

ISSN 2687-0509

ТИХООКЕАНСКАЯ ГЕОГРАФИЯ



3(15).2023

ТИХООКЕАНСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Научный журнал

3 (15). 2023

Учредитель

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Тихоокеанский институт географии
Дальневосточного отделения
Российской академии наук

Журнал основан в 2020 г.

Выходит 4 раза в год

СОДЕРЖАНИЕ

Институту водных и экологических проблем ДВО РАН – 55 лет

Плодотворное сотрудничество в эколого-географических исследованиях. БАКЛАНОВ П.Я., ВОРОНОВ Б.А.	5
КРЮКОВА М.В. Система особо охраняемых природных территорий российской части бас- сейна р. Амур и ее роль в сохранении биологического разнообразия растительного покрова	9
РОСЛИКОВА В.И. Экологическое состояние почвенного покрова города Хабаровск	23
ШЕСТЕРКИН В.П. Гидрохимические исследования в ИВЭП ДВО РАН	36

Изучение территориальных социально-экономических систем и их компонентов

ЧИСТОБАЕВ А.И. Географическое поле медико-туристического кластера региона: забытая теория, лучшие практики	47
ГОРБАТЕНКО Л.В. Дифференциация водопользования на территории Тихоокеанской Рос- сии: структура, тенденции и загрязняющий эффект	56
КОРНИЕНКО О.С. Метод оценки потенциала межрайонных связей (на примере муници- пальных образований Приморского края)	66

Изучение природных геосистем и их компонентов

КРАСНОЯРОВА Б.А., НАЗАРЕНКО А.Е., ПЛУТАЛОВА Т.Г., ШАРАБАРИНА С.Н. Ме- тодика оценки экосистемных услуг региона	79
СЕРЁДКИН И.В., ПЕТРУНЕНКО Ю.К. Высотное распределение бурых медведей в четы- рех регионах Дальнего Востока России	90

Главный редактор

**академик РАН, вице-президент Русского географического общества,
научный руководитель ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН
П.Я. БАКЛАНОВ**

Заместители главного редактора:

**МОШКОВ А.В. – д.г.н., главный научный сотрудник ТИГ ДВО РАН
ГАНЗЕЙ К.С. – к.г.н., директор ТИГ ДВО РАН**

Ответственный секретарь

ГОРБАТЕНКО Л.В. – к.г.н., научный сотрудник ТИГ ДВО РАН

Переводчик

ЛАНКИН А.С. – помощник директора по международным связям ТИГ ДВО РАН

Редакционная коллегия:

- | | |
|-----------------|--|
| Бровко П.Ф. | – д.г.н., профессор Дальневосточного федерального университета (г. Владивосток) |
| Воронов Б.А. | – чл.-корр. РАН, научный руководитель ХФИЦ, Институт водных и экологических проблем ДВО РАН (г. Хабаровск) |
| Гармаев Е.Ж. | – чл.-корр. РАН, директор Байкальского института природопользования СО РАН (г. Улан-Удэ) |
| Говорушко С.М. | – д.г.н., главный научный сотрудник Тихоокеанского института географии ДВО РАН (г. Владивосток) |
| Дао Динь Чам | – профессор, директор Института географии ВАНТ (Вьетнам) |
| Дон Соучен | – профессор, директор Центра устойчивого развития в Северо-Восточной Азии, Институт географических исследований и природных ресурсов КАН (Китай) |
| Ермошин В.В. | – к.г.н., ведущий научный сотрудник Тихоокеанского института географии ДВО РАН (г. Владивосток) |
| Жариков В.В. | – к.г.н., заместитель директора Тихоокеанского института географии ДВО РАН (г. Владивосток) |
| Качур А.Н. | – к.г.н., ведущий научный сотрудник Тихоокеанского института географии ДВО РАН (г. Владивосток) |
| Лау Винь Кам | – профессор, вице-президент Ассоциации азиатских географов (Вьетнам) |
| Махинов А.Н. | – д.г.н., главный научный сотрудник ХФИЦ, Институт водных и экологических проблем ДВО РАН (г. Хабаровск) |
| Мишина Н.В. | – к.г.н., научный сотрудник Тихоокеанского института географии ДВО РАН (г. Владивосток) |
| Новиков А.Н. | – д.г.н., профессор Забайкальского государственного университета (г. Чита) |
| Осипов С.В. | – д.б.н., главный научный сотрудник Тихоокеанского института географии ДВО РАН (г. Владивосток) |
| Паничев А.М. | – д.б.н., ведущий научный сотрудник Тихоокеанского института географии ДВО РАН (г. Владивосток) |
| Пинной Чжан | – профессор, заместитель директора Института географии и агроэкологии КАН (Китай) |
| Плюснин В.М. | – д.г.н., научный руководитель Института географии СО РАН (г. Иркутск) |
| Разжигаева Н.Г. | – д.г.н., главный научный сотрудник Тихоокеанского института географии ДВО РАН (г. Владивосток) |
| Сунь Цзилин | – академик Инженерной Академии Китая, Институт географических исследований и природных ресурсов КАН (Китай) |
| Чибилев А.А. | – академик РАН, научный руководитель Института степи УрО РАН (г. Оренбург) |
| Шамов В.В. | – д.г.н., главный научный сотрудник Тихоокеанского института географии ДВО РАН (г. Владивосток) |
| Шулькин В.М. | – д.г.н., главный научный сотрудник Тихоокеанского института географии ДВО РАН (г. Владивосток) |
| Ян Япин | – профессор, заведующий отделом Института географических исследований и природных ресурсов КАН (Китай) |

PACIFIC GEOGRAPHY

Scientific journal

3 (15). 2023

Founder

Pacific Geographical Institute
Far Eastern Branch
Russian Academy of Sciences

The journal was founded in 2020

Periodicity – 4 times a year

CONTENTS

55 years of Institute of Water and Environmental Problems, FEB RAS

Fruitful cooperation in ecological and geographical research. <i>BAKLANOV P.Ya., VORONOV B.A.</i>	5
KRYUKOVA M.V. System of specially protected natural areas of the Russian part of the Amur River basin and its role in the conservation of biological diversity of vegetation cover	9
ROSLIKOVA V.I. Ecological state of soil cover in Khabarovsk city	23
SHESTERKIN V.P. Hydrochemical studies at IWEP FEB RAS	36

Examination of the territorial socio-economic systems and their components

CHISTOBAEV A.I. Geographical field of a medical-tourist cluster of a region: forgotten theory, best practices	47
GORBATENKO L.V. Differentiation of water use on the territory of Pacific Russia: structure, trends and polluting effect	56
KORNIENKO O.S. Method for assessing the potential of inter-district relations (on the example of municipalities of Primorsky Krai)	66

Examination of the natural geosystems and their components

KRASNOYAROVA B.A., NAZARENKO A.E., PLUTALOVA T.G., SHARABARINA S.N. Methodology for assessing ecosystem services in a region	79
SERYODKIN I.V., PETRUNENKO Yu.K. Altitude distribution of brown bears in four regions of the Russian Far East	90

Chief Editor

Academician of the Russian Academy of Sciences, the Vice-president of the Russian Geographical Society,
Scientific Adviser of Pacific Geographical Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences
P.Ya. BAKLANOV

Deputy Editors:

A.V. MOSHKOV – ScD. (Geography), Chief Researcher of PGI of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences
K.S. GANZEI – PhD., Director of PGI of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences

Executive Secretary

L.V. GORBATENKO – PhD (Geography), research associate

Translator

A.S. LANKIN – Assistant on external affairs

Editorial Board:

- Brovko P.F. – ScD., Professor of Far Eastern Federal University (Vladivostok)
Chibilev A.A. – Academician of RAS, Research Adviser of Institute of Steppe of the URAL Branch of RAS (Orenburg)
Dao Dinh Cham – professor, director, Institute of Geography, Vietnamese Academy of Science and Technology (Hanoi, Vietnam)
Ermoshin V.V. – PhD (Geography), Leading research associate of Pacific Geographical Institute of FEB RAS (Vladivostok)
Garmaev E.Zh. – Correspondent Member of RAS, Director of Baikal Institute of Nature Management of the Siberian Branch of RAS (Ulan-Ude)
Govorushko S.M. – ScD (Geography), senior research associate of Pacific Geographical Institute of FEB RAS (Vladivostok)
Jiulin Sun – professor, academician of the Chinese Academy of Engineering; Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences (Beijing, China)
Kachur A.N. – PhD (Geography), Leading research associate of Pacific Geographical Institute of FEB RAS (Vladivostok)
Makhinov A.N. – ScD (Geography), Senior research associate of Institute of Water Ecological Problems of FEB RAS (Khabarovsk);
Mishina N.V. – PhD (Geography), research associate of Pacific Geographical Institute of FEB RAS (Vladivostok)
Novikov A.N. – ScD (Geography), Professor of Baikal University (Chita)
Osipov S.V. – ScD (Biology), Senior research associate of Pacific Geographical Institute of FEB RAS (Vladivostok)
Panichev A.A.M. – ScD (Biology), Leading research associate of Pacific Geographical Institute of FEB RAS (Vladivostok)
Pingyu Zhang – professor, Northeastern Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences (Changchun, China)
Plyusnin V.M. – ScD (Geography), Research Adviser of Institute of Geography of the Siberian Branch of RAS (Irkutsk)
Razjigaeva N.G. – ScD (Geography), Senior research associate of Pacific Geographical Institute of FEB RAS (Vladivostok)
Shamov V.V. – ScD (Geography), Senior research associate of Pacific Geographical Institute of FEB RAS (Vladivostok)
Shulkin V.M. – ScD (Geography), Senior research associate of Pacific Geographical Institute of FEB RAS (Vladivostok)
Suocheng Dong – professor, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences (Beijing, China)
Vinh Cam Lai – professor, Vice-President of the Association of Asian Geographers (Hanoi, Vietnam)
Voronov B.A. – Correspondent Member of RAS, Research Adviser of Institute of Water Ecological Problems of FEB RAS (Khabarovsk)
Yaping Yang – professor, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences (Beijing, China)
Zharikov V.V. – PhD (Geography), Deputy Director of Pacific Geographical Institute of FEB RAS (Vladivostok)



Плодотворное сотрудничество в эколого-географических исследованиях

Между Тихоокеанским институтом географии (ТИГ) и Институтом водных и экологических проблем (ИВЭП, до 1988 г. Хабаровский комплексный НИИ, ХабКНИИ) Дальневосточного отделения РАН за все годы их деятельности развивалось научное сотрудничество. Начало ему было положено в 1971 г., когда гидрологическое подразделение ХабКНИИ под руководством А.Ф. Мандыча вошло в только что созданный ТИГ ДВНЦ АН СССР.

Следует отметить, что авторы этой статьи, будучи молодыми учеными, познакомились на конференции молодых ученых в 1976 г. в г. Хабаровск. В последующем мы длительное время руководили этими институтами и всемерно способствовали развитию межинститутского научного сотрудничества. Поддерживали разные формы сотрудничества и другие руководители институтов, в том числе академик И.П. Дружинин и чл.-корр. АН СССР Г.И. Худяков.

В целом можно выделить две формы сложившегося научного сотрудничества ТИГ и ИВЭП. Во-первых, это творческое сотрудничество отдельных ученых между собой в таких направлениях, как палеогеография, геоморфология, биогеография, ландшафтоведение, гидрология, почвоведение, в также различные аспекты регионального природопользования; во-вторых, тесное сотрудничество в выполнении крупных междисциплинарных исследований по различным, в том числе международным программам. Так, наиболее тесное научное сотрудничество между учеными институтов сложилось в сфере палеогеографических и гидрологических исследований, в геоморфологии и геохимии, биогеографии, почвоведении и ландшафтоведении, в различных направлениях регионального природопользования.

Первым крупным исследованием, где устанавливалось наше сотрудничество, была разработка Программы рационального природопользования и охраны природы в Дальневосточном регионе – в середине 1980-х гг. Эта программа выполнялась в ДВНЦ АН СССР, ТИГ был определен головной организацией, а ХабКНИИ – важнейшим соисполнителем. В разработке этой программы принимали участие и другие институты ДВНЦ. Следствием этой программы стали последующие разработки экологических программ Приморского и Хабаровского краев, имевших большое практическое значение.

В 1990-е и 2000-е гг. особое место стало занимать тесное сотрудничество в комплексном изучении трансграничных регионов, основным из которых стал огромный трансграничный бассейн р. Амур. За эти годы выполнялись крупные международные проекты, проведено большое количество совместных конференций, в том числе международных, опубликовано много совместных работ.

Первым крупным международным проектом, в котором проявилось тесное сотрудничество двух институтов, стал российско-китайско-американский проект по разработке программы устойчивого землепользования для всего бассейна р. Усури (середина 1990-х гг.). В этой работе впервые комплексными эколого-географическими исследованиями был охвачен весь российско-китайский бассейн р. Усури. Основной целью проекта была разработка предложений для достижения рационального землепользования как на российской, так и на китайской части бассейна. Американская сторона выделяла финансирование для

этого проекта и продвигала имеющийся у нее опыт специального зонирования территории для оценок землепользования и опыт организации комплексного природопользования в бассейнах рек и озер. Однако у российской стороны оказался более значительный багаж различных видов географического зонирования и районирования, что и было использовано нами в этом проекте.

В рамках выполнения этого проекта проводились полевые обследования, состоялся ряд интересных рабочих совещаний в России, КНР и США. Российские и китайские ученые и специалисты ознакомились с интересным опытом организации и управления природопользованием в бассейне озера Тахо (США).

На основе анализа различных географических карт, оценок земельных ресурсов и форм их использования, учета экологических ограничений было проведено оригинальное функциональное зонирование всей территории бассейна. Для отдельных участков (зон) были предложены приоритетные и допустимые виды землепользования. В результате были подготовлены книга и карта, где показаны состояние и даны предложения по организации регионального, устойчивого землепользования в различных частях бассейна р. Уссури на трех языках: русском, китайском и английском (рис. 1, 2). Соавторы с российской стороны – ученые ТИГ и ИВЭП ДВО РАН.

