК.

Заключение. Обновлено данные о видовом богатстве родов *Odontia* и *Tomentella* в Дагестане, при этом вид *T. lilacinogrisea* исключен из региональной микобиоты. К настоящему времени роды *Odontia* и *Tomentella* в Республике Дагестан представлены 3 и 15 видами соответственно.

Ключевые слова

Биоразнообразие, базидиомицеты, распространение грибов, ITS-филогения, ДНК-штрихкодирование, *Tomentella*, Дагестан, Кавказ.

INTRODUCTION

Despite rather detailed scientific research on the flora and fauna of Dagestan, mycological studies have not been given due attention; they have been episodic and unsystematic in nature. In general, the data on the diversity of aphyllorhizoid fungi are available for the protected natural territories [1-4]. This publication continues the series of works devoted to the inventory of species diversity and ecological characteristics of aphyllorhizoid fungi in Dagestan [2-8], in particular of the genera *Odontia* and *Tomentella* [9].

To date fifteen species of the genus *Tomentella* s. lato are known for mycobiota of Dagestan: *Tomentella atramentaria*, *T. badia*, *T. bryophila*, *T. cinerascens*, *T. crinalis* (= *Odontia ferruginea*), *T. ellisii*, *T. ferruginea*, *T. fibrosa* (= *Odontia fibrosa*), *T. lateritia*, *T. lilacinogrisea*, *T. pilosa*, *T. punicea*, *T. stiposa*, *T. subtestacea*, and *T. umbrinospora* [7-10].

Taking into account the widespread use of molecular techniques in mycology both to describe new taxa and to study the modern species composition of regional mycobiotas, we carried out a comparative study of the internal transcribed spacer (ITS) region of the nuclear ribosomal DNA (nrDNA) from the specimens of the genera *Odontia* and *Tomentella*, which allowed us to identify species new to Dagestan.

The aim of the study was to obtain new data on the species diversity, phylogenetic structure, and ecological characteristics of telephoroid fungi (Thelephorales, Basidiomycota) in Dagestan.

MATERIAL AND METHODS

Specimens of basidiomycetes were collected during a routine survey of forest ecosystems in the Gunibsky and Magaramkentsky Districts of the Republic of Dagestan

within the protected areas: the Upper Gunib Nature Park and the Samursky National Park in May and September-October 2018-2019. Additionally, specimens stored in the Mycological Herbarium of the Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences (LE) were studied. Microscopy-based identification of fungi as well as re-examination of herbarium specimens was done at magnifications up to $\times 1000$ using LOMO Mikmed-6 optical microscope, Carl Zeiss Axiolmager A1 microscope and a standard set of reagents (5% potassium hydroxide solution, Melzer's reagent).

DNA was extracted from small pieces of dried basidiocarps using the FitoSORB DNA extraction kit (Syntol, Russia) according to the manufacturer's instructions. PCR reactions were performed in 25 μ L of reaction mixtures containing 5 μ L of Fidelity Buffer (5X), 0.5 μ L of KAPA HiFi HotStart DNA Polymerase, 0.75 μ L of dNTPs, 0.5 μ L of each PCR primer, 12.75 μ L of deionized H₂O, and 5 μ L of template DNA. The ribosomal ITS1–5.8S–ITS2 region was amplified with two pairs of the primers: ITS1F and ITS4 or ITS5 and ITS4 [11; 12]. PCR products were visualized using agarose gel electrophoresis and GelRed staining, and subsequently purified with the Fermentas Genomic DNA Purification Kit (Thermo Fisher Scientific, Lithuania). Purified PCR products were sequenced on an ABI model 3130 Genetic Analyzer (Applied Biosystems, CA, USA). Raw data were edited and assembled in MEGA 6 [13]. Newly generated sequences were deposited in the GenBank. Additionally, 46 ITS sequences were retrieved from GenBank [14] and UNITE [15] (Table 1). Sequences were aligned with the MAFFT version 7 web tool [16; 17] using the E-INS-1 option. Maximum Likelihood (ML) analysis was performed in the IQ-TREE Web Server [18] with 1000 ultrafast bootstrap replicates.

Table 1. Specimens and sequences used in this study

Таблица 1. Образцы и нуклеотидные последовательности, использованные в данном исследовании

Species	GenBank / UNITE accessions	Specimen voucher	Origin
<i>Odontia duemmeri</i>	UDB011121	KHL10605	Jamaica
<i>Odontia duemmeri</i>	UDB018552	TU115185	Mexico: Municipality of Lazaro Cardenas
<i>Odontia duemmeri</i>	UDB033701	TU115587	Germany: Bavaria
<i>Odontia duemmeri</i>	MT981503	LE 314777	Russia: Dagestan
<i>Odontia ferruginea</i>	UDB032228	TU111186	Estonia
<i>Odontia fibrosa</i>	MK602775	TU115028	China
<i>Odontia fibrosa</i>	MT981502	LE F-332368	Russia: Dagestan
<i>Thelephora terrestris</i>	AF272921	JS17996 (O)	Unspecified
<i>Thelephora terrestris</i>	AF272923 / UDB000215	TAA162083	Estonia
<i>Tomentella alpina</i>	EF655702	IB20060231 (holotype)	Austria
<i>Tomentella atramentaria</i>	AF272904	TAA149211	Unspecified
<i>Tomentella atramentaria</i>	EF644115	IB2004189	Austria
<i>Tomentella atramentaria</i>	KT353045	GO-2009-248	Mexico: Mexico State
<i>Tomentella badia</i>	AF272917 / UDB000239	TAA164600	Estonia
<i>Tomentella badia</i>	AF272937 / UDB000238	TAA159022	Russia
<i>Tomentella badia</i>	KJ140664	CFMR:DLL2011-166	United States: central Wisconsin
<i>Tomentella badia</i>	UDB000961	NF.S103 (O)	Norway
<i>Tomentella badia</i>	MT981507	LE 299095	Russia: Kaluga Region
<i>Tomentella badia</i>	MT981508	LE 299096	Russia: Kaluga Region

<i>Tomentella badia</i>	MT981506	LE 313862	Russia: Lipetsk Region
<i>Tomentella badia</i>	MT981495	LE 314772	Russia: Dagestan
<i>Tomentella badia</i>	MT981499	LE 314775	Russia: Dagestan
<i>Tomentella cinerascens</i>	UDB003309	TU100735	Finland
<i>Tomentella cinerascens</i>	UDB016193	TU108037	Estonia
<i>Tomentella cinerascens</i>	UDB016498	TU111378	Italy
<i>Tomentella crinalis</i>	UDB032224	TU105627	Estonia
<i>Tomentella ellisii</i>	UDB011603	TU115347	Finland
<i>Tomentella ellisii</i>	UDB000226	TU123494	Germany
<i>Tomentella ferruginea</i>	AF272909	TAAM166877	Estonia
<i>Tomentella ferruginea</i>	MH310801	SS367B	Unspecified
<i>Tomentella ferruginea</i>	MT981504	LE 314778	Russia: Dagestan
<i>Tomentella ferruginea</i>	MT981501	LE F-332319	Russia: Dagestan
<i>Tomentella fuscocinerea</i>	DQ974776	src813	United States
<i>Tomentella fuscocinerea</i>	GU214810	TU108229	Iran
<i>Tomentella globosa</i>	MG136838	Yuan11618	Finland
<i>Tomentella globosa</i>	MG136839	Yuan11603	Finland
<i>Tomentella lammiensis</i>	MG136840	Yuan11617	Finland
<i>Tomentella lammiensis</i>	MG136841	Yuan11597	Finland
<i>Tomentella lapida</i>	UDB003322	TU100884	France: Vaucluse
<i>Tomentella lapida</i>	UDB016346	TU115491	Estonia
<i>Tomentella lapida</i>	UDB016370	TU115604	Estonia
<i>Tomentella lapida</i>	MT981496	LE F-332369	Russia: Dagestan
<i>Tomentella lilacinogrisea</i>	AF272910	TAA159499	Unspecified
<i>Tomentella lilacinogrisea</i>	UDB016500	TU111381	Italy
<i>Tomentella lilacinogrisea</i>	UDB018468	TU108189	Estonia
<i>Tomentella longisterigmata</i>	MG136836	Yuan11610, holotype	Finland
<i>Tomentella longisterigmata</i>	MG136837	Yuan11602	Finland
<i>Tomentella radiosa</i>	MT981500	LE 314776	Russia: Dagestan
<i>Tomentella ramosissima</i>	U83480	LT19, Bruns Herbarium, UCB	United States
<i>Tomentella</i> sp.	UDB018564	TAAM150657	Estonia
<i>Tomentella</i> sp.	UDB025528	TU116751	Morocco: Douar Tala Atia
<i>Tomentella stiposa</i>	AF272944	JS20510 (O)	Unspecified
<i>Tomentella stiposa</i>	UDB000247	TAAM159822	Sweden
<i>Tomentella stiposa</i>	MT981509	LE 286822	Russia: Oryol Region
<i>Tomentella stiposa</i>	MT981505	LE 292220	Russia: Oryol Region
<i>Tomentella stiposa</i>	MT981498	LE 314774	Russia: Dagestan
<i>Tomentella stiposa</i>	MT981510	LE 314779	Russia: Dagestan
<i>Tomentella terrestris</i>	AF272911 /	TAA159557	Estonia
<i>Tomentella terrestris</i>	UDB000221		
<i>Tomentella terrestris</i>	UDB003315	TU100886	France: Vaucluse
<i>Tomentella terrestris</i>	MT981497	LE 314773	Russia: Dagestan

RESULTS AND DISCUSSION

The ITS dataset includes 16 newly generated sequences and 46 sequences of 19 species downloaded from public databases (GenBank, UNITE). The genus *Odontia* was used as an outgroup. The final ITS alignment contained 858 positions (including gaps). The ML tree is shown in Fig. 1. Our 16 sequenced specimens appeared in eight separate well-supported clades, which correspond to different species. Among them, 14 sequences clustered in the clade comprised of *Tomentella* species and two sequences nested within the *Odontia* clade.

The ITS nrDNA analysis confirmed the microscopy-based taxonomic assignment of the specimens from the Republic of Dagestan belonging to three species from the genus *Tomentella* (*T. badia*, *T. ferruginea*, *T. stiposa*) and one species from the genus *Odontia* (*O. fibrosa*) [7-10].

The first finding of *Tomentella badia* from Dagestan was recorded on a fallen trunk of *Juniperus oblonga* from the Gunib Plateau (Gunibsky District) as a result of the special study of juniper-associated aphyllorhizoid fungi [7].

This fungus was also collected from fallen trunks of *Betula* sp. in the same area by Sergey Volobuev and Aziz Ismailov in October 2018 and these specimens (LE 314772, LE 314775) were sequenced now (Table 1).