Следующей очень важной совместной работой было наше участие в крупном российско-китайско-японском проекте: «Влияние природопользования в трансграничном бассейне реки Амур на биопродуктивность Охотского и Японского морей».

Известно, что большая часть стока р. Амур поступает в Охотское море, менее значительная часть – в Японское. А весь сток формируется в огромном трансграничном бассейне, территория которого расположена в РФ, КНР и Монголии. В этой связи состояние природопользования и антропогенные нагрузки в целом в этих зонах бассейна Амура могут оказывать и оказывают существенное влияние на качество морских вод Охотского и Японского морей, а следовательно, и на их биопродуктивность. Кроме того, изменения форм и пространственных структур природопользования и техногенных воздействий в бассейне Амура также будут оказывать влияние на биопродуктивность морей (рис. 3).

Для подобных оценок впервые были построены электронные карты – геоморфологические, растительности и использования земель для всего бассейна. Оценены антропогенные загрязнения стока Амура и их вынос в морскую среду. Японские специалисты



Рис. 1. Обложка книги с изложением результатов проекта

Fig. 1. Book cover outlining the results of the project

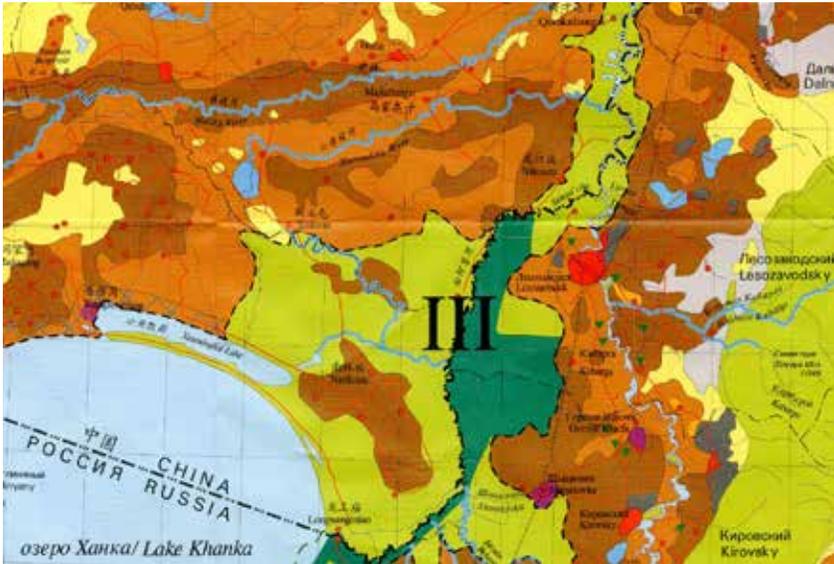


Рис. 2. Фрагмент карты предложений по землепользованию в бассейне р. Уссури
Fig. 2. Fragment of the map of recommendations on land use in the basin of Ussuri River

совместно со специалистами Росгидромета и ТИНРО провели соответствующие исследования морей. В результате были разработаны обобщенные модели связей и зависимостей экосистемы бассейна Амура и биопродуктивности Охотского и Японского морей. Состоялось несколько обсуждений результатов проекта в России, Японии и КНР. По основным результатам была издана специальная монография (Environmental Change and the Social Response in the Amur River Basin. Editors: Shigeeko Naruyama, Takayuki Shiraiwa. Springer: Japan, 2015. 262 p.). Следует отметить, что подобные, очень интересные и важные исследования необходимо продолжать в направлении разработки геоинформационных систем (ГИС) для бассейнов р. Амур, Охотского и Японского морей и иерархического моделирования взаимосвязанной динамики этих трансграничных геосистем в целом.

В последующем ученые институтов продолжили сотрудничество, участвуя еще в ряде международных проектов по бассейну Амура. Специалисты ТИГ и ИВЭП разрабатывали проблемы трансграничного природопользования, проводили оценку антропогенных воздействий на природную среду, переноса техногенных загрязнений со стоком р. Амур, составляли различные оценочные карты. Подобное сотрудничество развивалось и при вы-

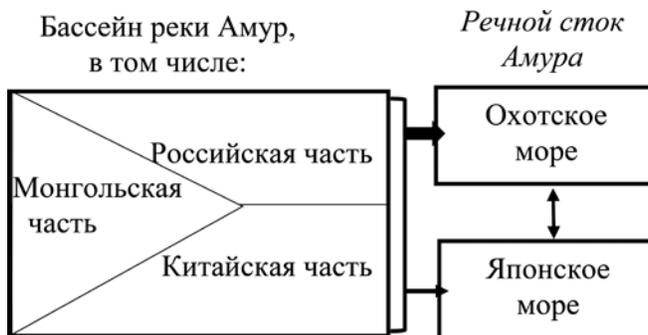


Рис. 3. Обобщенная схема связи экосистемы бассейна р. Амур с Охотским и Японским морями

Fig. 3. General view of the connection of the Amur River basin ecosystem with the Seas of Okhotsk and Japan

полнении ряда региональных программ ДВО РАН, в том числе по бассейну Амура, по амурскому тигру и другим.

Интересной была междисциплинарная программа ДВО РАН по бассейну оз. Ханка, участвуя в которой ученые ИВЭП и ТИГ провели анализ причин колебания уровня воды в озере, в том числе в прошлые палеогеографические периоды, трансформации береговых структур и ландшафтов в бассейне и другие исследования.

Плодотворное сотрудничество состоялось и в работе диссертационных советов, редколлегиях журналов и при проведении многих совместных конференций. Наибольший вклад в развитие сотрудничества ТИГ и ИВЭП внесли многие сотрудники институтов. Со стороны ТИГ это П.Я. Бакланов, А.Н. Качур, С.С. Ганзей, В.В. Ермошин, Д.Г. Пикунов, Н.В. Мишина, В.Б. Базарова, В.В. Шамов, А.М. Короткий, В.П. Каракин, А.С. Ланкин и другие. Со стороны ИВЭП – Б.А. Воронов, Э.Н. Сохина, А.Н. Махинов, А.Ф. Мандыч, В.И. Росликова, З.Г. Мирзеханова, В.П. Шестеркин, В.И. Ким и другие.

Учеными ТИГ и ИВЭП ДВО РАН за более чем 50 лет накоплен большой опыт плодотворного сотрудничества в отраслевых и комплексных научных эколого-географических исследованиях. Выполнен целый ряд крупных региональных и международных междисциплинарных проектов по совершенствованию трансграничного природопользования. Основные результаты опубликованы во многих совместных работах. Этот потенциал должен послужить основой дальнейшего развития, углубления такого сотрудничества. Экосистемный и геосистемный подходы, развиваемые в институтах, составляют надежную основу такого сотрудничества в сложных междисциплинарных эколого-географических исследованиях в будущем.

*П.Я. БАКЛАНОВ,
научный руководитель ТИГ ДВО РАН, академик РАН,
Владивосток,
e-mail: pbaklanov@tigdvo.ru*

*Б.А. ВОРОНОВ,
научный руководитель ИВЭП ДВО РАН,
чл.-корр. РАН, доктор биологических наук,
Хабаровск,
e-mail: ivep@ivep.as.khb.ru*

Система особо охраняемых природных территорий российской части бассейна р. Амур и ее роль в сохранении биологического разнообразия растительного покрова

Мария Викторовна КРЮКОВА
доктор биологических наук, главный научный сотрудник, директор института
ХФИЦ ДВО РАН, Институт водных и экологических проблем, Хабаровск, Россия
flora@ivpep.as.khb.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1500-6993>

Аннотация. Дана характеристика структуры особо охраняемых природных территорий (ООПТ) российской части бассейна р. Амур по категориям и в соответствии с их распределением в пределах субъектов Российской Федерации, расположенных в бассейне реки. Сеть особо охраняемых природных территорий охватывает до 12.5 % территории бассейна и является важным элементом экологического каркаса. В регионе расположены 12 заповедников, 5 национальных парков, 8 государственных природных биологических заказников федерального значения, 7 заказников регионального значения, 7 природных парков, 2 дендрологических парка, 2 водно-болотных угодья регионального значения, 283 памятника природы, 6 экологических коридоров общей площадью 12515 тыс. га. Показана роль ООПТ в сохранении биологического разнообразия растительного покрова ключевых зональных и экотонных природных комплексов. Средняя флористическая репрезентативность ООПТ составляет 43 %. Высокое флористическое разнообразие отмечено для ООПТ, расположенных на юге рассматриваемого региона в зоне хвойно-широколиственных лесов, а также в зонах контакта «хвойные – хвойно-широколиственные леса», «южная тайга – лесостепь». Доля редких и исчезающих видов растений и грибов, включенных в региональные Красные книги, составляет от 5.2 до 13.4 % видового разнообразия растительного покрова субъектов. В системе ООПТ охраняются от 50.9 (Забайкальский край) до 92.9 % охраняемых объектов растительного мира (Еврейская автономная область). В качестве показателя нарушенности растительного покрова принят индекс адвентизации ООПТ. По степени адвентизации выделяются три охраняемые природные территории – заповедники «Большехецирский» (11.5 %), «Ханкайский» (12.1 %), «Бастак» (8.4 %), парки «Алханай» (11.7 %), «Анюйский» (8 %), расположенные вблизи населенных пунктов, крупных автомагистралей, железной дороги и водных путей. Даны рекомендации по развитию системы особо охраняемых природных территорий.

Ключевые слова: Амур, особо охраняемые природные территории, растительный покров, редкие и исчезающие виды

Для цитирования: Крюкова М.В. Система особо охраняемых природных территорий российской части бассейна р. Амур и ее роль в сохранении биологического разнообразия растительного покрова // Тихоокеанская география. 2023. № 3. С. 9–22. https://doi.org/10.35735/26870509_2023_15_1.

System of specially protected natural areas of the Russian part of the Amur River basin and its role in the conservation of biological diversity of vegetation cover

MARIA V. KRYUKOVA

Doctor of Biological Sciences, Chief research associate, Director of the Institute
Khabarovsk Federal Center FEB RAS, Institute of Water and Environmental Problems, Khabarovsk,
Russia

paper@e-mail.org, <https://orcid.org/0000-0003-1500-6993>

Abstract. The structure of specially protected natural areas (SPNA) in the Russian part of the Amur River basin is characterized by categories and in accordance with their distribution within the constituent entities of the Russian Federation located in the river basin. The network of specially protected natural areas covers up to 12.5 % of the territory of the basin. It is an important element of the ecological framework. The region has 12 state nature reserves, 5 national parks, 8 state natural biological reserves of federal significance, 70 regional natural reserves, 7 natural parks, 2 dendrological parks, 2 wetlands of regional significance, 283 natural monuments, 6 ecological corridors with a total area of 12515 thousand hectares. The role of protected areas in the conservation of the biological diversity of the vegetation cover of key zonal and ecotone natural complexes is shown. The average floristic representativeness of SPNA is 43 %. A high floristic diversity was noted for protected areas located in the south of the region under consideration in the zone of coniferous-broad-leaf forests, as well as in the contact zones “taiga-coniferous-broad-leaf forests”, “southern taiga-forest-steppe”. The percentage of rare and endangered species of plants and fungi included in the regional Red Books ranges from 5.2 % to 13.4 % of the species diversity of the vegetation cover of the federal subjects. In the system of SPNA are protected from 50.9% (Zabaikalsky Krai) to 92.9 % of protected flora objects (Jewish Autonomous Region). The adventization index of protected areas was adopted as an indicator of vegetation disturbance. According to the degree of adventization, three protected natural areas are distinguished - the reserves “Bolshekhokhtsirsky” (11.5 %), “Khankaysky” (12.1%) and “Bastak” (8.4 %), parks “Alkhanay” (11.7 %) and Anyuisky (8 %), located near settlements, major highways, railways and waterways. Recommendations are given for the development of a system of specially protected natural areas.

Keywords: Amur, specially protected natural areas, vegetation cover, rare and endangered species of plants and fungi

For citation: Kryukova M.V. System of specially protected natural areas of the Russian part of the Amur River basin and its role in the conservation of biological diversity of vegetation cover. *Pacific Geography*. 2023;(3):9-22. (In Russ.). https://doi.org/10.35735/26870509_2023_15_1.

Введение

Бассейн р. Амур расположен на восточной окраине Азии в зоне активного взаимодействия материка и Тихого океана, что определяет специфику его природно-климатических условий: цикличные многолетние смены засушливых и влажных периодов, разную степень океанического и континентального влияния на востоке и западе бассейна. Наличие горных систем, расположенных перпендикулярно муссонному движению воздушных масс, усиливают контрастность природно-климатических факторов и мозаичность природных комплексов, сочетание природных рубежей разного ранга, в том числе разных по генезису фратрий растительных формаций: охотско-камчатской, маньчжурской, даурской, восточно-сибирской, берингийской. Положение территории в составе бореально-немо-

рального, бореально-гемибореально-степного экотонов Восточной Азии определяет высокое видовое разнообразие растительного покрова, в котором представлены 3199 видов сосудистых растений из 167 семейств, 850 родов [1], и вместе с тем высокую уязвимость растительных сообществ.

Значительные преобразования природной среды, произошедшие в бассейне р. Амур за последнее столетие в результате прямой и опосредованной деятельности человека, привели к большим потерям, связанным с разрушением экотопов, сокращением и фрагментацией видовых ареалов, снижением численности и встречаемости популяций уязвимых реликтовых и эндемичных видов растений, многие из которых являются ценными объектами научных исследований, хозяйственного использования. Специфической особенностью природопользования в условиях региона является его истощительный характер, развитие на основе вовлечения в хозяйственный оборот новых природных объектов, расположенных в малоосвоенных или неосвоенных районах, без вложения средств в дальнейшее развитие освоенных территорий. Сохранение биологического разнообразия растительного покрова в условиях активного хозяйственного освоения территории становится одной из наиболее важных в комплексе проблем охраны природы.

Реализация природоохранной деятельности в регионе предполагает сложную систему взаимосвязанных мероприятий, регламентируемых международными соглашениями, федеральным и региональным нормативно-правовыми документами, программами, стратегиями, в том числе административных, исследовательских, организационных, технологических, культивационных, образовательно-просветительских. На практике охрана растительного покрова сводится к охране на уровне видовых популяций, экотопов, экосистем с их естественной динамикой в системе особо охраняемых природных территорий (ООПТ), которая в настоящий момент является наиболее эффективной природоохранной мерой. Полное либо частичное изъятие из хозяйственного оборота территорий позволяет организовать охрану различных по площади и функциональной значимости уникальных и уязвимых природных комплексов и объектов, биологического разнообразия.