The species *Tomentella ferruginea* was registered for Dagestan based on four specimens mentioned by U. Kõljalg [10], one specimen (LE F-332319) from the Samursky National Park (Magaramkentsky District) [8], and the specimen from the Gunib Plateau (Gunibsky District) collected from a fallen trunk of *Betula* sp. by Yuliya Ivanushenko in May 2019 (LE 314778). The last two specimens mentioned were sequenced in this study.

T. stiposa, one of the most common species of the genus *Tomentella*, was reported for Dagestan [10], but the specimens from the Gunib Plateau (Gunibsky District) collected from fallen trunks of *Betula* sp. by Sergey Volobuev and Aziz Ismailov in October 2018 (LE 314774, LE 314779) were sequenced and included in the phylogenetic analysis for the first time (Table 1, Fig. 1).

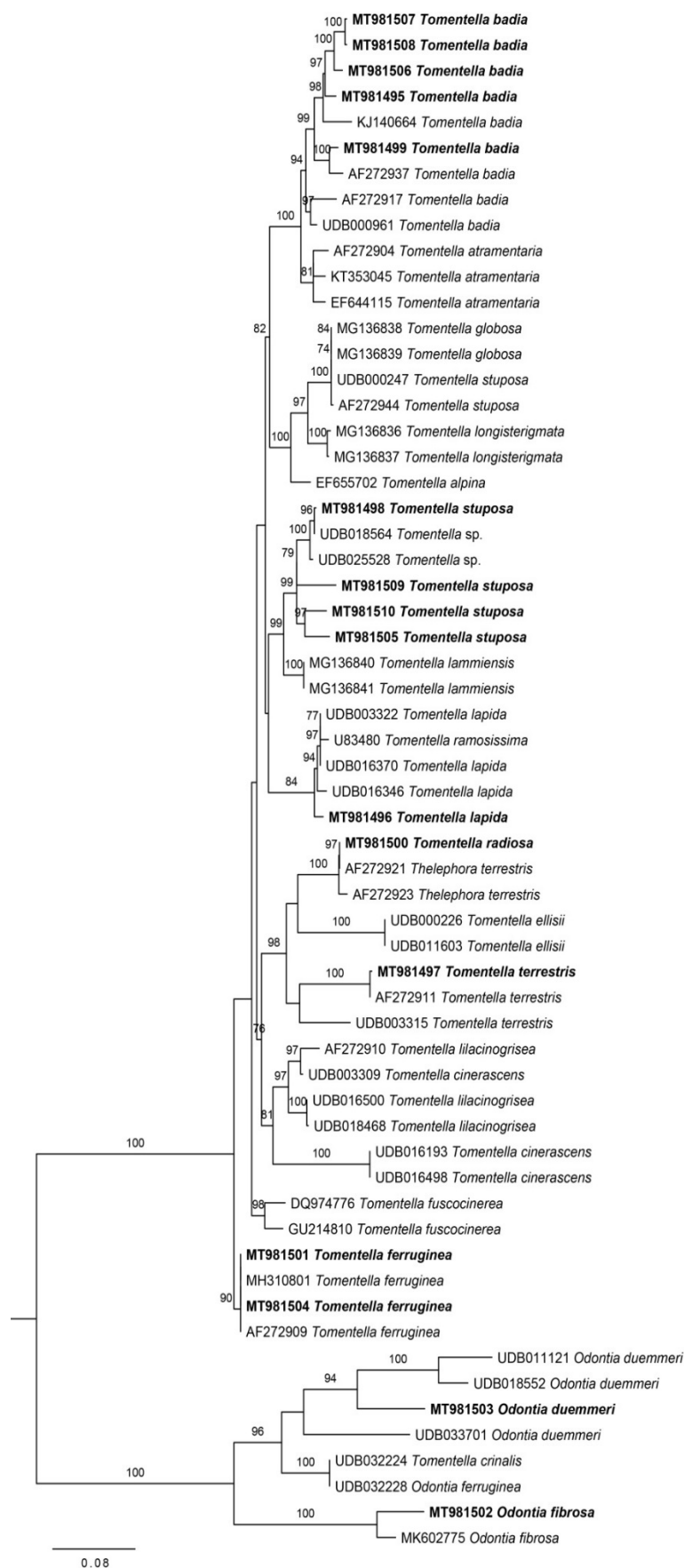


Figure 1. The Maximum Likelihood tree illustrating the phylogeny of *Odontia* and *Tomentella* species, based on ITS sequence dataset. Ultrafast bootstrap values (%) not less than 70 are shown above the branches. Sequence accession numbers (GenBank or UNITE) of selected species are indicated before species names. The bold font shows the names of the sequences obtained in this study

Рисунок 1. Дерево, построенное методом максимального правдоподобия и иллюстрирующее филогению видов *Odontia* и *Tomentella*, на основе ITS-последовательностей. Значения ultrafast bootstrap (не менее 70%) показаны над ветвями. Номера последовательностей (в базах данных GenBank или UNITE) отобранных таксонов указаны перед видовыми названиями. Жирным шрифтом выделены названия нуклеотидных последовательностей, полученных в данном исследовании

The newly generated ITS sequence of *Odontia fibrosa* was obtained (Table 1) for the specimen from the Samursky National Park (Magaramkentsky District) [8], which is the second finding of the species besides the record in the Upper Gunib Nature Park (Gunibsky District) [9].

At the same time, four other species are new to Dagestan – *Odontia duemmeri*, *Tomentella lapida*, *T. radiosa*, and *T. terrestris*. Detailed annotations for specimens of these species and some taxonomic and distributional remarks are presented below.

Odontia duemmeri (Wakef.) Køljalg

Specimen examined: Russia, Republic of Dagestan, Gunibsky District, Gunib Plateau, 42.400873° N, 46.910158°

E, 1905 m a.s.l., herb-rich birch forest, on fallen trunk of *Betula* sp. (LE 314777), 1 October 2019, coll. and det. Sergey V. Volobuev and Yuliya Yu. Ivanushenko.

The second species of the *Odontia* genus, followed by *O. fibrosa* [9], which is reported for Dagestan. As stable isotope analyses showed, all representatives of *Odontia* possess a non-ectomycorrhizal lifestyle, but their nutrition differs from typical xylotrophic basidiomycetous fungi [19]. Micromorphology of *O. duemmeri* is carefully described and illustrated by E. Martini [20]. This species occurs both on deciduous (*Quercus robur*) and coniferous (*Juniperus communis*) trees, but it was not previously collected from the wood of birch. Our finding (Fig. 2) is the first one of the species on the Caucasus.

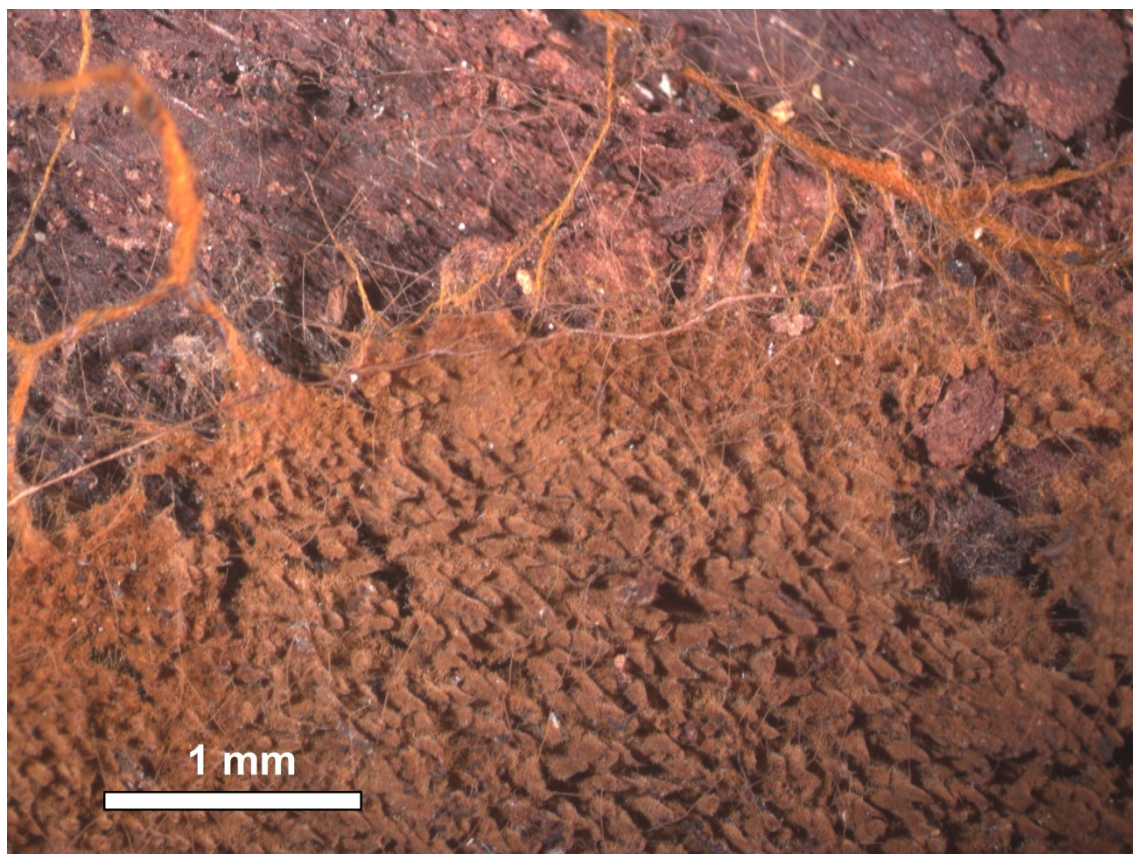


Figure 2. Basidiocarp of *Odontia duemmeri* (LE 314777): details of hymenophore with rhizomorphs

Рисунок 2. Плодовое тело *Odontia duemmeri* (LE 314777): внешний вид гименофора с ризоморфами

Tomentella lapida (Pers.) Stalpers

Specimen examined: Russia, Republic of Dagestan, Magaramkentsky district, Samursky National Park, 41.845944° N, 48.560056° E, –9 m a.s.l., herb-rich mixed forest dominated by *Carpinus betulus* and *Quercus robur* subsp. *pedunculiflora*, on fallen trunk of *Crataegus* sp. (LE F-332369), 5 October 2019, coll. and det. Sergey V. Volobuev.