Материалы и методы

Целью наших исследований был анализ организации системы охраны биологического разнообразия растительного покрова российской части бассейна р. Амур и выявление ее функциональной значимости в связи с антропогенным освоением.

Научно-исследовательские работы в этом направлении охватывают более чем 25-летний период. Для организации мониторинговых исследований были проведены детальные маршрутные полевые исследования на отдельных участках бассейна р. Амур, в различной степени вовлеченных в хозяйственный оборот, рассматриваемых как модельные полигоны. Использовались методические разработки фитосозологической оценки индикаторности растительных объектов на разных уровнях и в различных типах ландшафтов, методические рекомендации по оценке природоохранной эффективности ООПТ [2–8].

Результаты и их обсуждение

Система ООПТ российской части бассейна р. Амур в настоящее время охватывает до 12,5 % его территории и является важным элементом экологического каркаса (рис. 1). Ядром природоохранного комплекса выступают прежде всего территории федерального подчинения – государственные природные заповедники «Большесехцирский», «Зейский», «Буреинский», «Ханкайский», «Хинганский», «Бастак», «Даурский», «Сохондинский» и «Сихотэ-Алиньский» (в пределах бассейна р. Амур) и др., национальные парки «Удэгейская легенда», «Бикин», «Ануйский», «Шантарские острова», «Токинско-Ста-

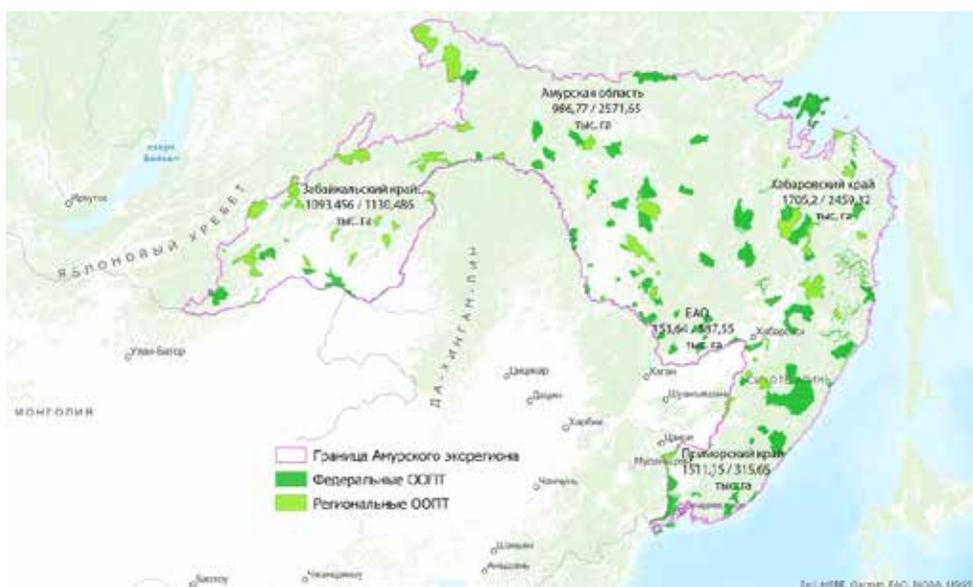


Рис. 1. Схема размещения и соотношение площадей особо охраняемых природных территорий федерального и регионального значения по субъектам Российской Федерации в бассейне р. Амур (<https://hcvf.ru/ru/maps/>)

Fig. 1. Scheme of placement and ratio of areas of specially protected natural territories of federal and regional significance in the constituent entities of the Russian Federation in the basin of the Amur River (<https://hcvf.ru/ru/maps/>)

новой», «Алханай» (табл. 1). Меньшую роль в сохранении природных комплексов играют государственные природные заказники, как учреждения более специализированные на объектах охраны и организация которых допускает осуществление некоторых типов хозяйственной деятельности.

Формы организации более разнообразны у ООПТ регионального значения. В российской части бассейна р. Амур расположены 55 заказников регионального значения (5587 тыс. га). По функциональному назначению они делятся на природные, биологические (охотничьи), рыбохозяйственные. Функции охраны природы и развитие экологического туризма, рекреационной деятельности совмещают природные парки, представленные на площади в 298,7 тыс. га в пределах Забайкальского и Хабаровского краев, Амурской области. В Хабаровском крае и Еврейской автономной области (ЕАО) есть также дендрологические парки (0,21 тыс. га), расположенные в окрестностях г. Хабаровск (пос. Сосновка) и в г. Биробиджан и выполняющие функции сохранения разнообразия растительного мира, а также полигона для научной, учебной и просветительской деятельности.

На рассматриваемой территории организованы 283 памятника природы, большая часть которых являются ландшафтными, ботаническими и зоологическими, т.е. функционально отвечающими за сохранение ландшафтного и биологического разнообразия. Несмотря на то, что 20 % памятников природы призваны сохранять геологические (палеонтологические, геологические обнажения, пещеры, валуны, метеоритные кратеры, наскальные рисунки) и гидрологические объекты (минеральные источники, ключи), значительная их часть имеет природоохранное значение и для сохранения уникальных природных комплексов.

Решениями субъектов РФ образованы новые категории ОПТ – «экологический коридор» в Хабаровском крае и «водно-болотное угодье» в Хабаровском крае и Амурской области. Основной функцией экологических коридоров является обеспечение пространственно-генетических связей различных категорий охраняемых природных территорий, совершения миграций, обеспечения питания и размножения амурского тигра, а также других редких и исчезающих видов животных. Организуются коридоры, как правило, между

Таблица 1

Особо охраняемые природные территории российской части бассейна р. Амур
Table 1. Specially protected natural territories of the Russian section of the Amur River basin

Категории ООПТ	Субъекты Российской Федерации (количество / площадь, тыс. га)				
	Забайкальский край	Амурская область	Еврейская автономная область	Хабаровский край	Приморский край
Федеральные ООПТ					
Заповедники	2 / 596.45 (155.25)	3 / 479.24 (408.37)	1 / 153.64 (127.09)	4 / 590.43 (468.29)	2 / 274.3 (175.09)
Национальные парки	1 / 181.27 (141.9)	1 / 252.89	–	1 / 429.37	2 / 1236.8
Заказники	2 / 271.7	2 / 121.9	–	4 / 634.4	–
Региональные ООПТ					
Заказники	15 / 1116.65	28 / 2150.24	5 / 292.59	16 / 1728.12	6 / 299.84
Природные парки	1 / 2.996	2 / 134.91	–	4 / 160.84 (160.83)	–
Дендрологический парк	–	–	1 / 0.019	1 / 0.19	–
Водно-болотные угодья	–	1 / 271.8	–	1 / 308.96	–
Памятники природы	38 / 10.84	60 / 14.7 (11.2) 56 / ?	17 / 294.94 (294.88)	47 / 68.05 (63.34)	65 / 15.81 (10.66)
Экологические коридоры	–	–	–	6 / 193.16	–

Примечание. Для ООПТ указана общая площадь территории, в скобках – площадь территории ООПТ без учета площади охранной зоны.

резерватами других категорий («Маноминский», «Матайский», «Хорский») либо на его границе с КНР («Стрельников»).

Водно-болотные угодья (ВБУ) имеют первостепенное значение в качестве регуляторов водного режима и местообитаний редких и промысловых водных и околоводных птиц, рыб и круглоротых соответствующих растительных комплексов. В регионе организованы два ВБУ регионального значения – «Озеро Эворон и река Эвур» (Хабаровский край) и «Альдикон» (Амурская область). Статус ВБУ международного значения имеют, например, Удыль-Кизинская низменность в пределах территории заказника федерального значения «Удыль» (Хабаровский край), Хингано-Архаринская низменность в пределах государственного федерального природного заповедника «Хинганский» и заказника регионального значения «Ганукан» (Амурская область).

Большую роль в сохранении основных экологических функций экосистем, снижении проявления экстремальных природных процессов играют нормативные территории, имеющие тот или иной «охранный» статус. К системе указанных территорий во всех субъектах РФ относятся леса первой и второй группы, все особо-защитные участки леса, территории водоохраных зон в долинах рек, прибрежно-морской и приозерной полос, нерестовые части рек, территории, обеспечивающие сохранность месторождений подземных вод, и т.д.

Одной из основных задач системы ООПТ бассейна р. Амур является сохранение биологического и ландшафтного разнообразия на всех иерархических уровнях. Для этого она должна соответствовать ландшафтно-экологической структуре территорий и акваторий, охватывать достаточные для выполнения своих функций площади ключевых для сохранения биологического и ландшафтного разнообразия районов, включать в себя участки, важные для воспроизводства и миграций редких и исчезающих видов, нуждающихся в особой охране, и т.д.

Современным инструментом оценки репрезентативности системы ООПТ в связи с их ролью для сохранения биологического и ландшафтного разнообразия является выявление полноты и достаточности такой системы, ее эффективности. Для определения функциональной значимости состояния ООПТ в соответствии с методическими рекомендациями [2, 5–7] используются следующие критерии: природоохранная значимость; достаточность и целостность; выполняемые и потенциальные экологические функции, в том числе экологические услуги на региональном и локальном уровнях; положение и значение в структуре сети ООПТ региона; безопасность ООПТ и устойчивость ее экосистем к изменениям среды; потенциальные риски.

Нами эти критерии рассматривались в контексте их значимости для сохранения биологического разнообразия растительного покрова путем оценки показателей репрезентативности разнообразия сосудистых растений региона, представленных в ООПТ, вклада в охрану редких и исчезающих видов растений и грибов.

Анализ видового разнообразия растительного покрова с разных позиций позволяет выявить его индикаторную роль, выражающуюся в различных аспектах. Прежде всего с видовым разнообразием связана эталонная роль природных экосистем ООПТ. Кроме того, видовое разнообразие имеет базовое значение для оценки биологического разнообразия и является критерием структуры растительности и важнейшим индикатором свойств экосистем [8, 9]. Оно имеет значение для определения биотопической функции экосистем, поскольку с ним связана фаунистическая стабильность отдельных участков, регионов, зон и, наконец, биосферы [10, 11]. Также видовое разнообразие имеет ценность как рекреационный ресурс с эстетической точки зрения в национальных и природных парках.

Биологическое разнообразие в пределах ООПТ российской части бассейна р. Амур до настоящего времени изучено не полно. Имеются сведения по видовому разнообразию сосудистых растений ООПТ федерального значения – заповедников, некоторых национальных парков и заказников, на примере которых и будет дана оценка репрезентативности системы ООПТ с точки зрения сохранения биологического разнообразия растительного покрова региона (табл. 2).

Анализируя видовое разнообразие ООПТ высшего статуса, следует отметить высокое флористическое разнообразие территорий, расположенных на юге рассматриваемого региона в зоне хвойно-широколиственных лесов, а также в зонах контакта «хвойные – хвойно-широколиственные леса», «южная тайга – лесостепь» – заповедники «Большехехцирский», «Сохондинский», «Сихотэ-Алинский», «Хинганский», национальный парк «Алханай», которые характеризуются сложными природно-климатическими условиями, высоким разнообразием ландшафтов – от равнинных до среднегорных гольцовых. Невысокое разнообразие видового состава растительного покрова ряда заповедников («Болоньский», «Норский»), заказника «Удыль» определяется слабой дифференциацией рельефа, и, следовательно, незначительным ландшафтным разнообразием, преимущественным распространением на территории луговых, лугово-болотных, болотных экосистем. Низкие показатели видового разнообразия заповедника «Буреинский» и заказника «Баджалский» связаны с их положением в системе среднегорных хребтов Буреинского нагорья, в пределах которых часть местообитаний характеризуется экстремальными условиями для развития растительного покрова, характеризующегося выраженной высотной поясностью от южной и средней тайги до гольцов.

Флористическая репрезентативность ООПТ показывает, насколько полно существующая система особо охраняемых природных объектов представляет видовое разнообразие растительного покрова каждого района или региона, в пределах которых она образована. Эффективность ООПТ определяется тем, насколько в ней представлены типичные, характерные для природной зоны, а также редкие или уникальные виды и сообщества, подчеркивающие специфику ее экосистем.

Для оценки флористической репрезентативности все ООПТ были распределены по флористическим районам в соответствии с их местоположением. Сопоставление числа

Таблица 2

Количественные характеристики природной флоры и флористической репрезентативности особо охраняемых природных территорий федерального значения российской части бассейна р. Амур

Table 2. Quantitative characteristics of the natural flora and floristic representativeness of specially protected natural areas of federal significance in the Russian section of the Amur River basin

Заповедники, национальные парки, заказники	Число видов	Количество видов на единицу площади, шт./тыс. га	Репрезентативность, %	Число охраняемых объектов Красной книги		Степень адвентивности, %
				Российской Федерации [12]	субъекта Российской Федерации [13–18]	
Алханай	960	5.3	61.5	6	24	11.7
Ано́йский	886	2.1	53.5	15	41	8.0
Баджалский	286	1.0	30.6	1	13	1.7
Бастак	805	5.2	48.6	14	45	8.4
Болонский	403	3.9	24.4	3	9	2.7
Большехе́хцирский	1042	18.6	63.0	16	54	11.5
Буреинский	512	1.2	54.8	2	18	1.2
Даурский	610	2.7	39.1	3	32	2.6
Зейский	698	5.2	47.1	10	26	3.4
Комсомольский	699	10.0	42.1	7	18	7.4
Норский	516	2.3	34.8	5	23	4.3
Сихотэ-Алинский	1076	2.3	46.3	2	53	8.6
Сохондинский	923	1.7	60.9	6	38	7.4
Удэ́ль	297	2.2	23.5	1	3	1.7
Удэ́гейская легенда	458	6.0	19.7	12	24	7.8
Ханка́йский	713	6.2	30.7	13	21	12.1
Хинга́нский	953	7.7	64.3	19	97	5.2
Цасуче́йский бор	384	6.6	24.6	1	12	6.5

Примечание. Количество родов и видов учтено в авторской трактовке соответствующих флористических изданий [19–34].