This is a common species with a worldwide distribution. *T. lapida* is close to *T. stuposa* (Fig. 1), but it differs distinctly from the latter in its encrusted subicular hyphae and smaller basidiospores. At the same time, it was noted previously [10] that *T. lapida* is also close to *T. lilacinogrisea*. Apparently, the similarities in the incrustation of thick-walled and brown subicular hyphae as well as shape of basidiospores, which can be slightly globose in frontal

and lateral face in both species, were taken into account. The main differences between *T. lapida* and *T. lilacinogrisea* are in the size of spores (6–7 µm in *T. lilacinogrisea* and 7.5–9.5 µm in *T. lapida*) and the diameter of subicular hyphae. Our specimen (LE F-332369) has a smaller size of spores (6.5–7(7.5) µm). In a previous microscopic study [8], the specimen was incorrectly identified as *T. lilacinogrisea*. Based on the molecular analysis and additional examination of the micromorphology, the specimen was re-determined as *T. lapida*. The species was known previously in the Caucasus from Russia (Krasnodar Territory) and Armenia [10].

Tomentella radiosa (P. Karst.) Rick

Specimen examined: Russia, Republic of Dagestan, Gunibsky District, Gunib Plateau, 42.392758° N, 46.935123°

E, 1573 m a.s.l., herb-rich pine-dominated forest with birch and hornbeam, on fallen trunk of *Betula* sp. (LE 314776), 30 September 2019, coll. and det. Sergey V. Volobuev.

A widespread species in the Caucasus, in particular, in its north-western part (Karachay-Cherkessia Republic, Krasnodar Territory) and Transcaucasia (Armenia, Azerbaijan, Georgia) [10]. This species grouped together with sequences of *Thelephora terrestris* Ehrh. in our phylogenetic tree (Fig. 1) that supports the nomenclature combination of *Thelephora terrestris* f. *radiosa* (P. Karst.) Zmitr. [21] for this taxon.

Tomentella terrestris (Berk. et Broome) M.J. Larsen Specimens examined: Russia, Republic of Dagestan, Gunibsky District, Gunib Plateau, 42.409078° N, 46.901189° E, 1959 m a.s.l., herb-mosses pine forest, on fallen trunks of *Betula* sp. (LE 314790) and *Pinus kochiana* (LE 314791), 4 October 2018, coll. and det. Sergey V. Volobuev; 42.407591° N, 46.903117° E, 1920 m a.s.l., herb-mosses pine forest, on fallen trunk of *Pinus kochiana* (LE 314773), 6 October 2018, coll. Sergey V. Volobuev and Aziz B. Ismailov, det. Sergey V. Volobuev and Yuliya Yu. Ivanushenko; 42.396977° N, 46.922749° E, 1663 m a.s.l., herb-mosses pine-dominated forest with birch, on fallen trunk of *Pinus kochiana* (LE 314792) and on soil at the base of *Pinus kochiana* trunk (LE 314793), 28 September 2019, coll. and det. Sergey V. Volobuev and Yuliya Yu. Ivanushenko.

This is a remarkable species in the genus *Tomentella* due to the size of its basidia, which are up to 15–20 µm in diameter. This species is widely distributed in the Caucasus and is known from Russia (Karachay-Cherkessia Republic, Krasnodar Territory) and Azerbaijan [10]. The basidiocarps of *T. terrestris* were found during this study not only on well-decayed wood but also on soil.

CONCLUSION

Based on morphological and molecular evidence, four species of thelephoroid basidiomycetes – *Odontia duemmeri*, *Tomentella lapida*, *T. radiosa*, *T. terrestris* – were recorded for the first time to Dagestan. The data on the species richness of the genera *Odontia* and *Tomentella* in this region are updated and the species *T. lilacinogrisea* is excluded from the regional funga. Currently, the genera *Odontia* and *Tomentella* in the Republic of Dagestan are represented by three and fifteen species, respectively.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was funded by the RFBR according to research project №19-34-50111. The research was done using the equipment of the Core Facility Centre, Cell and Molecular Technologies in Plant Science at the Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Sciences (St-Petersburg, Russia).

Morphological studies of LE specimens were carried out within the framework of the research project of the Komarov Botanical Institute RAS, Herbarium Funds of the BIN RAS (History, Conservation, Study and Supplementation) (AAAA-A18-118022090078-2).

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при поддержке РФФИ в рамках научного проекта №19-34-50111 с использованием оборудования ЦКП «Клеточные и молекулярные технологии изучения растений и грибов» Ботанического ин-

ститута им. В.Л. Комарова РАН (Санкт-Петербург). Морфологическое изучение образцов из гербария LE проведено в рамках госзадания БИН РАН по теме «Гербарные фонды БИН РАН: история, сохранение, изучение и пополнение» (AAAA-A18-118022090078-2).

REFERENCES

1. Ivanushenko Yu.Yu. [The history of the study of afilloroid fungi in the Republic of Dagestan]. In: *Universitetskaya ekologiya* [University Ecology]. Makhachkala, IAE Publ., 2019, pp. 16–18. (In Russian)
2. Bagdasarova A.F. [Fungi of liana forest in the Samur River Delta]. In: *Botanika, fiziologiya rasteniy i rastenievodstva* [Botany, physiology of plants and plant growing]. Makhachkala, 1965, pp. 64–70. (In Russian)
3. Ghobad-Nejhad M., Hallenberg N., Parmasto E., Kotiranta H. A first annotated checklist of corticioid and polypore basidiomycetes of the Caucasus region. *Mycologia Balcanica*, 2009, vol. 6, iss. 3, pp. 123–168. DOI: 10.5281/zenodo.2550071
4. Viner I.A. [New records of polypores and corticioid fungi in Dagestan]. In: *Trudy gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika "Dagestanskii"* [Proceedings of "Dagestanskii" State Nature Reserve]. Makhachkala, 2017, vol. 13, pp. 13–19. (In Russian)
5. Volobuev S.V., Ivanushenko Yu.Yu., Ismailov A.B. *Auriporia aurulenta* – kandidat v Krasnuyu knigu Respubliki Dagestan [*Auriporia aurulenta* – a proposal to the Red Data Book of the Republic of Dagestan]. *Materialy Mezhdunarodnoi konferentsii "Flora i zapovednoe delo na Kavkaze: istoriya i sovremennoe sostoyanie izuchennosti"*, Pyatigorsk, 2019 [Materials of the International Conference "Flora and reserved matter in the Caucasus: history and current state of knowledge", Pyatigorsk, 2019]. Pyatigorsk, 2019, pp. 32–33. (In Russian)
6. Ivanushenko Yu.Yu., Ismailov A.B., Volobuev S.V. Pervye svedeniya o trutovykh gribakh plato Gunib (Respublika Dagestan) [First data on polypores of the Gunib Plateau (the Republic of Dagestan)]. *Materialy XXI Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii "Biologicheskoe raznoobrazie Kavkaza i yuga Rossii"*, Magas, 2019 [Materials of the XXI International Scientific Conference "Biological Diversity of the Caucasus and the South of Russia", Magas, 2019]. Magas, 2019, pp. 163–166. (In Russian)
7. Volobuev S.V., Ivanushenko Yu.Yu. Aphyllophoroid fungi (Basidiomycota) on juniper on the Gunib Plateau, inner-mountain Dagestan. *Czech Mycology*, 2020, vol. 72, iss. 1, pp. 83–93. DOI: 10.33585/cmy.72106
8. Volobuev S.V. Aphyllophoroid fungi of the "Samurskiy" national park (Dagestan). *Mikologiya i fitopatologiya*, 2020, vol. 54, no. 4, pp. 235–243. DOI: 10.31857/S002636482004011X
9. Volobuev S.V., Ivanushenko Y.Yu., Ismailov A.B. New for Dagestan species of *Tomentella* (Thelephorales, Basidiomycota). *South of Russia: ecology, development*, 2019, vol. 14, no. 2, pp. 172–179. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2019-2-172-179
10. Kõljalg U. *Tomentella* (Basidiomycota) and related genera in temperate Eurasia. *Fungiflora*, Oslo, 1996.
11. White T.J., Bruns T., Lee S., Taylor J. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: *PCR protocols: a guide to methods and applications*. San Diego, Academic Press, 1990, pp. 315–322.