видов в ООПТ и флористических районов до определенной степени условно. Сложность подобного анализа связана с тем, что не для всех ООПТ закончены работы по инвентаризации разнообразия растительного покрова, недостаточно четко определены флористические районы и их границы. Для анализа мы использовали схему флористического районирования российского Дальнего Востока [35], уточненную для бассейна нижней части р. Амур [36].

Флористическая репрезентативность ООПТ Приамурья колеблется от 19.7 до 64.6 % (табл. 3). Ее величина определяется характером территории – размерами, историей формирования биоты, ландшафтной структурой, расположением ООПТ в составе флористического района. Наиболее высокими оказались показатели в заповедниках «Большехехцирский», «Сохондинский», «Хинганский», «Буреинский», национальных парках «Алханай», «Ано́йский». Это подтверждает высокую природоохранную ценность ООПТ, характеризующихся высокими показателями разнообразия ландшафтов и связанных с ними разных по экологическим требованиям типов растительных сообществ. Эффективность выбранных для сохранения типичных и уникальных растительных сообществ положения и площади указанных охраняемых территорий подтверждают и соотношения разнообразия видов сосудистых растений и площади ООПТ. Наиболее высокие показатели – в пределах 5.2–18.6 вида на 1 тыс. га характерны для ООПТ с высокими показателями флористической репрезентативности и небольшими занимаемыми площадями – заповедников «Большехехцирский», «Хинганский», «Бастак», «Комсомольский», национальных парков «Алханай», «Удэ́гейская легенда». Это не снижает экологическую значимость и средо-

образующие функции ООПТ, имеющих низкие показатели флористической репрезентативности в силу однотипных природных условий, как например, в заповедниках «Болоньский», «Норский», «Ханкайский», заказнике «Удиль».

Важным показателем природоохранной ценности ООПТ являются редкие и исчезающие объекты растительного мира. В субъектах РФ, расположенных в бассейне р. Амур, они включены в региональные Красные книги [13–18], и их доля от видового разнообразия растительного покрова составляет 5.2 % для Приморского края; 9.1 % для ЕАО; 10.5 % для Хабаровского края; 12.4 % для Амурской области; 13.4 % для Забайкальского края (рис. 2). В Красную книгу РФ включены 117 видов растений и грибов, произрастающих в российской части бассейна р. Амур [12].

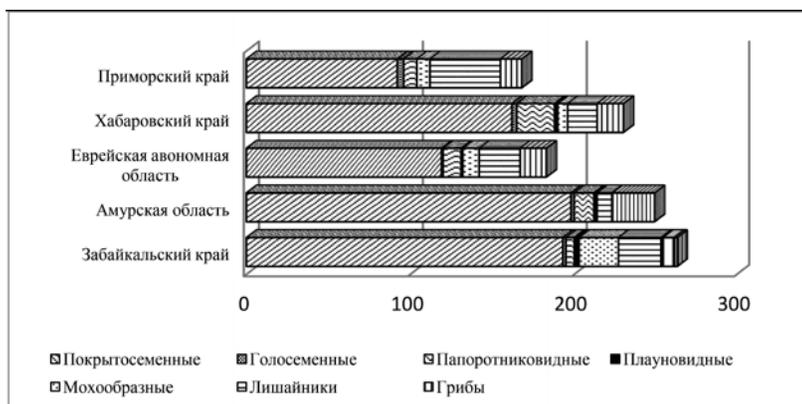


Рис. 2. Количество видов охраняемых объектов растительного мира российской части бассейна р. Амур.

Fig. 2. The number of species of protected flora objects in the Russian section of the Amur River basin

Анализируя представленность редких видов сосудистых растений, включенных в Красные книги различного ранга, в ООПТ региона, с сожалением приходится констатировать, что только часть из них, имеющих достаточно высокие показатели редкости во флоре региона, охвачена охраной (табл. 3). Доля объектов растительного мира Красной книги РФ и региональных Красных книг, охраняемых в ООПТ, составляет 51 % для Забайкальского края, 72 % для Амурской области, 93 % для ЕАО, 79 % для Хабаровского края и 56 % для Приморского края.

Помимо ООПТ, имеющих большие территории, для сохранения и восстановления ряда редких и исчезающих видов и их местообитаний на территориях субъектов РФ созданы 283 ботанических и ландшафтных памятника природы: «Виноградовник» (*Ampelopsis japonica* (Thunb.) Makino), «Биджанское обнажение», «Биджанские Острижки», «Медвежий утес» (*Pyrrosia petiolosa* (Christ et Baroni) на территории ЕАО, «Гора Аргалитуй» (*Tripogon chinensis* (Franch.) Hack.), «Степное сообщество в пади Кислый ключ» (*Hemerocallis minor* Mill., *Menispermum dauricum* DC.) на территории Забайкальского края, «Урочище «Мухинка»» (*Dioscorea nipponica* Makino, *Cypripedium calceolus* L., *C. macranthos* Sw., *Neottianthe cucullata* (L.) Schlechter, *Iris ensata* Thunb., *Paeonia lactiflora* Pall., *P. obovata* Maxim.) на территории Амурской области, «Пещера Прощальная» (*Cypripedium calceolus*, *Dioscorea nipponica*, *Lilium distichum* Nakai, *Liparis japonica* (Miq.) Maxim., *Galearis cyclochila* (Franch. et Savat.) Soó, *Ilex rugosa* Fr. Schmidt, *Paeonia obovata*, *Taxus cuspidata* Siebold et Zucc., *Aleuritopteris argentea* (S.G. Gmel.) Fée, *Dennstaedtia wilfordii* (Moore) Christ, *Coniogramme intermedia* Hieron., *Phyllitis japonica* Kom., *Polystichum craspedosorum* (Maxim.) Diels, *Cryptogramma stelleri* (S.G. Gmel.) Prantl, *Lycopodioides tamariscina* (P. Beauv.) Tzvel. и

Таблица 3

Количество объектов растительного мира, включенных в Красные книги РФ и субъектов РФ, подлежащих охране в системе ООПТ

Table 3. The number of flora objects included in the Red Books of the Russian Federation and the Red Books of federal subjects, which should be protected in the system of the specially protected natural areas

Категории ООПТ	Забайкальский край	Амурская область	Еврейская автономная область	Хабаровский край	Приморский край
Заповедники	95	124	75	109	91
Национальные и природные парки	24	14	-	26	-
Заказники	30	33	45	21	-
Памятники природы	2	8	50	26	4

др.), «Гора Ко» (*Bupleurum euphorbioides* Nakai, *Kitagawia eryngiifolia* (Kom.) Pimenov, *Sorbaria rhoifolia* Kom., *Bergenia pacifica*, *Heuchera sichotensis* (Gorovoi et N.S. Pavlova) Zhmylev, *Microbiota decussata* Kom.) на территории Хабаровского края, «Тисовая роща» (*Taxus cuspidata*), «Озеро Лотосовое», «Лотосовое озеро» (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) на территории Приморского края.

Не охраняются в системе ООПТ такие виды, как *Iris ventricosa* Pall, *Caulinia flexilis* Willd., *Allium neriniflorum* (Herb.) Baker, *Caldesia reniformis* (D. Don) Makino, *Nymphoides coreana* (Levl.) Hara, *Exochorda serratifolia* S. Moore, *Salix gordeevii* Chang et D. Skvortzov, которые включены в перечень охраняемых объектов Красной книги РФ, а также *Callistephus chinensis* (L.) Nees, *Lilium debile* Kittlitz, *Adenophora stenantha* (Ledeb.) Kitag., *Aquilegia atropurpurea* Willd., *Lespedeza davurica* (Laxm.) Schindl., *Teucrium maximowiczii* Probat., *Chlorophyllum agaricoides* (Czer.) Vellinga и др., имеющие высокие критерии редкости в региональных Красных книгах.

Подавляющее число популяций эндемичных и субэндемичных представителей флоры, описанных из классических мест произрастания (*locus classicus*) на территории региона, также до сих пор не подлежат охране даже на уровне памятников природы. К ним относятся: *Symphyllocarpus exilis* Maxim., *Kitagawia eryngiifolia*, *Festuca amurensis* E.B. Alexeev, *Astragalus tumnensis* N.S. Pavlova et Bassargin., *Phlojodicarpus komarovii* Gorovoj, *Saussurea grandifolia* Maxim. и др.

Выполнение ООПТ природоохранных функций определяется и тем, насколько сохранился в них природный потенциал к моменту их организации и началу функционирования. Полностью выполняющими свои функции могут считаться те резерваты, которые созданы на территориях, не затронутых хозяйственным освоением, а также расположенные в удаленных от промышленных центров районах.

Большая часть ООПТ региона организована на территориях, которые ранее осваивались под сельскохозяйственную деятельность, лесозаготовителями, горноработчиками, в меньшей степени – охотниками, рыбодобытчиками. В результате распашки земель, мелиоративных работ, лесозаготовок, золотодобычи прошлых лет в в таких заповедниках, как «Сохондинский», «Буреинский», «Комсомольский», «Ханкайский», в национальном парке «Анхойский» отмечается разрушение на отдельных участках коренных растительных формаций, которые замещены сейчас в основном производным рядом сообществ. В национальном парке «Алханай» значительные площади занимают также культурные ландшафты, являющиеся достопримечательностью парка.

Основными факторами риска для охраняемых территорий после придания им охранного статуса являются природные (пожары, наводнения, распространение насекомых-вредителей и др.) и антропогенные факторы (браконьерство, ненормированная рекреационная нагрузка, возрастающая изоляция ООПТ в результате развития населенных пунктов, инфраструктуры вблизи их границ).

Антропогенная трансформация биологического разнообразия, затронувшая в разной степени ООПТ региона, сопровождается синантропизацией и прежде всего адвентизацией растительного покрова. Проявление этого процесса разнообразно: обеднение видового состава за счет выпадения редких и исчезающих видов растений, унификация растительности из-за постепенного исчезновения региональных особенностей, замена автохтонных элементов аллохтонными, снижение продуктивности и стабильности растительных сообществ. При нарастании антропогенных нагрузок позиция заносных (прежде всего синантропных) видов усиливается, поэтому синантропизация может служить показателем как степени нарушенности растительного покрова, так и состояния экосистем ООПТ в целом.

По степени адвентизации выделяются заповедники «Большехехцирский», «Ханкайский», «Бастак», парки «Алханай», «Анюйский», расположенные вблизи населенных пунктов, крупных автомагистралей, железной дороги и водных путей. Такая локализация способствует проникновению на охраняемые территории адвентивных видов, которые закрепляются на нарушенных местообитаниях вокруг кордонов, на противопожарных полосах вдоль границ охраняемых территорий, а также по берегам водоемов и водотоков. Для заповедника «Сихотэ-Алинский» высокий индекс адвентизации определяется наличием инвазивных видов растений, встречающихся преимущественно на восточном макросклоне Сихотэ-Алиния вдоль автомобильной дороги и морского побережья. В остальных ООПТ отмечается очень слабая синантропизация, она выявлена только на участках вблизи кордонов, вдоль телефонных линий, лесных дорог.

Доступность ООПТ является также важным показателем их состояния. Экосистемы ООПТ, расположенных вблизи населенных пунктов, окруженных сетью линейных сооружений (дорог, ЛЭП, газо- и нефтепроводов и др.), изолированы от других природных комплексов и более подвержены влиянию человека, более уязвимы для различных факторов риска. Это актуально, например, для заповедников «Большехехцирский», «Ханкайский», расположенных вблизи населенных пунктов и в окружении территорий, значительно трансформированных сельскохозяйственной деятельностью.

Система природных охраняемых комплексов должна быть организована в соответствии с необходимостью обеспечения экологического равновесия территории и сохранения биоразнообразия региона. В связи с этим большое значение в организации такой сети имеют заказники, экологические коридоры, памятники природы, которые могут выполнять коммуникационные и экологические функции.

Таким образом, низкие показатели нарушенности растительного покрова территорий, индексов его адвентизации подчеркивают высокую степень сохранности природных комплексов ООПТ и выполнения ими основных экологических функций. Высокие показатели флористической репрезентативности, представленности на территориях ООПТ охраняемых объектов растительного мира определяют природоохранную ценность и эффективность существующей системы ООПТ в регионе.

Заключение и выводы

Система ООПТ российской части бассейна р. Амур в настоящее время охватывает до 12.5 % его территории и является важным элементом экологического каркаса. Ядром природоохранного комплекса выступают прежде всего территории федерального подчинения – государственные природные заповедники, национальные парки, заказники.

Анализируя расположение ООПТ в пределах российской части бассейна Амура, следует отметить полную представленность в них уникальных зональных, а также экотонных экосистем хвойно-широколиственных и широколиственных лесов, степей, лесостепей, тайги.

В регионе расположены 12 заповедников, 5 национальных парков, 8 государственных природных биологических заказников федерального значения, 70 заказников региональ-

ного значения, 7 природных парков, 2 дендрологических парка, 2 водно-болотных угодья регионального значения, 283 памятника природы, 6 экологических коридоров общей площадью 12515 тыс. га.

Выполненная оценка природоохранной значимости ООПТ подтверждает их достаточность для сохранения биологического разнообразия растительного покрова региона. Высокое флористическое разнообразие отмечено для ООПТ, расположенных на юге рассматриваемого региона в зоне хвойно-широколиственных лесов, а также в зонах контакта «хвойные – хвойно-широколиственные леса», «южная тайга – лесостепь». Величина флористической репрезентативности ООПТ определяется размерами территории, разнообразием ландшафтов, степенью ненарушенности природных комплексов и составляет от 19.7 до 64.6 %, в среднем 43 %. Наиболее высокие ее показатели характерны для заповедников «Большехехцирский», «Сохондинский», «Хинганский», «Буреинский», национальных парков «Алханай», «Ануйский».

Доля редких и исчезающих объектов растительного мира, включенных в региональные Красные книги, составляет от 5.2 до 13.4 % видового разнообразия растительного покрова субъектов РФ, расположенных в бассейне р. Амур. В системе ООПТ охраняются от 51 (Забайкальский край) до 93 % (ЕАО) объектов растительного мира, включенных в Красные книги РФ и субъектов РФ.

Организация ООПТ резко ограничила сферу прямых воздействий на природные комплексы, однако полностью их исключить пока не в состоянии. Основными факторами риска для охраняемых территорий являются природные и антропогенные факторы. Продолжается и косвенное воздействие на биоту путем влияния фактора беспокойства с прилегающих к ООПТ территорий и периодически возникающего пирогенного фактора и т.п. Особенно актуальна эта проблема для ООПТ, расположенных вблизи населенных пунктов, железнодорожных, автомобильных дорог. В качестве показателя нарушенности растительного покрова принят индекс адвентизации ООПТ. По степени адвентизации выделяются заповедники «Большехехцирский», «Ханкайский», «Бастак», парки «Алханай», «Ануйский». Инвазивные виды растений отмечаются на нарушенных местообитаниях вдоль дорог, вокруг кордонов, по берегам водоемов в условиях слабой конкуренции со стороны индигенных видов растений.

Приоритеты дальнейшей деятельности в сфере развития системы ООПТ включают:

- развитие системы мониторинга биологического разнообразия за счет включения в систему наблюдений региональных ООПТ;
- совершенствование структуры и ведение информационных баз данных, необходимых для управления охраняемыми территориями;
- ревизию системы существующих резерватов;
- научное обоснование и планирование территориальной сети охраняемых природных территорий;
- расширение сети экологических коридоров и реконструкцию имеющихся естественных экологических коридоров между резерватами с учетом их локальной, региональной и международной значимости;
- развитие экосистемных услуг.

Литература

1. Кожевников А.Е., Кожевникова З.В. Флора бассейна реки Амур (российской Дальний Восток): таксономическое разнообразие и пространственные изменения таксономической структуры // Комаровские чтения. Владивосток: Дальнаука, 2007. Вып. 55. С. 104–183.
2. Соколов В.Е., Филонов К.П., Нухимовская Ю.Д., Шадрин Г.Д. Экология заповедных территорий России. М.: Янус-К, 1997. 576 с.
3. Шлотгауэр С.Д. Особо охраняемые природные территории Приамурья и пути их оптимизации // География и природные ресурсы. 2007. № 1. С. 69–75.

4. Воронов Б.А., Шлотгауэр С.Д., Крюкова М.В. Особо охраняемые природные территории Хабаровского края: современное состояние и перспективы развития // Вопросы географии. М.: ВОО «Русское географическое общество», 2017. № 143. С. 144–158.
5. Стишков М.С. Методика оценки природоохранной эффективности особо охраняемых природных территорий и их региональных систем. М.: Скорость света, 2012. 284 с.
6. Fischer A., Bednar-Friedl B., Langers F., Dobrovodska M., Geamana N. Universal criteria for species conservation priorities? Findings from a survey of public views across Europe // *Biological Conservation*. 2011. Vol. 144. P. 998–1007.
7. Реймерс Н.Ф., Штильмарк Ф.Р. Особо охраняемые природные территории. М.: Мысль, 1978. 295 с.
8. Малышев Л.И. Зависимость флористического богатства от внешних условий и исторических факторов // *Ботан. журн.* 1969. Т. 54, № 8. С. 1137–1147.
9. Юрцев Б.А. Эколого-биологическая структура биологического разнообразия и стратегия его учета и охраны // *Биологическое разнообразие: подходы к изучению и сохранению*. СПб.: Изд-во ЗИН РАН, 1992. С. 7–21.
10. Второв П.П. Заповедники как эталоны природных экосистем // *Научные основы охраны природы*. М.: ЦЛОП Мин. с.х. СССР, 1977. Вып. 5. С. 5–14.
11. Шлотгауэр С.Д., Воронов Б.А. Анализ состояния фито- и зоогенофонда как показатель экологической ситуации // *Территория: проблемы экологической стабильности (Амурский район в аспекте эколого-географической экспертизы)*. Хабаровск, 1998. С. 94–108.
12. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Т-во науч. изданий КМК, 2008. 855 с.
13. Красная книга Забайкальского края. Растения. Новосибирск: Дом мира, 2017. 384 с.
14. Красная книга Амурской области: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов. Благовещенск: БГПУ, 2009. 446 с.
15. Красная книга Еврейской автономной области. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. Биробиджан: Издательский дом «Биробиджан», 2019. 267 с.
16. Красная книга Хабаровского края: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. Воронеж: Мир, 2019. 604 с.
17. Красная книга Приморского края: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. Владивосток: Апельсин, 2006. 688 с.
18. Хегай С.В. Сосудистые растения государственного республиканского зоологического заказника «Баджалский» (высокогорья). Хабаровск: ИВЭП ДВО АН СССР, 1991. 21 с.
19. Борисов Б.И., Думикян А.Д., Кожевников А.Е., Петелин Д.А. Флора и фауна заповедников. Вып. 87: Сосудистые растения Бурейнского заповедника. М.: ИПП «Гриф и К», 2000. 100 с.
20. Кудрин С.Г. Сосудистые растения Хинганского государственного природного заповедника: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: БПИ ДВО РАН, 2000. 24 с.
21. Васильченко З.А. Флора и фауна заповедников. Вып. 105. Сосудистые растения Сохондинского заповедника (аннотированный список видов). М.: ИПП «Гриф и К», 2003. 87 с.
22. Кожевников А.Е., Кожевникова З.В. Эффективность охраны сосудистых растений Приморья и Приамурья на заповедных территориях // *Вестник ДВО РАН*. 2004. № 4 (116). С. 8–22.
23. Антонова Л.А., Малыгина О.А. Флора и фауна заповедников. Вып. 108: Сосудистые растения заповедника «Болонский». М.: ИПП «Гриф и К», 2005. 30 с.
24. Пименова Е.А. Флора Сихотэ-Алинского биосферного заповедника: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: БПИ ДВО РАН, 2005. 21 с.
25. Сараева Л.И., Горюнова С.В. Сосудистые растения биосферного заповедника «Даурский» и заказника «Цасучейский бор» // *Ботанические исследования в Даурском заповеднике*. Вып. 4. Чита: Поиск, 2007. С. 38–138.
26. Мельникова А.Б. Сосудистые растения // *Флора и растительность Большехецирского заповедника*. Хабаровск: Изд. дом «Частная коллекция», 2011. С. 25–140.
27. Веклич Т.Н. Флористическое разнообразие Зейского государственного природного заповедника (Амурская область) // *X Дальневосточная конференция по заповедному делу. Материалы конференции*. Благовещенск: БГПУ, 2013. С. 73–76.
28. Веклич Т.Н., Дарман Г.Ф. Иллюстрированная флора Зейского заповедника: Дальний Восток России. Благовещенск: СтудияАрт, 2013. 378 с.
29. Итигилова М.Ц., Балдоржиев Б.Ц., Нимаев О.Д. Состояние и устойчивое развитие национального парка «Алханай» // *Ойкумена*. 2015. № 3. С. 23–27.
30. Ван В.М., Шеенко П.С. Иллюстрированный определитель растений Комсомольского заповедника. Хабаровск: Хабаровская краевая типография, 2016. 304 с.
31. Крюкова М.В., Шлотгауэр С.Д., Добровольная С.В., Антонова Л.А. Национальный парк «Ануйский». Растительный покров. Хабаровск: Хабаровская краевая типография, 2017. 208 с.
32. Сибирина Л.А., Гладкова Г.А. Аннотированный список сосудистых растений // *Биота и почвы национального парка «Удгейская легенда»*. Владивосток: Дальнаука, 2020. С. 68–136.
33. Веклич Т.Н. Флора Норского заповедника (Амурская область). Благовещенск: БГПУ, 2022. 163 с.
34. Сараева Л.И. Флора сосудистых растений федерального заказника «Цасучейский бор» (Забайкальский край) // *Фиторазнообразие Восточной Европы*. 2022. Т. 16, № 4. С. 35–58.
35. Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Л.: Наука, 1985–1996. Т. 1–8.

36. Шлотгауэр С.Д., Крюкова М.В., Антонова Л.А. Сосудистые растения Хабаровского края и их охрана. Владивосток; Хабаровск: ДВО РАН, 2001. 195 с.

References

1. Kozhevnikov, A.E.; Kozhevnikova, Z.V. Flora of the Amur River Basin (Russian Far East): Taxonomic Diversity and Spatial Changes in Taxonomic Structure. In *Komarov Readings*. Dalnauka: Vladivostok, Russia. 2007, 55, 104-183. (In Russian)
2. Sokolov, V.E.; Filonov, K.P.; Nukhimovskaya, Yu.D.; Shadrina, G.D. Ecology of protected areas in Russia. Yarus-K: Moscow, Russia, 1997; 576 p. (In Russian)
3. Schlotgauer, S.D. Specially Protected Natural Territories of the Amur Region and Ways to Optimize Them. *Geography and Natural Resources*. 2007, 1, 69-75. (In Russian)
4. Voronov, B.A.; Schlotgauer, S.D.; Kryukova, M.V. Specially protected natural territories of the Khabarovsk Territory: current state and development prospects. In *Questions of Geography*. «Russian Geographical Society»: Moscow, Russia, 2017, 143, 144-158. (In Russian)
5. Stishkov, M.S. Methodology for assessing the environmental efficiency of specially protected natural areas and their regional systems. *Skorost sveta*: Moscow, Russia, 2012; 284 p. (In Russian)
6. Fischer, A.; Bednar-Fried, B.; Langers F.; Dobrovodska, M.; Geamana, N. Universal criteria for species conservation priorities? Findings from a survey of public views across Europe. *Biological Conservation*. 2011, 144, 998-1007.
7. Reimers, N.F.; Shtilmark F.R. Specially protected natural areas. Mysl: Moscow, Russia, 1978; 295 p. (In Russian)
8. Malyshev, L.I. Dependence of floristic richness on external conditions and historical factors. *Botanical journal*. 1969, 54(8), 1137-1147. (In Russian)
9. Yurtsev, B.A. Ecological and biological structure of biological diversity and the strategy of its accounting and protection, In *Biological diversity: approaches to the study and conservation*. ZIN RAS: Sankt-Petersburg, Russia, 1992, 7-21. (In Russian)
10. Vtorov, P.P. Reserves as standards of natural ecosystems. In *Scientific foundations of nature conservation*. Ministry of agriculture of USSR: Moscow, Russia, 1977, Issue 5, 5-14. (In Russian)
11. Schlotgauer, S.D.; Voronov, B.A. Analysis of the state of the phyto- and zoogene pool as an indicator of the ecological situation. In *Territory: problems of ecological stability (Amur region in the aspect of ecological and geographical expertise)*. Dalnauka: Khabarovsk, Russia, 1998, 94-108. (In Russian)
12. Red Data Book of the Russian Federation (Plants and Mushrooms). Association of scientific publications KMK: Moscow, Russia, 2008; 855 p. (In Russian)
13. Red Data Book of the Zabaikalsky kray. Plants. LLC «Peace house»: Novosibirsk, Russia, 2017; 384 с. (In Russian)
14. Red Book of the Amur Region: Rare and endangered species of animals, plants and fungi. Publishing house BSPU: Blagoveschensk, Russia, 2009; 446 p. (In Russian)
15. Red Book of the Jewish Autonomous Region. Rare and endangered species of plants and fungi. Publishing house «Birobidzhan»: Birobidzhan, Russia, 2019; 267 p. (In Russian)
16. Red Book of the Khabarovsk Territory: Rare and endangered species of plants and animals. LLC «MIR»: Voronezh, Russia, 2019; 604 p. (In Russian)
17. Red Book of Primorsky Krai: Rare and endangered species of plants and fungi. «Apelsin»: Vladivostok, Russia, 2006; 688 p. (In Russian)
18. Khegay, S.V. Vascular plants of the state republican zoological reserve “Badzhalsky” (highlands). Publishing house IWEP FEB AS USSR: Khabarovsk, Russia, 1991; 21 p. (In Russian)
19. Borisov, B.I.; Dumikyan, A.D.; Kozhevnikov, A.E.; Petelin, D.A. Flora and fauna of reserves. Issue 87. Vascular plants of the Bureinsky Reserve. «Grif and и К»: Moscow, Russia, 2000; 100 p. (In Russian)
20. Kudrin, S.G. Vascular plants of the Khingan State Natural Reserve. Abstract diss. cand. biol. sciences. Vladivostok: Institute of Biology and Soil Science FEB RAS, Russia, 2000; 24 p. (In Russian)
21. Vasilchenko, Z.A. Flora and fauna of reserves. Issue. 105. Vascular plants of the Sokhondinsky Reserve (annotated list of species). «Grif and и К»: Moscow, Russia, 2003; 87 p. (In Russian)
22. Kozhevnikov, A.E.; Kozhevnikova, Z.V. Efficiency of protection of vascular plants of Primorye and Amur region in protected areas. *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2004, 4(116), 8-22. (In Russian)
23. Antonova, L.A.; Malykhina, O.A. Flora and fauna of reserves. Issue. 108. Vascular plants of the reserve “Bolognysky”. «Grif and и К»: Moscow, Russia, 2005; 30 p. (In Russian)
24. Pimenova, E.A. Flora of the Sikhote-Alin Biosphere Reserve. Abstract diss. cand. biol. sciences. Institute of Biology and Soil Science FEB RAS: Vladivostok, Russia, 2005; 21 p. (In Russian)
25. Saraeva, L.I.; Goryunova, S.V. Vascular plants of the biosphere reserve “Daurisky” and the reserve “Tsasucheyksy Bor”. In *Botanical research in the Daurisky reserve*. Issue 4. “Poisk”: Chita, Russia, 2007, 38-138. (In Russian)

26. Melnikova, A.B. Vascular plants. In *Flora and vegetation of the Bolshekhkhtsirsky Reserve*. Publishing house "Private collection": Khabarovsk, Russia, 2011, 25-140. (In Russian)
27. Veklich, T.N. Floristic diversity of the Zeya State Nature Reserve (Amur Region). In *X Far Eastern Conference of Nature conservation problems. Materials of Conference*. BSPU Publishing House: Blagoveshchensk, Russia, 2013, 73-76. (In Russian)
28. Veklich, T.N.; Darman, G.F. Illustrated flora of the Zeya Reserve: Russian Far East. LLC "StudioArt": Blagoveshchensk, Russia, 2013; 378 p. (In Russian)
29. Itigilova, M.Ts.; Baldorzhiev, B.Ts.; Nimaev O.D. Status and sustainable development of the Alkhanai National Park. *Oikumena*. 2015, 3, 23-27. (In Russian)
30. Van, V.M.; Sheenko, P.S. Illustrated guide to plants of the Komsomolsky Reserve. JSC "Khabarovsk Regional Printing House": Khabarovsk, Russia, 2016; 304 p. (In Russian)
31. Kryukova, M.V.; Schlotgauer, S.D.; Dobrovolnaya, S.V.; Antonova, L.A. Anyuisky National Park. Vegetation cover. "Khabarovsk Regional Printing House": Khabarovsk, Russia, 2017; 208 p. (In Russian)
32. Sibirina, L.A.; Gladkova G.A. Annotated list of vascular plants. In *Biota and soils of the national park "Udege legend"*. Dalnauka: Vladivostok, Russia, 2020, 68-136. (In Russian)
33. Veklich, T.N. Flora of the Norsky Nature Reserve (Amur Region). Publishing house BSPU: Blagoveshchensk, Russia, 2022; 163 c. (In Russian)
34. Saraeva, L.I. Flora of vascular plants of the Tsasucheisky Bor federal reserve (Zabaikalsky Kray). *Phytodiversity of Eastern Europe*. 2022, 16(4), 35-58. (In Russian)
35. Vascular plants of the Soviet Far East. Nauka: Leningrad, Russia, 1985-1996. Vol. 1-8. (In Russian)
36. Schlotgauer, S.D.; Kryukova, M.V.; Antonova, L.A. Vascular plants of the Khabarovsk Territory and their protection. FEB RAS: Vladivostok-Khabarovsk, 2001; 195 p. (In Russian)

Статья поступила в редакцию 7.07.2023; одобрена после рецензирования 21.07.2023; принята к публикации 25.07.2023.