12. Gardes M., Bruns T.D. ITS primers with enhanced specificity for Basidiomycetes: application to the identification of mycorrhizae and rusts, *Mol Ecol.*, 1993, vol. 2, pp. 113-118.
 13. Tamura K., Stecher G., Peterson D., Filipski A., Kumar S. MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0. *Molecular Biology and Evolution*, 2013, vol. 30, iss. 12, pp. 2725-2729. DOI: 10.1093/molbev/mst197
 14. GenBank. Available at: www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/ (accessed 20.04.2020)
 15. UNITE. Available at: <https://unite.ut.ee/index.php> (accessed 20.04.2020)
 16. Katoh K., Rozewicki J., Yamada K.D. MAFFT online service: multiple sequence alignment, interactive sequence choice and visualization. *Briefings in Bioinformatics*, 2019, vol. 20, pp. 1160-1166. DOI: 10.1093/bib/bbx108
 17. MAFFT version 7. Available at: <http://mafft.cbrc.jp/alignment/server/> (accessed 20.04.2020)
 18. Trifinopoulos J., Nguyen L.T., von Haeseler A., Minh B.Q. W-IQ-TREE: a fast online phylogenetic tool for maximum likelihood analysis. *Nucleic Acids Research*, 2016, vol. 44, iss. W1, pp. W232-W235. DOI: 10.1093/nar/gkw256
 19. Tedersoo L., Harend H., Buegger F., Pritsch K., Saar I., Kõljalg U. Stable isotope analysis, field observations and synthesis experiments suggest that *Odontia* is a non-mycorrhizal sister genus of *Tomentella* and *Thelephora*. *Fungal Ecology*, 2014, vol. 11, pp. 80-90. DOI: 10.1016/j.funeco.2014.04.006
 20. Martini E. *Odontia duemmeri* (Wakef.) Kõljalg. Excerpts from Crusts & Jells., iss. 123. pp. 1-8.
 21. Zmitrovich I.V., Stolyarskaya M.V., Kalinovskaya N.I., Popov E.S., Myasnikov A.G., Morozova O.V., Volobuev S.V., Bolshakov S.Yu., Svetasheva T.Yu., Bondartseva M.A., Kovalenko A.E. *Makromitsety Nizhne-Svirskogo zapovednika (annotirovannyi spisok vidov)* [Macromycetes of Nizhne-Svirsky Reserve (annotated checklist)]. Saint Petersburg, "Svoye izdatel'stvo" Publ., 2015, 185 p. (In Russian)
- БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**
1. Иванушенко Ю.Ю. История изучения афиллофороидных грибов в Республике Дагестан // Университетская экология. Сборник научных трудов. Махачкала: Типография ИПЭ, 2019. С. 16-18.
 2. Багдасарова А.Ф. Грибы лианового леса дельты реки Самур // Ботаника, физиология растений и растениеводства. Махачкала: Даг. кн. изд., 1965. С. 64-70.
 3. Ghobad-Nejhad M., Hallenberg N., Parmasto E., Kotiranta H. A first annotated checklist of corticioid and polypore basidiomycetes of the Caucasus region // *Mycologia Balcanica*. 2009. V. 6. Iss. 3. P. 123-168. DOI: 10.5281/zenodo.2550071
 4. Винер И.А. Новые находки трутовых и кортициоидных грибов в Дагестане // Труды государственного природного заповедника «Дагестанский». Махачкала: Алеф, 2017. Вып. 13. С. 13-19.
 5. Волобуев С.В., Иванушенко Ю.Ю., Исмаилов А.Б. *Auriporia aurulenta* – кандидат в Красную книгу Республики Дагестан // Материалы Международной конференции «Флора и заповедное дело на Кавказе: история и современное состояние изученности», Пятигорск, 2019. С. 32-33.
 6. Иванушенко Ю.Ю., Исмаилов А.Б., Волобуев С.В. Первые сведения о трутовых грибах плато Гуниб (Республика Дагестан) // Материалы XXI Международной научной конференции «Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России», Магас, 2019. С. 163-166.
 7. Volobuev S.V., Ivanushenko Yu.Yu. Aphyllophoroid fungi (Basidiomycota) on juniper on the Gunib Plateau, inner-mountain Dagestan // *Czech Mycology*. 2020. V. 72. Iss. 1. P. 83-93. DOI: 10.33585/cmy.72106
 8. Volobuev S.V. Aphyllophoroid fungi of the "Samurskiy" national park (Dagestan) // *Mikologiya i fitopatologiya*. 2020. V. 54. N 4. P. 235-243. DOI: 10.31857/S002636482004011X
 9. Волобуев С.В., Иванушенко Ю.Ю., Исмаилов А.Б. Новые для Дагестана виды рода *Tomentella* (Thelephorales, Basidiomycota) // Юг России: экология, развитие. 2019. Т. 14. N 2. С. 172-179. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-2-172-179
 10. Kõljalg U. *Tomentella* (Basidiomycota) and related genera in temperate Eurasia. *Fungiflora*, Oslo, 1996.
 11. White T.J., Bruns T., Lee S., Taylor J. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: PCR protocols: a guide to methods and applications. San Diego: Academic Press. 1990. P. 315-322.
 12. Gardes M., Bruns T.D. ITS primers with enhanced specificity for Basidiomycetes: application to the identification of mycorrhizae and rusts // *Mol Ecol*. 1993. V. 2. P. 113-118.
 13. Tamura K., Stecher G., Peterson D., Filipski A., Kumar S. MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0. // *Molecular Biology and Evolution*. 2013. V. 30. Iss. 12. P. 2725-2729. DOI: 10.1093/molbev/mst197
 14. GenBank. URL: www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/ (дата обращения 20.04.2020)
 15. UNITE. URL: <https://unite.ut.ee/index.php> (дата обращения 20.04.2020)
 16. Katoh K., Rozewicki J., Yamada K.D. MAFFT online service: multiple sequence alignment, interactive sequence choice and visualization // *Briefings in Bioinformatics*. 2019. V. 20. P. 1160-1166. DOI: 10.1093/bib/bbx108
 17. MAFFT version 7. URL: <http://mafft.cbrc.jp/alignment/server/> (дата обращения 20.04.2020)
 18. Trifinopoulos J., Nguyen L.T., von Haeseler A., Minh B.Q. W-IQ-TREE: a fast online phylogenetic tool for maximum likelihood analysis // *Nucleic Acids Research*. 2016. V. 44. Iss. W1. P. W232-W235. DOI: 10.1093/nar/gkw256
 19. Tedersoo L., Harend H., Buegger F., Pritsch K., Saar I., Kõljalg U. Stable isotope analysis, field observations and synthesis experiments suggest that *Odontia* is a non-mycorrhizal sister genus of *Tomentella* and *Thelephora* // *Fungal Ecology*. 2014. V. 11. P. 80-90. DOI: 10.1016/j.funeco.2014.04.006
 20. Martini E. *Odontia duemmeri* (Wakef.) Kõljalg // Excerpts from Crusts & Jells. Iss. 123. P. 1-8.
 21. Змитрович И.В., Столярская М.В., Калиновская Н.И., Попов Е.С., Мясников А.Г., Морозова О.В., Волобуев С.В., Большаков С.Ю., Светашева Т.Ю., Бондарцева М.А., Коваленко А.Е. Макромицеты Нижне-Сви́рского заповедника (аннотированный список видов) / Под ред. М. В. Столярской. СПб.: ООО «Свое издательство», 2015. 185 с.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Both authors participated in the collection, morphological and molecular studies of the research materials, as well as in the preparation of the manuscript. Authors are equally responsible for plagiarism and self-plagiarism and other ethical transgressions.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Оба автора осуществляли сбор, морфологическое и молекулярное изучение материала, написание текста рукописи. Авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата и других неэтических проблем.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ORCID

Yuliya Yu. Ivanushenko / Юлия Ю. Иванушенко <https://orcid.org/0000-0003-0197-4176>

Sergey V. Volobuev / Сергей В. Волобуев <https://orcid.org/0000-0003-1217-5548>

Оригинальная статья / Original article
УДК 913, 911.9
DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-174-180

Использование ландшафтного подхода при определении границ охраняемой территории кластера «Синташты» заповедника «Аркаим»

Анна Л. Плаксина, Полина К. Задорина

Челябинский государственный университет, Челябинск, Россия

Контактное лицо

Анна Л. Плаксина, старший преподаватель, кафедра геоэкологии и природопользования, ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет»; Россия, 454001, г. Челябинск, ул. Братьев Кашириных, 129. Тел. +79058338072
Email vita_avis@mail.ru
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4894-7407>

Формат цитирования

Плаксина А.Л., Задорина П.К. Использование ландшафтного подхода при определении границ охраняемой территории кластера «Синташты» заповедника «Аркаим» // Юг России: экология, развитие. 2020. Т.15, N 3. С. 174-180. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-174-180

Получена 22 июля 2019 г.
Прошла рецензирование 11 февраля 2020 г.
Принята 20 апреля 2020 г.

Резюме

Цель. Выделить максимальное разнообразие структурных единиц ландшафта от водораздела до реки Синташта и определить границы рекомендуемой особо-охраняемой территории.

Материал и методы. В охраняемую территорию «Синташты» в настоящее время входят урочища, представляющие лишь малую часть степного разнообразия ландшафтов: урочища закустаренной и разнотравно-злаковой поймы и часть разнотравно-злаковой степной террасы. На основании полевого физико-географического описания, дешифрирования космоснимков, ландшафтного профилирования и картографического метода с применением ГИС систем выделено максимальное разнообразие урочищ от водораздела до реки на территории с археологическим комплексом памятников «Синташта» (кластерный участок заповедника «Аркаим»). С помощью метода дешифрирования космоснимков и полевого описания выделены антропогенно измененные территории.

Результаты. В ходе работы выделены урочища, характеризующие степной ландшафт от водораздела до реки Синташта: наклонно-волнистый берег с балками и полынно-разнотравной степью, равнинная разнотравно-типчаковая степь с берёзово-сосновыми колками, равнинная ковыльно-разнотравная закустаренная степь, плакор с ковыльно-разнотравной степью с сосново-берёзовыми колками.

Заключение. Территория достопримечательного места «Синташта» является уникальной по своему природно-историческому содержанию. Сохранение её как территориальной системы с вмещающими ландшафтами и памятниками культуры в дальнейшем позволит комплексно подходить к вопросам реконструкции и сохранения природной среды, восстановления хозяйственного уклада древних обществ. Для сохранения историко-культурного комплекса в неразрывной связи с ландшафтом рекомендуется включить в охраняемую территорию выделенные ключевые урочища.

Ключевые слова

Ландшафтный подход, степные ландшафты, особо-охраняемые природные территории, историческая география, сохранение исторического и природного наследия.

Using the landscape approach in determining the boundaries of the protected area of the Sintashty cluster of the Arkaim reserve, Russia

Anna L. Plaksina and Polina K. Zadorina

Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russia

Principal contact

Anna L. Plaksina, Senior Lecturer, Department of Geoecology and Environmental Management, Chelyabinsk State University; 129 Kashirin Brothers St, Chelyabinsk, Russia 454001.

Tel. +79058338072

Email vita_avis@mail.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4894-7407>

How to cite this article

Plaksina A.L., Zadorina P.K. Using the landscape approach in determining the boundaries of the protected area of the Sintashty cluster of the Arkaim reserve, Russia. *South of Russia: ecology, development*. 2020, vol. 15, no. 3, pp. 174-180. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-174-180

Received 22 July 2019

Revised 11 February 2020

Accepted 20 April 2020

Abstract

Aim. To select the maximum variety of landscape structural units from the watershed to the Sintashta river. To determine the boundaries of the recommended specially protected area.

Material and Methods. The Sintashta protected area is currently composed of tracts which only represent a small part of steppe landscape diversity: bushy tracts and forb-grass floodplain and part of the herb-grass steppe terraces. Based on field physical geography description and cartography using GIS systems, the maximum variety of tracts from the watershed to the river in the territory within which lies the Sintashta archaeological monument complex (the cluster section of the Arkaim reserve) was identified.

Results. The course of separate tracts that characterise the steppe landscape from the watershed to the Sintashta River comprises: inclined-undulating banks with gullies and sagebrush-mixed grass steppe, lowland forb-fescue steppe with birch and pine groves, plains grass grassland bushed grassland, flat interfluvium with feather grass-forb steppe with pine and birch groves.

Conclusion. The territory of the Sintashta site is unique in its natural and historical content. Preserving it in the future as a territorial system with its enclosing landscapes and cultural monuments will allow a comprehensive approach to the issues of reconstruction and preservation of the natural environment and the understanding of the economic structure of ancient societies. In order to preserve the historical and cultural complex in inseparable connection with the natural landscape, it is recommended that selected key tracts be incorporated in the protected area.

Key Words

Landscape approach, steppe landscapes, specially protected natural areas, historical geography, preservation of historical and natural heritage.

ВВЕДЕНИЕ

На территории Челябинской области расположены границы нескольких природных зон, что обусловило соприкосновение и взаимопроникновение различных древних культур. Уничтожение или повреждение археологических памятников может стать непоправимой утратой информации о ходе этнических и культурных процессов в Южном Зауралье в древности. Сохранение степи также является актуальной проблемой из-за уменьшения площадей с естественными ландшафтами. К настоящему времени площади сельскохозяйственных угодий составляют около 70-75% от общей площади территории степной зоны [1-3].