The article was submitted 7.07.2023; approved after reviewing 21.07.2023; accepted for publication 25.07.2023.



Экологическое состояние почвенного покрова города Хабаровск

Валентина Ивановна РОСЛИКОВА

доктор географических наук, главный научный сотрудник
ХФИЦ ДВО РАН, Институт водных и экологических проблем, Хабаровск, Россия
roslikova@ivep.as.khb.ru

Аннотация. Особенностью трансформированных почв урбанизированных ландшафтов является то, что роль аккумулятивной толщи выполняет урбанизированный горизонт. Из-за потери буферности он не в состоянии выполнять основную функцию почв – биопродуктивность. Для проведения реставрации нарушенных почв необходима их экологическая оценка. Одним из направлений экологической оценки почвенного покрова урбанизированных ландшафтов, наряду с исследованиями тяжелых металлов, является изучение биопродуктивности, основанное на оценке количества углекислого газа, выделяемого исследуемым объектом, а также фитоактивности – свойства загрязненной почвы подавлять прорастание семян высших растений. В данном случае прорастали семена овса. Основной упор в исследованиях был сделан на парковую и промышленную зоны. Такой выбор обусловлен тем, что эти зоны являются базовой основой исследуемой территории и находятся под антропогенным воздействием различной степени. Исследования почв парковой зоны показали, что их продуктивность лежит в пределах низких и средних значений, а в промышленной зоне почвы по скорости эмиссии CO₂ характеризуются низкими значениями. Подобные результаты позволяют в целом отнести исследуемые территории к слабо и очень слабо-активным почвам. Для парковой зоны исследования фитоактивности по данным тест-реакции на корневые проростки овса свидетельствуют о падении уровня биологической продуктивности в почвенных образованиях. В промышленных зонах фитоактивность еще ниже и лежит в пределах слабых и очень слабых значений. Суммарный показатель Zc загрязнения ТМ по всем зонам (в соответствии с оценочной шкалой) достигает величины менее 16, что позволяет отнести все исследованные территории к допустимой категории загрязнения земель. Однако локальные участки могут находиться в напряженном состоянии, их расположение остается не учтенным. Для создания экологической комфортности подобных территорий необходима разработка системы мер с учетом состояния интегральной составляющей среды – почвенной системы. При этом важно использовать приемы формирования характерных дальневосточных фитоценозов в экологических условиях, приближенных к природным фитоценозам.

Ключевые слова: трансформированные почвы, предпоченные образования, компонентный состав, антропогенная нагрузка, экологические функции, оценка загрязнения

Для цитирования: Росликова В.И. Экологическое состояние почвенного покрова города Хабаровск // Тихоокеанская география. 2023. № 3. С. 23–35. https://doi.org/10.35735/26870509_2023_15_2.

Ecological state of soil cover in Khabarovsk city

Valentina I. ROSLIKOVA

Doctor of Geographical Sciences, Chief research associate

Khabarovsk Federal Center FEB RAS, Institute of Water and Environmental Problems, Khabarovsk,
Russia

roslikova@ivep.as.khb.ru

Annotation. A feature of the transformed soils of urbanized landscapes is the urbanized horizon, which plays the role of an accumulative stratum. Due to the loss of buffering capacity, it is not able to perform the main function of soils as bio-productivity. To carry out the restoration of disturbed soils, their ecological assessment is necessary. One of the directions in the ecological assessment of the soil cover of urban landscapes, along with the study of heavy metals, is the study of bio-productivity, based on an assessment of the amount of carbon dioxide emitted by the object under study, and phyto-activity as the property of contaminated soil to suppress the germination of seeds of higher plants. In this case, oat seeds were germinated. The main research were placed in the park and industrial areas since these zones are the fundamental basis of the studied area and are affected to varying degrees. Studies of soils in the park zone have shown that their productivity lies within its low and medium values, and these formations in the industrial zone are characterized by even lower values of CO₂ emission rate. Such results make it possible in general to classify these territories as weakly and very weakly active soils. For the park zone, the study of phyto-activity, according to the test reaction to oat root seedlings, indicates a drop in the level of biological productivity in soil formations. In industrial areas, phyto-activity is even lower and lies in the range of weak and very weak values. The total indicator Zc of HM pollution for all zones (according to the assessment scale) reaches a value of less than 16, which makes it possible to attribute all the studied territories to the permissible category of land pollution. However, some localities may be in a stressed state, and they remain unaccounted. To create the ecological comfort of such areas, it is necessary to develop a system of measures, taking into account the state of the soil system as the integral component of the environment. At the same time, it is important to use methods for the formation of typical Far Eastern phytocenoses under environmental conditions close to those in natural phytocenoses.

Keywords: transformed soils, primary formations, component composition of soil cover, anthropogenic load, ecological functions, pollution assessment

For citation: Roslikova V.I. Ecological state of soil cover in Khabarovsk city. Pacific Geography. 2023;(3):23-35. (In Russ.). https://doi.org/10.35735/26870509_2023_15_2.

Введение

Трансформированные почвы урбанизированных территорий являются одной из базовых составляющих городской среды [1–5]. Это обусловлено тем, что почвенная система, несмотря на нарушение ее природного состояния, в определенной мере продолжает выполнять глобальные экологические функции в биосфере: средообразующие, аккумуляционные, регулирующие, санитарные и др. [6]. В последние годы исследователи уделяют особое внимание не только загрязнению почв тяжелыми металлами, но и ее ферментативной активности и биопродуктивности.

В середине 80-х гг. прошлого века Институтом водных и экологических проблем ДВО РАН были организованы исследования почв городских ландшафтов на юге Дальнего Востока, которые выполнялись совместно с кафедрой строительства и архитектуры Тихоокеанского государственного университета (ТОГУ). С 2013 г. эти исследования были продолжены в сотрудничестве с кафедрой экологии, ресурсопользования и безопасности

жизнедеятельности, ресурсосбережения и жизнеобеспечения в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России». Исследования были посвящены оценке состояния трансформированного почвенного покрова под воздействием современных геологических процессов [7], что позволило в результате установить закономерности трансформации почв в зависимости от стадий развития склоновых процессов, загрязнения разных категорий земель поллютантами [8]. Была предложена схема зонирования территории г. Хабаровск по степени нарушенности почвенного покрова [9]. Согласно этой схеме территория города разделяется на зоны с частично сохраненными или полностью утраченными экологическими функциями почв. Оценка состояния экологических функций опиралась на степень нарушенности почвенного профиля. Подобный подход не всегда оправдан, т.к. необходимо учитывать, что и без нарушения почвенного профиля утрата экологических функций может происходить за счет аэрозольных процессов, загрязняющих почву. Подобные процессы обусловлены повторяемостью приземных и приподнятых инверсий, что затрудняет рассеивание вредных примесей и способствует накоплению их в приповерхностных горизонтах. В целом г. Хабаровск отнесен к зоне высокого и очень высокого потенциала загрязнения атмосферы. Нельзя исключать и нарушения гидрологического режима – подтопление загрязненными водами, затопление и т.д. При этих видах воздействий почвенный профиль сохраняет свои диагностические признаки, а экологические функции в той или иной степени нарушаются. Все изложенное послужило основанием для постановки следующей цели: выявить специфику трансформации почв различных функциональных зон г. Хабаровск, испытывающих комплексное антропогенное, в т. ч. техногенное воздействие, и по результатам анализа биологической активности, загрязнения тяжелыми металлами дать оценку состояния их базовой экологической функции – биопродуктивности.

Материалы и методы

Сложное инженерно-геологическое строение исследуемой территории определило характер почвенного покрова [7]. Для его оценки было заложено более 120 почвенных разрезов с полным описанием профилей. Объекты наблюдений располагались на промышленных площадках, в жилой застройке, вблизи транспортных магистралей, рекреационных, парковых и в сельскохозяйственной зонах.

Использовались следующие методы: профильно-генетический, морфологический, физико-химические. Основой методологических посылок являлась субстантивно-генетическая классификация [10]. Символы для обозначения характера горизонтов использовались в соответствии с руководством полевого определителя почв. Валовые формы тяжелых металлов (ГМ) определялись методом атомно-абсорбционной спектроскопии в Институте горного дела ДВО РАН. Обработка результатов измерений массовой доли металлов осуществлялась в автоматическом режиме. Подвижные формы извлекались ацетатно-аммонийным буферным раствором (рН 4,8).

Продуктивность почв исследовалась двумя методами: дыхательной активности по методу Э.А. Головки [11], в основе которого лежит количество углекислого газа, выделяемого исследуемым объектом, и фитоактивности. В качестве комплексного показателя загрязнения почвы исследовалась фитотоксичность – свойство загрязненной почвы подавлять прорастание семян высших растений. В данном случае использовались семена овса [12].

Фитотоксический эффект определялся в результате сопоставления показателей тест-функции (L_{cp}) опытных и контрольных семян $L_{cp}(к)$. Длина максимального корня (L_{cp}) в опытных образцах определялась по формуле:

$$L_{cp} = \frac{\sum L_i}{n}, \quad (1)$$

где L_i – длина максимального корня, мм;

n – общее количество семян.

При $L_{cp}(оп) >$ или $= L_{cp}(к)$ неблагоприятное действие отсутствует.

Эффект торможения определялся по формуле:

$$E_T = \frac{L_K - L_{оп}}{L_K} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где E_T – эффект торможения, %;

$L_{оп}$ – средняя длина корней (опыт), мм;

L_K – средняя длина корней (контроль), мм.

Если фитозащитный эффект (E_T) составляет 20 % и более, то можно считать, что почвы токсичны и оказывают воздействие на растения (табл. 1а).

Таблица 1а

Градации проявления фитотоксического эффекта

Table 1a. The scale for comparative assessment of soil biological activity

Эффект торможения, %	Проявление токсического фитозащитного эффекта
0–10	Эффект отсутствует
10–30	Слабый эффект
30–50	Средний эффект
Больше 50	Недопустимый

Показателями уровня химического загрязнения почв как индикаторов неблагоприятного воздействия являются коэффициент концентрации химического вещества (K_c) и суммарный показатель загрязнения (Z_c) (табл. 1б), который определялся отношением реального содержания в почве (C) к фоновой концентрации (C_f):

$$K_c = \frac{C}{C_f}. \quad (3)$$

Z_c – суммарный показатель загрязнения равен сумме коэффициентов концентраций химических элементов: $Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n - 1)$ (4)

где K_c – коэффициент концентрации химических элементов; n – число суммируемых элементов.

Таблица 1б

Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения

Table 1b. An approximate assessment scale on the danger of soil contamination according to the aggregated indicator of contamination

Категория загрязнения почв	Величина (Z_c)	Изменения показателей здоровья населения в очагах загрязнения
Допустимая	Менее 16	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота встречаемости функциональных отклонений
Умеренно опасная	16–32	Увеличение общей заболеваемости
Опасная	32–128	Увеличение общей заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционального состояния сердечно-сосудистой системы
Чрезвычайно опасная	Более 128	Увеличение заболеваемости детского населения, нарушение репродуктивной функции женщин (увеличение токсикоза беременности, числа преждевременных родов, мертворождаемости, гипотрофий новорожденных)

Источник: [13].

Результаты и обсуждение

До освоения исследуемой территории естественный почвенный покров в обобщенном виде можно охарактеризовать следующим образом: на террасированной равнине, сложенной разновозрастными озерно-аллювиальными и аллювиальными отложениями формировались аллювиальные почво-грунты, луговые глеевые, лугово-дерновые, торфяно- и торфянисто-глеевые, буроземы остаточного пойменного, текстурно-дифференцированные (ТДП). На холмисто-увалистой поверхности и мелкосопочнике с элювиально-делювиальной корой выветривания формировались буроземы типичные и буроземы задернованные, ТДП; под воздействием оползневых процессов – эродированные почвы, на балочном аллювии – дерново-глеевые. В различных зонах землепользования города естественные почвы претерпели значительную трансформацию или полностью заменились предпочтенными образованиями.

Рассмотрим варианты строения профилей почвенных тел, образовавшихся под спровоцированными антропогенными и природными воздействиями (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительная оценка морфо-диагностических признаков почв основных зон землепользования г. Хабаровск
Table 2. Comparative assessment of morpho-diagnostic features of soils in the main land-use zones of Khabarovsk

Почва / предпочтенное образование	Строение профиля
Почвенные образования парковых зон	
Буроземы глубоко трансформированные на суглинистых отложениях	Ad–AY/Ad–1 aR–U2R B1–U3 aR B2– C
Буроземы поверхностно трансформированные на коре выветривания слюдисто-глинистых сланцев	O–A1Ad–A–B1–B2/C
Эроземы на коре выветривания слюдисто-глинистых сланцев	B1M–C–D
Урбатекстурно-дифференцированные на верхнечетвертичных озерно-речных отложениях	O UR–WU–UE пп g–Eпп g B–B1–B2–C
Рудиземы на строительных отходах	O–Ad–U1 ru,a–U2 ru AY,a2–U3 ru, a3–
Торфянисто-глеевые урбанизированные на отложениях балочного аллювия	U1Ad/ T a–G U2,a3
Урбаниземы на суглинистых отложениях	U1, a3[AY]–U2, a2– C
Урбаниземы стратифицированные	O–U 1R [A1]–U2 R–U3 R [A1]–C
Урбаниземы стратифицированные оглеенные	O U R [A Y]–U2 R– U3Rg [AY]
Урбаниземы пирогенные на суглинисто-глинистых, дресвянисто-щебнистых отложениях	O–A, pir–U1 [Apir]–U2, a2–U3, a3
Стратифицированные на суглинистых отложениях	R1–R 2–R3–C
Конструктоземы на искусственных 7-метровых насыпях	O–Ad–2STR–3STR
Реплантоземы на асфальтовых покрытиях	RTur–1RT
Почвенные образования промышленной зоны	
Петролиты урбанизированные с гнездами угольной крошки и пластов угля на трансформированных лугово-дерновых почвах	O–U, a–1UPe, a2–2Pet–3UPet3/Bg–Bg/C
Аквастратоземы на техногенных отложениях	R1, agua–R2, agua –R3 agua–C
Буроземы постагрогенные турбирванные на коре выветривания глинистых сланцев	O–Ad–APY (B1), agr–B1(APY), tr–B1CLM–B2CM – CLM. (O)
Аквахемоземы стратифицированные на техногенных отложениях	A amb, IXU R agu, str–2XUR agua, str a2–TCX
Рудиземы стратифицированные на перемещенных строительных отходах	Ad–U1, ru R, a–U2, ru (AY), a2–U3 ru R, a3
Циноземы водно-аккумулятивные на шлаково-зольных отложениях	Cп1, agu–Cп2, agu– Cп3, agu
Придорожные территории	
Лугово-дерновые оглеенные урбанизированные	Ad–A1 U1g–TCX

Почва / предпочтительное образование	Строение профиля
Дерново-глеевые акваурбанизированные	Ad-GU1ox, agu, a-GU2
Торфянисто-глеевые урбанизированные на суглинистых отложениях	U1Ad/ T,a-GU2, a3-C
Урбаниземы на суглинистых отложениях	U1, a3[AY]-U2, a2-C
Литостраты стратифицированные на искусственных насыпях	STR-STZ, ac-TCX
Сельскохозяйственные угодья	
Лесные подбелы постагрогенные на озерно-аллювиальных отложениях.	O-AO -W-AY Egnn- EgnnB1Y-B2g-B2g / C
Буроземы агрогенно-преобразованные на аллювиальных отложениях	P-AY-B-BC
Лугово-дерновые агрогенно-преобразованные	O-PU-B g-G BC
Жилые зоны	
Эроземы урбанизированные	B1M-C-D
Абраземы	C-D
Урбаниземы на суглинистых отложениях	U1, a3[AY]-U2, a2-C
Реплантоземы на суглинистых отложениях	R Tur-1RT-C

Примечание. Все диагностические признаки трансформированных почв и предпочтительных образований с цветными фотографиями представлены в монографии В.И. Росликовой, Т.И. Матвиенко [8].

Приведенные диагностические признаки почв свидетельствуют, что спектр трансформированных поверхностных образований территории города широкий: от естественных поверхностно-преобразованных, характерных для данной географической зоны, до различной степени глубоко преобразованных трансформированных почв и новых почвенных образований.

Основной упор в исследованиях был сделан на парковую и промышленную зоны. Такой выбор обусловлен тем, что эти зоны являются базовой основой исследуемой территории и находятся под воздействиями в различной степени. Парковая зона включает территорию парка «Муравьева-Амурского», приуроченного к волнисто-увалистой поверхности крутого правобережья р. Амур и сложенного элюво-делювиом глинистых сланцев; парка «Динамо», также расположенного на волнисто-увалистой поверхности, и парка «Стадион им. Ленина», приуроченного к озерно-аллювиальной низменной равнинной части долины р. Амур (р. Чардымовка). Промышленная зона располагается на обеих поверхностях.

Важнейшей функцией почвенной системы является функция биопродуктивности, которая оценивалась по эмиссии углерода (табл. 3). Рассмотрим ее в трансформированных почвах исследованных зон. Для парковых зон она колеблется в широких пределах (от 0.7 до 24.9 мг/10 г почвы). Сравнение данных верхних горизонтов трех исследованных парков показало, что по шкале оценок биопродуктивности в парках «Муравьева-Амурского» и «Динамо» почва характеризуется слабой активностью. И только в буроземе поверхностно-нарушенном (разрез 1), конструктороземе и реплантаземе (разрезы 18, 21) активность едва достигает средних значений.

Буроземы разной степени преобразованности, а также урбаниземы парка «Динамо», отличаются высокой скоростью эмиссии CO₂, установлены высокие значения их активности. Исключением является урбаниземы оглеенные с низкой активностью.

В промышленной зоне предпочтительные образования по скорости эмиссии характеризуются более низкими значениями CO₂ (0.34–6.57 мг/10 г почвы), чем в парковой зоне. Подобные результаты позволяют в целом отнести их к слабо – и очень слабо-активным почвам.

Кроме дыхательной активности был применен и метод фитотестирования. Экзогенное химическое воздействие четко отразилось на изменении интенсивности прорастания

Таблица 3

Биологическая продуктивность трансформированных почв и предпочвенных образований в парковой и промышленной зонах

Table 3. Biological productivity of transformed soils and pre-soil formations in park and industrial zones

№ разреза	Глубина, см	рН (водное)	Средняя длина корней, мм		Фитозэффект (E ₁) %	Тест-реакция	Эмиссия CO ₂ , мг/10 г почвы	Активность почвы	Прирост длины корней овса, мм
			L _{кон}	L _{он}					
Парковая зона									
Парк «Муравьева-Амурского»									
Бурозем поверхностно-преобразованный									
1	0–7	7.7	86	49	43.0	Эффект торможения	7.84	Слабая	-37
	8–27	7.3		66	23.3				-20
Бурозем поверхностно-стратифицированный на деловии глинисто-кремнистых сланцев									
16	0–13	Не опр.	86	94	0	Неблагоприятное действие отсутствует	10.98	Слабая	+8
Литострат стратифицированный на погребенной толще элюво-деловия глинисто-кремнистых сланцев									
15	0–12	6.9	86	48	44.2	Эффект торможения	9.77	Слабая	-38
Стратозем на погребенной толще элюво-деловия глинисто-кремнистых сланцев									
13	0–9	6.5	86	64	25.6	Эффект торможения	Не опр.		-22
Бурозем поверхностно-стратифицированный на деловии глинисто-кремнистых сланцев									
14	0–15	7.6	86	92	0	Неблагоприятное действие отсутствует	12.08	Средняя	+6
Парк «Стадион им. Ленина»									
Конструктоземы на 7 м искусственно возведенной насыпи									
20	0–12	6.9	86	70	18.6	Слабый эффект	10.02	Слабая	-16
17	0–18	6.9		78	9.3	Норма	10.07	Слабая	-12
21	0–8	5.1		44	48.8	Эффект торможения	12.35	Средняя	-42
Реплантоземы на асфальтовом покрытии на 7 м возведенной насыпи									
18	0–16	7.3	86	69	19.8	Слабый эффект	13.01	Средняя	-17
19	0–17	7.2		70	18.6	Слабый эффект	9.78	Слабая	-16
Парк «Динамо»									
Бурозем глубоко трансформированный									
5	0–2	7.7	86	93	18.6	Норма. Слабый фитозэффект	18.7	Высокая	+7
	8–20	7.1		70	39.5		19.7		-16
Рудизем на строительных отходах									
6	0.1–5 5–50	6.4	86	87	-	Норма	18.9	Высокая	+1
		6.0		70	18.6	Слабый фитозэффект торможения	15.2		-16
									Слабая
Бурозем поверхностно-трансформированный									
7	0.5–10	6.2	86	72	16.3	Слабый фитозэффект	24.2	Очень высокая	-14
	10–30	5.9		44	48.8		24.9		-42
Бурозем поверхностно-трансформированный									
9	0.5–9	6.4	86	69	19.8	Слабый фитозэффект	19.9	Высокая	-17
	9–20	6.2		67	22.1		0.3		Слабая
	20–45	5.2		48	44.2		9.3	Средняя	-38
Урбанизем									
10	0–10 10–48	7.0 7.1	86	89 53	96 38	Средний эффект торможения	20.9 11.1	Высокая Средняя	+3 -33

№ разреза	Глубина, см	рН (водное)	Средняя длина корней, мм		Фитозффект (E _г) %	Тест-реакция	Эмиссия CO ₂ , мг/10 г почвы	Активность почвы	Прирост длины корней овса, мм
			L _{кон}	L _{оп}					
Урбанизем стратифицированный									
11	1–12	6.3	86	54	37.2	Средний эффект торможения	13.8	Седняя Слабая	-32
	12–25	6.8		44	48.8		8.3		-42
	25–43	6.8		43	50.0		6.9		-43
Урбанизем оглеенный стратифицированный									
12	0–12	6.9	86	72	16.3	Слабый фитозффект	2.1	Слабая	-14
	12–45	6.5		62	27.9		5.5		-24
13	0–21	7.1		69	15.9		0.7	Очень слабая	-17
Промышленная зона Завод «Энергомаш»									
Урбалитострат с погребенными линзами ТДП на переотложенных природных грунтах									
21	0.2–14	7.70	86	150	0	Фитозффект отсутствует	2.07	Очень слабая Средняя Слабая	+64
	14–32	6.27		91	0		14.80		5
	32–77	5+7.5		48	44.2		6.54		-38
Цинозем золошлаковый субэаральный на «бурых глинах»									
22	0–37	7.50	86	80	6.9	Норма Фитозффекта нет	1.71	Очень слабая Очень слабая Слабая	-16
	37–61	7.95		96	0		1.70		+10
	61–80	7.93		130	0		8.95		+4
Зона завода «Дальдизель»									
Бурозем постагрогенный турбирванный на элюво-делювии глинистых сланцев									
26	1–25	6.58	86	69	19.7	Слабый фитозффект	5.88	Слабая Очень слабая Очень слабая	-17
	25–35	5.96		90	0		2.07		+4
	35–45	6.08		83	4.7		2.42		-3
Хемозем амбустированный аквастратифицированный на перемещенных техногенных отложениях									
27	2–35	6.95	86	12	86.1	Недопустимая фитотоксичность	6.57	Слабая	-74
Хемозем аквастратифицированный на перемещенных техногенных отложениях									
28	0–28	7.01	86	65	24.4	Слабый фитозффект	12.45	Слабая Очень слабая Слабая	-21
	19–40	7.13		82	4.7		4.49		-4
	40–70	7.32		91			6.57		+5
Бурозем стратифицированный на оползневых минеральных отложениях									
29-А	0.5–18 18–30	7.95 6.98	86	116	0	Фитозффект отсутствует	5.19	Слабая	+40

корней. Продуктивность почв в результате влияния почвенного экстракта на длину прорастания корней овса в парковой зоне оценивалась в среднем в пределах 24–78 мм, что на 12–64 мм меньше длины корней контрольного опыта (L_к = 86 мм). Только в двух образцах (эрозема, разрез 4 и стратозема, разрез 14) наблюдалось превышение корней контрольного опыта на 6–8 мм. Тест-реакция на корневые проростки овса свидетельствует о падении уровня биологической продуктивности в почвенных образованиях.

Для промышленной зоны также отмечают низкие ростовые качества проросших корней овса. В верхних горизонтах почвенных образований наибольшая доля прироста корней характерна для аккумулятивного горизонта бурозема стратифицированного (разрез 29-А), она составляет 42 % от контрольной величины (86 мм). Реакция среды здесь нейтральная, гранулометрический состав легкий, наличие небольшой лесной подстилки поставяет определенную долю органики. Эти свойства обеспечивают в определенной мере благоприятные условия. Урбалитострат (разрез 21) занимает особое положение, дли-

на корней превысила контрольное значение (КЗ) на 64 мм. Это единственный локальный участок, расположенный на придорожной насыпи. В этих условиях на его поверхности идет накопление продуктов придорожной пыли, обогащенной карбонатами, что и обеспечивает им биопродуктивность. Самая низкая величина роста корней овса оказалась в хемоземе амбустированном, аквастратифицированном на перемещенных техногенных отложениях (разрез 27) – на 74 мм меньше КЗ. Характерной особенностью этого разреза является то, что он испытал пирогенные влияния, кроме того, находится под постоянным воздействием темных маслянистых «техногенных вод», химический состав которых, видимо, не способствует условиям роста. В отношении распределения по глубине исследуемых разновидностей следует отметить, что четких закономерностей не проявилось. Изменения длины корней овса по сравнению с КЗ, как правило, не достигает величины 5–30 %. Лишь в отдельных пробах могут быть превышения на 15–31 %, что обусловлено локальными условиями горизонта. Эта пестрота полностью обусловлена неоднородностью техногенных толщ.