В 1991 г. в степной зоне Челябинской области был создан заповедник «Аркаим». Основанием для этого стало открытие в 1987 г. уникального укрепленного поселения эпохи бронзы Аркаим. Следом за открытием Аркаима, посредством дешифрирования аэрофотоснимков специалистами Батаниной И.М. и Левит Н.В., было открыто более 20 подобных поселений, которые позже получили условное наименование «Страна городов». Эта «Страна» расположена в степной зоне Челябинской области, от реки Уй на севере и практически до южной границы с Казахстаном [4]. По комплексу природных характеристик этот район является крупным ландшафтным экотопом, лежащим на контакте гор и равнин, лесов и степей [5; 6].

Из-за невозможности заповедования всей территории расположения памятников «Страны городов», появилась идея создать кластер участков для охраны и изучения уникальных укрепленных поселений вместе с вмещающими их ландшафтами. В 2006 и 2009 гг. 11 участков перешли в постоянное пользование заповеднику «Аркаим», причем 9 из них имеют статус достопримечательных мест (ДМ), а 2 образованы на территории археологических памятников федерального значения, к таким и относятся памятники Синташтинского комплекса. Данная территория исключена из хозяйственного освоения [3].

Цель работы выделить максимальное разнообразие структурных единиц ландшафта от водораздела до реки Синташта и определить границы рекомендуемой особо-охраняемой территории. Для решения поставленной цели определены задачи: с помощью полевого физико-географического описания исследовать ландшафт с его составными единицами, вмещающий Синташтинский археологический комплекс, составить ландшафтную карту исследуемой территории, определить антропогенно нарушенные земли, провести расчёты площадей на карте и определить оптимальную территорию для сохранения в рамках кластерного заповедника «Аркаим».

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования является территория кластерного заповедника «Аркаим» с археологическим комплексом «Синташта». Участок, на котором расположены археологические объекты, находится в Брединском муниципальном районе Челябинской области, в 4 км к юго-востоку от поселка Рымникский, на левом берегу

реки Синташта, принадлежащей бассейну реки Тобол. В границы участка входят исследованные с помощью раскопок памятники археологии укрепленное поселение эпохи средней бронзы Синташта, большой грунтовый могильник, комплекс грунтовых и подкурганых захоронений. Эти объекты имеют статус памятников федерального значения. Территория выведена из землепользования, имеет статус земли историко-культурного назначения и оформлена как часть заповедника Аркаим.

По физико-географическому районированию данная территория расположена в пределах Уральской горной страны в степной зоне, в провинции Урало-Тобольского междуречья, в подзоне ковыльно-типчаковой степи с единичными сосновыми борами [7-10].

Археологический комплекс уникален тем, что включает в себя укрепленное поселение эпохи бронзы Синташта, нетипично большой (около 100 м диаметром) курган, могильник с останками 60-65 погребенных, на территории которого обнаружены два жертвенных комплекса, три ритуальных сооружения, следы самой древней в мире колесницы.

Для установления территории, на которой расположено максимальное разнообразие закономерно сменяющих друг друга урочищ был прорисован высотный профиль. Для установления современного состояния территории исследования были продешифрированы космоснимки системы Google (апрель 2017 г.) визуальным способом в геоинформационной системе MapInfo Pro v15.0.

На основе полевых описаний, картографического материала и космоснимков выделены участки с однородными природными условиями. В пределах этих участков на карту фактов нанесено 20 ключевых точек, которые были изучены в полевой период с помощью физико-географического описания. По анализу всех полученных данных, создавалась ландшафтная карта территории, путём нанесения векторных объектов на растровую основу тополиста N-41-121 в геоинформационной системе MapInfoPro 15. В процессе дешифрирования на ландшафтную карту были нанесены антропогенно-нарушенные территории, определена площадь урочищ и антропогенно-нарушенных земель, составлены диаграммы.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для обоснования охраняемой территории прорисован высотный профиль от уреза воды до водораздела. Комплексный высотный профиль показывает левый берег р. Синташта, от уреза воды (точка А), через памятник СБ (большого Синташтинского кургана) до водораздела на абсолютной высоте 370 метров (точка G). Линия высотного профиля пересекает лес с берёзово-сосновыми колками, находящимися в понижениях рельефа (рис. 1).

Геоморфология данного высотного профиля состоит из участка поверхностного врезания смешанного генезиса, имеющего плиоцен-четвертичный возраст, а также из участка денудационного пенеплена, выровненной поверхности миоценового возраста. Почвы на профиле представлены луговыми чернозёмами, со-

лонцами чернозёмными, чернозёмами неполноразвитыми с солонцами чернозёмными, а также чернозёмами неполноразвитыми.

По данным дешифрирования космоснимков видно, что степь на данном участке сильно деградирована в результате чрезмерного выпаса домашнего скота, выращивания зерновых культур, проведения обширных археологических работ и замусоренности территории.

Описание 20 ключевых точек в поле показало, что в настоящее время большая часть исследованного участка представляет собой залежь с восстанавливаю-

щейся степной разнотравно-злаковой растительностью. Остатки бывшей степи можно наблюдать вдоль долины реки в виде нешироких полос в 3-4 стадии пастбищной дигрессии. В понижениях рельефа в пойме реки и блюдцеобразных бессточных впадинах (на северо-востоке) встречаются осоковые кочкарники, ивняки и небольшие низинные осоковые болота. Левый берег Синташты, где расположен комплекс памятников, безлесен. Редкие берёзовые колки встречаются на расстоянии около 2 км на северо-востоке на плакорном пространстве и приурочены к небольшим логам.

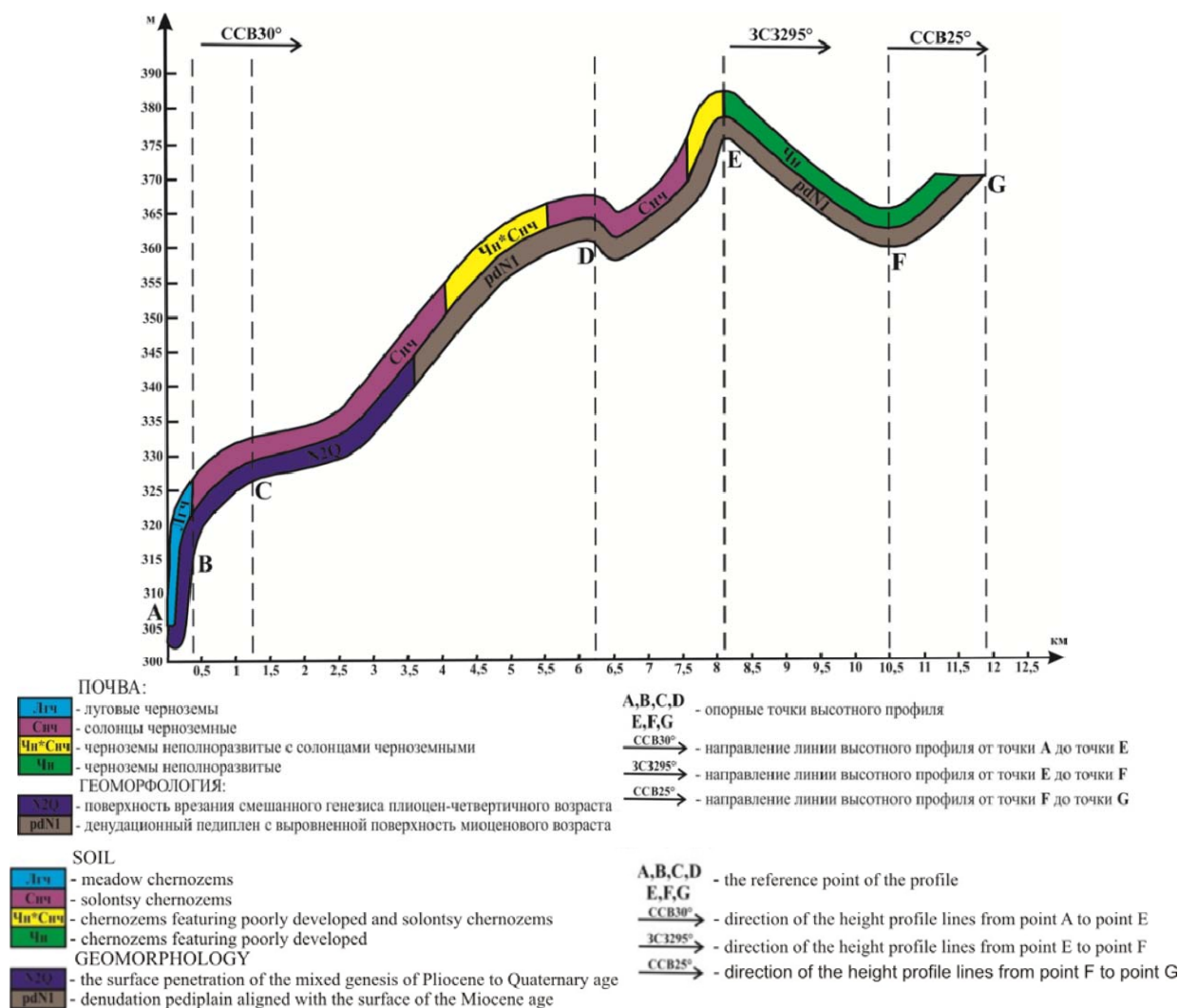


Рисунок 1. Ландшафтный профиль левого берега р. Синташта

Figure 1. Landscape profile of the left bank of the Sintashta River

На основе комплексного ландшафтного описания территории была составлена ландшафтная карта, в пределах которой выделено 9 типов урочищ слагающих данный ландшафт: 1) пойма реки с разнотравно-злаковым закустаренным лугом; 2) наклонно-волнистый берег с балками и полинно-разнотравной степью; 3) наклонная равнина с солонцово-луговой степью; 4) наклонная равнина с разнотравно-полинной степью; 5) равнинная разнотравно-типчаковая степь с берёзово-сосновыми колками; 6) равнинно-волнистая ковыльно-разнотрав-

ная степь с балками соснового леса; 7) равнинная разнотравно-ковыльная степь; 8) равнинная ковыльно-разнотравная закустаренная степь; 9) плакор с ковыльно-разнотравной степью с сосново-берёзовыми колками (рис. 2).

Общая площадь выделенных ландшафтных единиц составила 52 км². Часть выделенных урочищ являются зональными, а меньшая часть азональными (рис. 3).

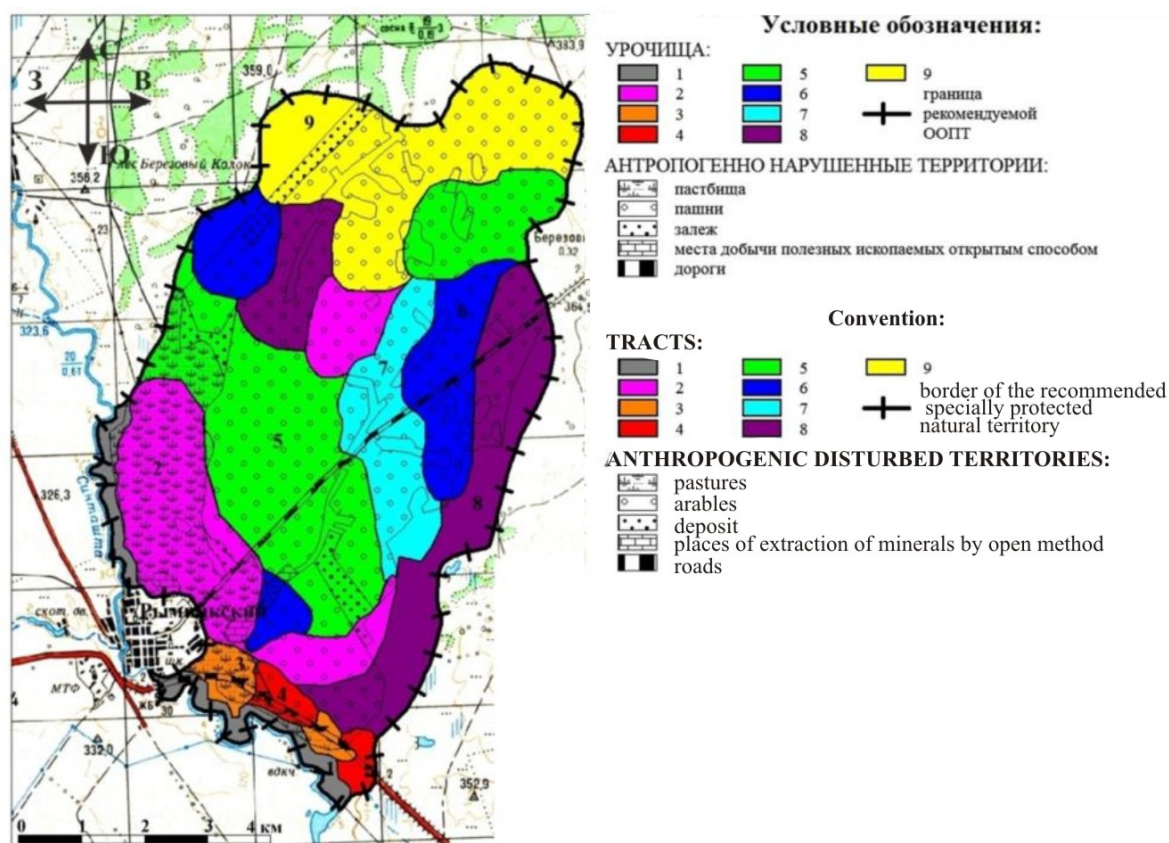


Рисунок 2. Ландшафтная карта участка, предполагаемого историко-природного ООПТ Синташта

Figure 2. Landscape map of the site of the proposed Sintashta historical and natural protected areas

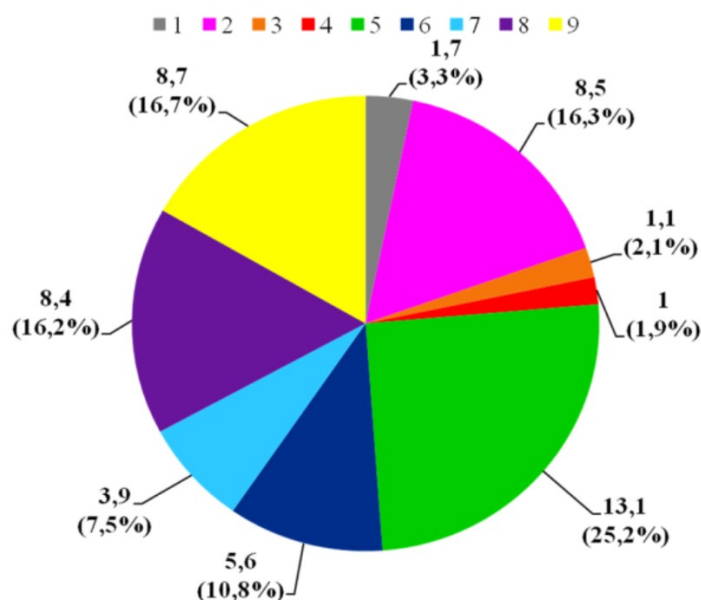


Рисунок 3. Соотношение площадей (в км² и %) урочищ в пределах предполагаемой историко-природной ООПТ Синташта

Figure 3. Ratio of areas (in km² and %) of tracts within the proposed Sintashta historical and natural protected areas

В процессе дешифрирования на ландшафтную карту были нанесены антропогенно нарушенные территории (рис. 2).

В настоящее время площадь нарушенных чело-

веком территорий составила 40,3 км². Рекомендуемая к охране территория нарушена на 77,5%, т.е. всего 22,5% составляют территории условно естественных не нарушенных земель (рис. 4).

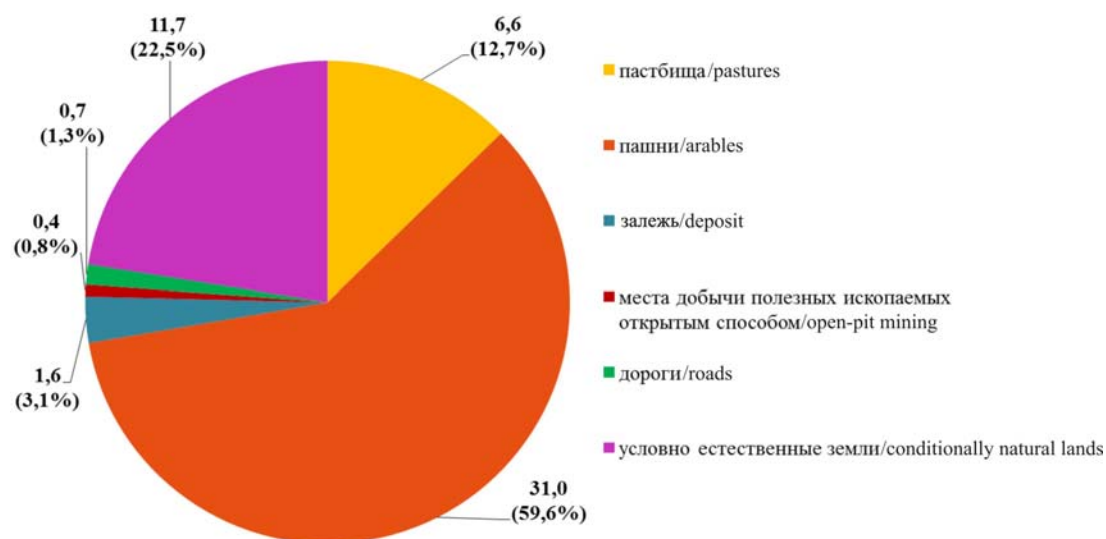


Рисунок 4. Соотношение площадей (в км² и %) антропогенно-нарушенных и условно естественных в пределах предполагаемой историко-природной ООПТ Синташта

Figure 4. Ratio of anthropogenically disturbed areas and those in natural condition (in km² and %) within the proposed Sintashta historical and natural protected areas

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В охраняемую территорию «Синташты» в настоящее время входят урочища, представляющие лишь малую часть степного ландшафта: урочища закустаренной и разнотравно-злаковой поймы и часть разнотравно-злаковой степной террасы. Для сохранения археологических объектов в неразрывной связи с ландшафтом необходимо в охраняемую территорию включить не только площади, занятые археологическими памятниками, но и основные урочища (наклонно-волнистый берег с балками и полынно-разнотравной степью, равнинную разнотравно-типчаковую степь с берёзово-сосновыми колками, равнинную ковыльно-разнотравную закустаренную степь, плакор с ковыльно-разнотравной степь с сосново-берёзовыми колками), слагающие данный ландшафт для более детального представления территории настоящей степи.

Рекомендуемая к охране территория составляет 52 км², что на порядок выше охраняемой в данный момент.

Территория достопримечательного места «Синташта» является уникальной по своему природно-историческому содержанию, а сохранение её как территориальной системы с вмещающими ландшафтами и памятниками культуры в дальнейшем позволит комплексно подходить к вопросам реконструкции и сохранения природной среды, восстановления хозяйственного уклада древних обществ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Левит А.И., Плаксина А.Л., Маркова Л.М. Эколого-ландшафтное картографирование в степной зоне Зауралья // Вестник Челябинского государственного университета. Экология. Природопользование. 2011. N 5. С. 36-43.
2. Плаксина А.Л., Маркова Л.М. Современное состояние

ландшафтов степей Южного Урала на примере степей юга Челябинской области // Материалы международной научно-практической конференции «Заповедное дело: проблемы охраны и экологической реставрации степных экосистем», V Международного симпозиума «Степи Северной Евразии», Оренбург, 2009. С. 94-97.

3. Плаксина А.Л., Макуров Ю.С., Батанина Н.С. Мониторинг как мера по охране историко-культурного и природного наследия в условиях заповедника кластерного типа «Аркаим» // Материалы VII Международного Симпозиума «Степи Северной Евразии», Оренбург: ИС УрО РАН, 2015. С. 659-662.

4. Зданович Г.Б. Аркаим – Страна городов: пространство и образы (Аркаим: горизонты исследований). Челябинск: Из-во Крокос; Юж.-Урал. кн. изд-во. 2007. 260 с.

5. Николаев В.А. Ландшафты Аркаима // Материалы V международного Симпозиума «Степи северной Евразии». Оренбург: Газпромпечат, 2009. С. 489-493.

6. Чибилев А.А., Тишков А.А. История заповедной системы России. М.: Постоянная природоохранительная комиссия РГО, 2018. 218 с.

7. Андреева М.А. Природа Челябинской области. Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2000. 269 с.

8. Генинг В.Ф., Зданович Г.Б., Генинг В.В. Синташта: Археологический памятник арийских племен Урало-Казахстанских степей: Ч. 1. Урал. Отделение Рос. Акад. Наук, Челяб. гос. ун-т. Урал. кн. изд-во, 1992. 408 с.

9. Куликов П.В. Конспект флоры Челябинской области (сосудистые растения). Екатеринбург: Миасс «Геотур», 2005. 537 с.

10. Шакиров А.В. Физико-географическое районирование Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. 619 с.

REFERENCES

1. Levit A.I., Plaksina A.L., Markova L.M. Ecological and landscape mapping in the steppe zone of the TRANS-Urals. Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta.

Ekologiya. Prirodopol'zovanie [Bulletin of Chelyabinsk state University. Ecology. Nature management]. 2011, no. 5, pp. 36-43. (In Russian)

2. Plaksina A.L., Markova L.M. Sovremennoe sostoyanie landshaftov stepei Yuzhnogo Urala na primere stepei yuga Chelyabinskoi oblasti [Current state of landscapes of steppes of the southern Urals on the example of steppes of the South of Chelyabinsk region]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Zapovednoye delo: problemy okhrany i ekologicheskoi restavratsii stepnykh ekosistem»*, V Mezhdunarodnogo simpoziuma «Stepi Severnoi Evrazii», Orenburg, 2009 [Materials of the international scientific and practical conference "Conservation: problems of protection and ecological restoration of steppe ecosystems", V International Symposium "Steppes of Northern Eurasia", Orenburg, 2009]. Orenburg, 2009, pp. 94-97. (In Russian)
3. Plaksina A.L., Makurov Yu.S., Batanina N.S. Monitoring kak mera po okhrane istoriko-kul'turnogo i prirodnogo naslediya v usloviyakh zapovednika klasternogo tipa «Arkaim» [Monitoring as a measure for the protection of historical and cultural and natural heritage in terms of the reserve cluster type "arch"]. *Materialy VII Mezhdunarodnogo Simpoziuma «Stepi Severnoi Evrazii»*, Orenburg, 2015 [Materials of VII International Symposium "Steppes of Northern Eurasia", Orenburg, 2015]. Orenburg, 2015, pp. 659-662. (In Russian)
4. Zdanovich G.B. *Arkaim – Strana gorodov: prostranstvo i obrazy (Arkaim: gorizonty issledovaniy)* [Arkaim – Country

of cities: space and images (Arkaim: horizons of research)].

- Chelyabinsk, From Crocus Publ., 2007, 260 p. (In Russian)
5. Nikolaev V.A. Landshafty Arkaima [Landscapes of Arkaim]. *Materialy V mezhdunarodnogo Simpoziuma «Stepi severnoi Evrazii»*, Orenburg, 2009 [Materials of V International Symposium "Steppes of Northern Eurasia", Orenburg, 2009]. Orenburg, 2009, pp. 489-493. (In Russian)
6. Chibilev A.A., Tishkov A.A. *Istoriya zapovednoi sistemy Rossii* [History of the Russian reserve system]. Moscow, Permanent Environmental Commission: Russian geographical society Publ., 2018, 215 p. (In Russian)
7. Andreeva M.A. *Priroda Chelyabinskoi oblasti* [The nature of the Chelyabinsk region]. Chelyabinsk, Chelyabinsk State Pedagogical University Publ., 2000, 269 p. (In Russian)
8. Gening V.F., Zdanovich G.B., Gening V.V. *Sintashta: Arkheologicheskii pamyatnik ariiskikh plemen Uralo-Kazakhstanskikh stepei* [Sintashta: Archaeological monument of the Aryan tribes of the Ural-Kazakhstan steppes]. Ural, 1992, pt. 1, 408 p. (In Russian)
9. Kulikov P.V. *Konspekt flory Chelyabinskoi oblasti (sosudistyie rasteniya)* [Synopsis of the flora of Chelyabinskii region (vascular plants)]. Ekaterinburg, Miass, "Geotour" Publ., 2005, 537 p. (In Russian)
10. Shakirov A.V. *Fiziko-geograficheskoe raionirovanie Urala* [Physico-geographical regionalization of the Urals]. Ekaterinburg, Ural Branch of the RAS Publ., 2011, 619 p. (In Russian)

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Анна Л. Плаксина провела полевые описания, выделила типы урочищ, проанализировала данные, написала рукопись. Полина К. Задорина провела полевые описания, составила карты и диаграммы. Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата и других неэтических проблем.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Anna L. Plaksina conducted field descriptions, identified types of tracts, analyzed the data and wrote the manuscript. Polina K. Zadorina conducted field descriptions and produced maps and diagrams. All authors participated equally in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism and self-plagiarism and other ethical transgressions.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Анна Л. Плаксина / Anna L. Plaksina <https://orcid.org/0000-0003-4894-7407>

Полина К. Задорина / Polyna K. Zadorina <https://orcid.org/0000-0002-1447-4595>

Вклад Г.М. Борликова в решение экологических проблем Калмыкии и Прикаспия

Галина Э. Настинова, доктор географических наук, профессор, Почетный работник высшего профессионального образования РФ, Заслуженный деятель науки Республики Калмыкии

Резюме

Очерк о вкладе Германа Манджиевича Борликова в изучение проблем опустынивания и разработку предложений по обеспечению рационального природопользования в Калмыкии и в Прикаспии в целом, благодаря своим исследованиям, многие из которых проведены с коллегами из КалмГУ, ведущих НИИ и вузов России и стран зарубежья. Итогом научных исследований в области охраны и рационального использования почв, проведенные Г.М. Борликовым, Л.Х. Сангаджиевой и В.А. Банановой явилось тематическое картографирование почвенных ресурсов Калмыкии.

© 2020 Авторы. Юг России: экология, развитие. Это статья открытого доступа в соответствии с условиями Creative Commons Attribution License, которая разрешает использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии правильного цитирования оригинальной работы.

The contribution of G.M. Borlikov to the solution of ecological problems of Kalmykia and the Caspian region

Galina E. Nastinova, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, Honored Worker of Science of the Republic of Kalmykia

Abstract

An essay on the contribution of German Mandzhievich Borlikov to the study of problems of desertification and the development of proposals to ensure the rational use of natural resources in Kalmykia and in the Caspian region as a whole, thanks to his researches, many of which were carried out with colleagues from Kalmykia State University, leading research institutes and universities in Russia and other countries. A noteworthy result of scientific research in the field of protection and rational use of soils conducted by G.M. Borlikov, L.Kh. Sangadzhieva and V.A. Bananova was the thematic mapping of the soil resources of Kalmykia.

© 2020 The authors. South of Russia: ecology, development. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



Нынешний 2020 год для Калмыцкого государственного университета им. Б.Б. Городовикова – юбилейный. Калмыцкий государственный университет, расположенный в столице Республики Калмыкия г. Элисте – один из национальных вузов Юга России празднует 50-летие со дня основания. За 50 лет он укрепил научную и материально-техническую базу, расширил спектр специальностей, прошел большой путь от провинциального института к одному из опорных университетов России и занимает достойное место в федеральной системе высшего образования, в структуре которого десять факультетов и один институт.

В настоящее время здесь по разным программам подготовки обучаются свыше 6000 студентов, в том числе около 1000 иностранных граждан из 40 стран мира. Им предоставлены 60 направлений бакалавриата, 46 направлений магистратуры.

Прочный фундамент знаний, полученных в стенах университета, позволяет выпускникам строить успешную трудовую карьеру. Сегодня выпускники Калмыцкого госуниверситета работают в самых разных отраслях экономики республики, многие специалисты востребованы на всероссийском и международном уровнях. И в этом огромная заслуга известного человека не только в Республике Калмыкия, но и далеко за ее пределами – бывшего Президента Калмыцкого государственного университета имени Б.Б. Городовикова, депутата трех созывов Народного Хурала (Парламента) Республики Калмыкия, доктора педагогических наук, профессора, заслуженного работника высшей школы Российской Федерации, заслуженного деятеля науки Республики Калмыкия – Германа Манджиевича Борликова.

Вся жизнь Германа Манджиевича, 27 лет из которой, он возглавлял Калмыцкий университет, представляет собой яркий пример служения обществу, своему народу, своей Калмыкии.

Молодой выпускник Новочеркасского политехнического института в 1971 г. приступил к работе в Калмыцком государственном университете, сначала в должности ассистента, затем – старшего преподавателя, доцента кафедры общетехнических дисциплин. Декан общетехнического факультета КалмГУ (1977-1982). Проректор по научной работе КалмГУ (1982-1990). Ректор КалмГУ (1990-2011). Президент КалмГУ (с 2011 г. по 2018 г.).

Многосторонне развитый, амбициозный, с широкой эрудицией, профессионально подготовленный он чрезвычайно ответственно относился к выполняемой им работе на протяжении всей своей жизни, сделав очень много для Калмыцкого университета, родной республики.

Для меня памятны личные и деловые, по долгу службы, встречи с Германом Манджиевичем. С первых дней моей работы в Калмыцком государственном университете я убедилась, что это человек большого интеллекта и высокого духа.

Когда бы я не заходила к Герману Манджиевичу, всегда разговор заходил о рациональном природопользовании, о природосообразности и взаимоотношении природы и человека. Этот комплекс, по мнению Германа Манджиевича, не только материальный, но и научный, общественный, нравственный, наконец. Герман Манджиевич как естествоиспытатель удивлял своим подходом к взаимоотношениям человека и природы. Особую значимость при этом он придавал этноэкологическим воззрениям, возвращению к своим истокам – глубже изучать номадизм, аборигенные виды животных, традиционное животноводство, этнохозяйство, этноэкологию.

Специалист в области механики грунтов, механики сыпучих сред, он живо интересовался исследованиями коллег-биологов, а со временем принимал самое непосредственное участие в них.

С первых дней работы ректором Калмыцкого университета Герман Манджиевич придавал большое значение и уделял внимание к развитию инфраструктуры для поддержания современного уровня образовательного процесса и научно-исследовательских разработок.

Наряду с профессиональными и должностными обязанностями его волновали многие вопросы и проблемы родной Калмыкии, среди которых, особое место занимали экологические.

В последние десятилетия XX века в Калмыкии, как и на обширных территориях других аридных регионов юга европейской части Российской Федерации жизнедеятельность существенно осложнилась в силу повышенного экологического дискомфорта, создававшим реальную опасность нарушения окружающей среды. Увеличение антропогенной нагрузки, аридности

климата вызвало активизацию процессов опустынивания и, как следствие, ухудшение социально-экономического развития региона, что отражалось на благосостоянии населения Калмыкии.

Герман Манджиевич был серьезно обеспокоен проблемой опустынивания, стоявшей перед республикой, понимал всю глубину ее и осознавал последствия. Он как никто другой понимал, что наряду с социально-экономическими вопросами в республике надо решать и вопросы экологии Калмыкии и Российского Прикаспия в целом.

Признавая, что Калмыцкий университет является одним из немногих вузов России, где нет Ботанического сада, он как ректор и Народный депутат Верховного Совета Калмыцкой АССР нашел единомышленника в этом вопросе в лице председателя Комитета по экологии и рациональному природопользованию Республики Калмыкия Валерия Михайловича Цикеева.

Автор этих строк, будучи заведующий кафедрой ботаники и физиологии растений, подготовила развернутое обоснование предпосылок и необходимости создания Ботанического сада в Республике Калмыкия, в Калмыцком госуниверситете. И 15.01.92 года на основании Постановления Комитета по экологии и рациональному природопользованию Республики Калмыкия решением Исполкома Элистинского горсовета под строительство Ботсада отведена территория в Юго-восточной части г. Элисты площадью 50 га.

Герман Манджиевич выделил для кафедры штатную единицу директора Ботсада. Им стал молодой кандидат биологических наук Олег Федорович Дорджиев. Были начаты непосредственные работы по созданию Ботсада: подобрана генеральная проектная организация – Институт гидрокоммунстрой (г. Москва), заказана и выполнена первая часть проектно-сметной документации на строительство Ботсада, проведена закладка осевых лесных полос площадью 7 га.

Вся работа координировалась кафедрой ботаники и физиологии растений и деканом биологического факультета Людмилой Михайловной Кудиновой. Финансирование работ осуществлял Комитет по экологии и рациональному природопользованию Республики Калмыкия. К сожалению, с распадом Советского Союза эти работы прекращены.

Герман Манджиевич всегда подчеркивал значимость Кавказа и Прикаспия для развития цивилизации. Именно Прикаспий своим геополитическим расположением и природными богатствами еще с древности притягивал к себе повышенное внимание. И, как заметил Герман Манджиевич, Прикаспийский регион становится центральной зоной XXI века и третьего тысячелетия.

Признавая значение традиционных знаний, Герман Манджиевич в ряде научных статей, анализирует исторический опыт природопользования у народов аридных зон. Он показал, что существовавшее на этих территориях кочевое и полукочевое скотоводство было экологически оправданным, поскольку базировалось на выращивании аборигенных пород сельскохозяйственных животных, адаптированных к экстремальным условиям сухих степей. Именно игнорирование традиционных форм ведения

животноводства на аридных территориях привело к тому, что хрупкий баланс взаимосвязей природы и человека оказался нарушенным. Осознавая, что исправление сложившейся ситуации возможно при разумном сочетании многовековых традиций пастбищного животноводства и современных технологий выращивания животных и переработки сырья, он в ряде своих исследований представил ряд предложений по обеспечению рационального природопользования в Калмыкии.

Ученые Юга России много лет работают над проблемами рационального использования российского Прикаспия. Научные коллективы КалмГУ также занимаются вопросами социально-экономических и экологических преобразований в данном регионе, ищут оптимальную модель устойчивого развития и рационального природопользования регионов Прикаспия.

Герман Манджиевич Борликов внес большой вклад в изучение проблем опустынивания и разработку предложений по обеспечению рационального природопользования в Калмыкии и в Прикаспии в целом, благодаря своим исследованиям, многие из которых проведены с коллегами из КалмГУ, ведущих НИИ и вузов России и стран зарубежья.

Важное место в этих исследованиях занимает раздел по материалам опустынивания земель Калмыкии. В ряде научных публикаций показано, что опустынивание – глобальная социально-эколого-экономическая проблема. В них приведено современное состояние территории Калмыкии и предложены возможные направления действий по предотвращению опустынивания и ликвидации его последствий, а также даются эколого-технологические основы использования и создания аридных пастбищных экосистем.

Значительные исследования проблем опустынивания представлены в монографии «Опустынивание засушливых земель Прикаспийского региона» (авторы: Г.М. Борликов, Н.Г. Харин, В.А. Бананова, Р. Татеиши). Предложенные картографические произведения предназначены для раскрытия региональных особенностей Калмыкии и Прикаспийского региона. Они отображают оценку процессов опустынивания засушливых земель Прикаспийского региона, карты опустынивания и определение приоритетных направлений в борьбе с опустыниванием. Развитие экологии в начале XXI века привело к появлению новых направлений в природоохранном движении, к числу которых относится особая охрана почв.

Итогом научных исследований в области охраны и рационального использования почв, проведенные Г.М. Борликовым, Л.Х. Сангаджиевой и В.А. Банановой явилось тематическое картографирование почвенных ресурсов Калмыкии.

Особо актуальной задачей являлась реализация комплексного подхода к решению проблем опустынивания и разработке механизма смягчения социально-экономических последствий. Г.М. Борликов вместе с Т.И. Бакиновой обосновал необходимость и потребность эколого-экономического зонирования Республики Калмыкия, т.к. обострение экологических

проблем становится опасным не только для конкретной территории, но и для сопредельных регионов.

Основываясь на положении, что специализацию и масштабы развития производства в Калмыкии определяют земельные ресурсы и их экологическое состояние, он настаивал на безусловной экологической детерминированности хозяйственного развития республики, которая означает введение и безусловное соблюдение более жестких экологических пределов хозяйствования. Эти пределы зависят от степени нарушенности земельных ресурсов (сельскохозяйственных угодий – пашни, пастбищ).

Для обеспечения соблюдения экологических пределов хозяйствования Г.М. Борликов с Т.И. Бакиной провел эколого-экономическое зонирование (районирование) территории Калмыкии. Для выделения эколого-экономических зон были использованы интегральные показатели эколого-экономического состояния территории Калмыкии: земельных ресурсов, экономики сельского хозяйства, социума, здоровья населения. На основании информации об остроте эколого-экономических ситуаций выделялись зоны с условно удовлетворительным, напряженным, критическим, кризисным и катастрофическим (бедственным) эколого-экономическим состоянием территории. В Республике Калмыкия выделено 5 эколого-экономических зон с различным набором экологических и экономических проблем, носящих локальный или общий территориальный характер проявления. Проведенное исследование по процедуре эколого-экономического зонирования позволило оценить всю территорию Калмыкии как неблагоприятную по всем показателям.

В продолжение эколого-экономического зонирования в ряде научных публикаций Герман Манджиевич с коллегами представил обширную программу с подробными рекомендациями для аграрного природопользования Республики Калмыкия.

Герман Манджиевич помог многим нынешним преподавателям университета в их становлении как ученых и специалистов. Многие коллеги-биологи, и я в том числе, благодарны Герману Манджиевичу за помощь в профессиональном становлении.

Г.М. Борликова связывали прочные научные контакты и дружеские отношения с ректорами и ведущими учеными вузов России и других стран.

Г.М. Борликов высоко ценил личные и гражданские качества, большие организационные и научные заслуги в решении экологических проблем и подготовку высококвалифицированных специалистов для Юга России доктора биологических наук, Заслуженного деятеля науки РФ, академика Российской экологической академии, директора Института экологии и устойчивого развития ДГУ, Заслуженного профессора Дагестанского государственного университета

Гайирбега Магомедовича Абдурахманова. Г.М. Борликов неоднократно бывал в г. Махачкале, посещая ДГУ, участвуя в различных конференциях, а Г.М. Абдурахманов в г. Элисте. Так, в 2015 г. Г.М. Абдурахманов принял активное участие в праздновании юбилея Калмыцкого государственного университета, где они с Г.М. Борликовым, тепло общаясь, обсуждали экологические проблемы, намечали планы общих исследований. В 2017 г. Г.М. Борликов принял участие в XIX Международной научной конференции «Биологическое разнообразие Кавказа и юга России», посвященной 75-летию со дня рождения Гайирбега Магомедовича Абдурахманова (г. Махачкала, 4-7 ноября 2017 г.). Он, сердечно поздравляя Г.М. Абдурахманова с юбилеем, отметил его большие заслуги перед научно-педагогическим сообществом родного Дагестана, Юга России и страны в целом.

Научная деятельность в области экологии Германа Манджиевича отражена в ряде монографий, учебных пособий и многочисленных научных публикациях в отечественных и зарубежных изданиях. Свои научные взгляды и результаты исследований он неоднократно представлял на отечественных и международных симпозиумах и конференциях. Очень жаль, что преждевременная смерть не позволила ему осуществить все свои замыслы и смерть прервала его перспективные исследования в области экологии. Его научные изыскания не теряют своей актуальности, а учебные пособия на многие годы будут востребованы студентами и специалистами.

Говоря о Г.М. Борликове – крупном организаторе науки и образования Калмыкии, хочется подчеркнуть, что он как администратор ничего не разрушал и не закрывал, он создавал рядом нечто новое, а старое, если оно отжило себя, тихо и естественно уходило.

Герман Манджиевич всегда поражал своими глубокими познаниями всех сторон жизни и бытия человечества. Мы знаем, что у Германа Манджиевича всегда была своя точка зрения на общественно-политические процессы, которые происходили в стране и в республике. Он всегда отдавал приоритет науке и образованию и был обеспокоен сохранением интеллекта нации в сложных условиях переходного периода.

Вспоминая сложные перестроечные годы конца XX века, период становления науки и университетского образования в эти годы в Калмыкии, гражданское мужество Германа Манджиевича восхищает. Он – пример высокой гражданской ответственности, личности, не способной в трудные моменты ждать чьих-то милостей, а принимающей собственные решения и действующей. Я горжусь, что являюсь современником Германа Манджиевича, многие годы являлась его коллегой и работала под его руководством.

С ПРАВИЛАМИ ДЛЯ АВТОРОВ НАУЧНОГО ЖУРНАЛА «ЮГ РОССИИ: ЭКОЛОГИЯ, РАЗВИТИЕ»

можете ознакомиться на сайте <http://ecodag.elpub.ru>

**По всем интересующим Вас вопросам обращаться в редакцию журнала
по контактам:**

Гусейнова Надира Орджоникидзева, к.б.н., доцент, Email dagecolog@mail.ru
моб. тел. +79285375323

Иванушенко Юлия Юрьевна, магистр экологии, Email dagecolog@mail.ru

Адрес редакции: 367001, Россия, г. Махачкала, ул. Дахадаева, 21,
Институт экологии и устойчивого развития ДГУ, тел./факс: +7(8722) 56-21-40

Учредитель (соучредители) журнала:
ООО Издательский Дом «КАМЕРТОН»
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет»

CONTACT INFORMATION: SCIENTIFIC JOURNAL "SOUTH RUSSIA: ECOLOGY, DEVELOPMENT"

If you have any questions, please contact the editorial office:

Nadira O. Guseynova, Candidate of Biological Sciences, Associate
Professor, Email dagecolog@mail.ru, tel. +79285375323

Yuliya Yu. Ivanushenko, master of ecology, Email dagecolog@mail.ru

Editorial address: 367001, Russia, Makhachkala, 21 Dakhadaeva st.
tel. / fax: +7 (8722) 56-21-40

Founders of journal:
The limited liability company Publishing House «Kamerton»
Dagestan State University

Издание зарегистрировано Министерством связи и массовых коммуникаций Российской Федерации.

Свидетельство о регистрации: серия ПИ № ФС77-77994 от 03.03.2020 г.

Подписные индексы в каталоге «Газеты и журналы» Агентства «Роспечать»:
36814 (полугодовой) и 81220 (годовой).

Перепечатка без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

Оригинал-макет подготовлен в Институте экологии и устойчивого развития ДГУ.

Подписано в печать 15.09.2020.
Объем 23,25. Тираж 100. Заказ № 29.
Формат 70х90%. Печать офсетная.
Бумага офсетная № 1.
Тиражировано в типографии издательства ДГУ
г. Махачкала, ул. М. Ярагского, 59е