Таким образом, в парковых зонах активность роста корней изменяется в большей степени в области небольших значений и в незначительной части – средних. Необходимо отметить, что повышенная скорость эмиссии CO_2 не обеспечивает комфортных условий для развития корневой системы. К примеру, в парке «Динамо» биологическая активность почвы высокая, а прирост корней овса на 14–32 мм не достигает величины контрольных образцов. Причина такого несоответствия кроется в особенностях загрязнения почв ТМ. В промышленных зонах активность еще ниже и лежит в пределах слабых и очень слабых значений. Увеличение техногенной нагрузки на окружающую среду приводит к появлению зон в черте города с критической экологической ситуацией, которая обусловлена загрязнением тяжелыми металлами. На Среднеамурской низменности приоритетными загрязнителями почвы являются свинец, медь, цинк [8]. Сравнение усредненных показателей валового содержания ТМ различных зон землепользования показало, что превышение максимальных концентраций по сравнению с минимальными значениями колеблется в пределах 2–19 раз. Суммарный показатель Z_c загрязнения ТМ по всем зонам достигает величины менее 16 (см. табл. 1а) (он приводится по оценочной шкале), что позволяет отнести все исследованные территории к допустимой категории загрязнения земель [13]. При этом локальные участки могут находиться в напряженном состоянии, но они не учитывались [8].

Более наглядную картину экологического состояния исследуемой территории отражают значения подвижных форм тяжелых металлов (табл. 4). Концентрации Pb, Cd, Cu и Zn в исследованных почвах носят характер мозаичного распределения.

В парковых зонах наблюдается превышение предельно допустимых концентраций по всем исследованным элементам: Pb в 1.2–9; Cu в 1.3; Zn в 1.1–6.3; Hg в 1.8–9.7 раза. Высокий уровень загрязнения свинцом и ртутью отмечается для буроземов разной степени преобразованности и торфянисто-глеевых почв урбанизированных. Загрязнение буроземов обусловливается расположением исследуемых разрезов вблизи автомагистралей. Аккумулятивное положение торфянисто-глеевых почв (днище балки) создает условия для формирования высокого уровня их загрязнения (Hg, Pb, Zn). В урбанизированном оглеенном отмечается превышение Hg в 5.4 раза.

В промышленной зоне также отмечается превышение предельно допустимых концентраций. Так, в рудоземах превышение по Pb составляет 2.2 раза, в аквастратоземе – 3.6. На территории бывшей военной базы (в первом микрорайоне города) на урбатехнозомах содержание Pb в 8.2 раза выше ПДК. Зона придорожных территорий характеризуется также повышенной степенью загрязнения. Например, лугово-дерновая урбанизированная почва оказалась наиболее загрязненной по Hg – в 7.3 раза, Pb – в 8.2, а Zn – более 2 раз. Для урбанизированных превышение по Pb колеблется в пределах 1.1–4.8, по Si составляет 1.2 раза. Наименее грязными оказались сельскохозяйственные угодья.

Таблица 4

Концентрации подвижных форм тяжелых металлов (аккумулятивная толща), мг/кг
 Table 4. Concentrations of mobile forms of heavy metals (accumulative layer), mg/kg

№ разреза	Предпочтенное образование/почва	Hg	Pb	Cu	Zn	Mn
Парк «Муравьева-Амурского»						
1	Бурозем поверхностно-трансформированный	0.965	9.5	< 2.5	25	197
13	Стратозем поверхностно турбированный на делювиальных отложениях	0.102	4.38	< 2.5	21.3	252
14	Стратозем на пролювиальных отложениях (2 инженерный район)	0.048	3.44	3.31	61.35	208
16	Бурозем эродированный	0.130	7.0	< 2.5	25.0	187
17	Конструктозем (1 инженерный район)	0.091	9.2	< 2.5	25.0	146
19	Конструктозем (1 инженерный район)	0.107	17.0	< 2.5	25.0	164
21	Конструктозем (1 инженерный район)	0.140	12.20	< 2.5	27.8	203
Парк «Динамо»						
5	Бурозем антропогенно-преобразованный	0.061	8.97	< 2.5	< 20.0	160
6	Рудизем	0.104	6.81	2.77	< 20.0	147
7	Бурозем поверхностно-преобразованный	0.064	9.04	3.57	< 20.0	138
8	Дерново-глеевая урбанизированная	0.245	54.2	< 2.5	144.2	437
9	Бурозем поверхностно эродированный	0.066	15.33	3.95	< 20.0	157
10	Урбанизем	0.076	7.65	3.90	< 20.0	89.8
11	Урбанизем	0.186	8.42	3.74	26.6	250
12	Урбанизированная аккумулятивная	0.538	8.33	3.51	23.96	211
13	Урбааквазем слабо задернованный	0.064	4.07	3.58	< 20.0	114
Промышленные зоны						
22	Петролит урбанизированный	0.052	5.78	< 2.5	< 20.0	198
27	Аква стратозем	0.068	11.81	< 2.5	< 20.0	144
30	Рудозем стратифицированный	0.103	5.05	6.58	< 20.0	48.9
Придорожные территории						
46	Лугово-дерновая поверхностно урбанизированная	0.142	8.63	< 2.5	122.3	112
47	Аквадерново-глеевая урбанизированная	0.134	18.5	< 2.5	138.0	225
54	Дерново-глеевая урбанизированная	0.174	11.4	3.0	32.1	336
55	Урбанизем	0.072	12.1	< 2.5	47.9	173
56	Урбанизем	0.047	29.0	8.09	39.3	97.6
57	Лугово-дерновая урбанизированная	0.728	49.0	< 2.5	55.6	245
58	Урбанизем	0.132	6.8	< 2.5	26.6	236
60	Урбанизем	0.065	13.7	6.45	60.9	138
Сельскохозяйственные угодья						
43	Агрозем	0.060	3.95	< 2.5	< 20.0	95.9
44	Агрозем лугово-дерновый	0.046	3.64	< 2.5	< 20.0	97.8
	ПДК	0.1	6	3	23	100

Расчеты суммарного показателя загрязнения выявили участки с умеренно опасной и опасной категорией загрязнения. Таковыми являются дерново-глеевая урбанизированная почва ($Z_c = 18.95$) и лугово-дерновая урбанизированная почва на придорожной территории ($Z_c = 17.01$). По степени загрязнения ТМ исследуемые зоны располагаются в следующей последовательности: Парк «Динамо» > Парк «Муравьева Амурского» > Придорожные территории > Промышленные зоны > Сельскохозяйственные угодья. По величине загрязненности в этом ряду парки занимают первые места. Совершенно очевидно, что это обусловлено местом их расположения в центральной части города, которая находится в напряженном экологическом состоянии. По оценкам исследователей, именно парки могут рассматриваться в качестве критерия оценки состояния урбанизированной территории [14]. Однако загрязнение обусловлено множеством факторов, что не дает полного осно-

вания считать рассматриваемые территории образцовыми. Уточняя вопросы ограничения использования системы ПДК, исследователи указывают, что разработка системы оценки предназначена для характеристики влияния загрязнения только на здоровье человека, а не на состояние «зеленого каркаса». Кроме того, отмечается, что в большинстве случаев в программу исследований включается контроль основных токсикантов и интерпретация полученных данных производится на базе использования ПДК и фоновых значений. В результате таких наблюдений почва рассматривается исключительно как субстрат без учета выполняемых ею экологических функций [15]. В случае загрязнения элементами с очень высокой токсичностью может происходить недооценка степени экологической напряженности. И наоборот, если в составе загрязнения преобладают менее токсичные элементы, это ведет к переоценке ее состояния. Для оценки, кроме ПДК, авторы рекомендуют использовать дополнительные показатели, например, коэффициент опасности K_j , который ориентирован на отсутствие фитоэффекта. Все сказанное свидетельствует о том, что в условиях интенсивного антропогенного воздействия степень загрязнения ТМ определяется не только ее величиной, но и свойствами самой почвы.

Таким образом, анализ полученных результатов свидетельствует о высокой степени трансформированности почв. Особое место занимают почвенные образования жилых и промышленных зон. В локальных зонах последних на определенных отложениях не только трансформируется почвенный покров, но и меняется направленность почвообразовательного процесса, не свойственного данной ландшафтной зоне. В новых предпочвенных образованиях урбанизированный горизонт выступает в роли аккумулятивного [1]. При этом возможности его буферных свойств ограничены. Это и определяет накопление поллютантов, что обуславливается не только особенностями урбанизированного горизонта, но и положением данного участка в элементарном ландшафте.

Основной функцией почв городских ландшафтов является обеспечение существования «зеленого каркаса» города, который создает условия для устойчивости городской экосистемы. В концепции озеленения г. Хабаровск указывается, что одним из основных принципов повышения антропогенной устойчивости озелененных участков города является снижение рекреационной нагрузки вследствие расширения садово-паркового и лесопаркового строительства. Одним из важнейших условий реализации данных принципов является «...повышение почвенного плодородия с целью обеспечения благоприятных условий для роста и развития растений» [16, с. 26]. По величине суммарного показателя Z_c почвенный покров исследуемых территорий оценивается как находящийся в нормальных условиях. Однако прослеживается наличие отдельных участков, расположенных в чрезвычайно опасной зоне загрязнения. Совершенно справедливо исследователи указывают на важность комплексного подхода при оценке состояния почвенного покрова в условиях урбанизированных ландшафтов, который позволит учесть как аккумуляцию ТМ в плодородном слое, так и формирование локальных геохимических аномалий.

Выводы

Проведенные исследования урбанизированных ландшафтов различных зон землепользования раскрыли сложность и разнонаправленность трансформационных процессов. Литературные источники свидетельствуют о том, что почвы парковых зон являются наиболее чистыми, поэтому их предлагают использовать в качестве эталонов для оценки экологического состояния территорий. Однако проведенные исследования показали, что и наиболее комфортные зоны урбанизированных ландшафтов также подвержены загрязнению. Экологический потенциал трансформированных почв парковых зон, оцененный по интегральному показателю активности почвенных организмов верхних горизонтов почв, является низким. Исключением являются буроземы поверхностно-преобразованные и отдельные искусственно-созданные конструкторземы и реплантоземы. В последних ак-

тивность почвенного тела также не велика и едва достигает средних значений, которые фиксируют в целом низкий уровень функциональных возможностей почвенного покрова.

Промышленные зоны, в сравнении с парковыми, отличаются еще более резким варьированием биологической активности, и каких-либо новых особенностей ее проявления не выявлено. В отдельных местоположениях основная функция плодородия предпочвенных образований практически отсутствует.

Степень загрязнения тяжелыми металлами исследованных зон (по данным усредненных показателей их содержания) находится в пределах допустимых значений. Обобщенные оценки по данным суммарных величин всей территории дают общее представление о состоянии экологической среды в целом, но при этом нивелируется истинное состояние загрязнения локальных участков. Для создания экологической комфортности урбанизированных территорий необходима разработка системы мер, что осуществимо только на основе полной информации о специфике современного состояния интегральной составляющей среды – почвенной системы. При этом важно использовать приемы формирования характерных дальневосточных фитоценозов в экологических условиях, приближенных к природным фитоценозам.

Литература

1. Горбов С.Н., Безуглова О.С. Почвенный покров ростовской агломерации. Ростов-н/Д; Таганрог: Изд-во Южного федер. ун-та, 2019. 185 с.
2. Герасимова М.И., Строгонова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация / под ред. Г.В. Добровольского. Смоленск: Ойкумена, 2003. 268 с.
3. Касимов Н. С., Никифорова Е.М. Геохимия городов и городских ландшафтов. М.: Научный мир, 2004. С. 234–268.
4. Lehmann A., Stahr K. Nature and Significance of Antropogenig Urban Soils // Soils Sedementas. 2007. Vol. 73, 4. P. 247–261.
5. Hiller D.A. Schadstoffeintrage in urbaner Boden // Urbaner Bodenschutz. Springer. 1996. P. 45–58.
6. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Сохранения почвы как независимого компонента биосферы. М.: Наука, 2000. 150 с.
7. Подгорная Т.Н., Росликова В.И. Влияние техногенных геологических процессов на современное почвообразование в городах Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 1999. 75 с.
8. Росликова В.И., Матвеевко Т.И. Урбанизированные почвы Приамурья (на примере города Хабаровска) Хабаровск. Изд- во ТОГУ, 2018. 229 с.
9. Матюшкина Л.А. Экологические функции почв в городской среде. // Экология и безопасность жизнедеятельности городов: проблемы и их решения. .Хабаровск: МАУ «Хабаровские вести»: Изд-во ДВГУПС, 2019. С. 146–150.
10. Классификация и диагностика почв России / Шипов Д.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И, М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева РАСХН, 2004. 342 с.
11. Головкин Э.А. О методах изучения биологической активности торфяных почв // Материалы науч. конф. по методам микробиол. и биохим. исследований почв, Киев, 28–31 окт., 1971. Киев, 1971. С. 68–76.
12. Гигиенические нормативы «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве». ГН 2.1.7.2041-06. М., 2006.
13. Методические рекомендации /МР 2.1.7.2297-07/. Почва. Очистка населенных мест. Бытовые и промышленные отходы. Санитарная охрана почвы // Бюл. нормативных и методических документов Госсанэпиднадзора. 2008. Вып. 1 (31). 13 с.
14. Почва, город, экология / под общ. ред. акад. Г.В. Добровольского. М.: Фонд «За экономическую грамотность», 1997. 320 с.
15. Дабахов М.В., Дабахова Е.В., Титова В.И. Экологическая оценка почв урбанизированных ландшафтов. Нижегородская гос. с.-х. академия. Н. Новгород: НИУ РАНХиГС, 2014. 300 с.
16. Концепция озеленения Хабаровска / Морозова Г.Ю., Нарбут Н.А., Бабурин А.А. и др. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2009. 38 с.

References

1. Gorbov, S.N.; Bezuglova, O.S. Soil cover of the Rostov Agglomeration. Southern Federal University Press: Rostov-na-Donu – Taganrog, Russia, 2019; 185 p. (In Russian)
2. Gerasimova, M.I.; Strogonova, M.N.; Mozharova, N.V.; Prokofieva, T.V. Anthropogenic soils: genesis, geography, reclamation. Oikumena: Smolensk, Russia, 2003; 268 p. (In Russian)
3. Kasimov, N.S.; Nikiforova, E.M. Geochemistry of cities and urban landscapes. Scientific world Press: Moscow, Russia, 2004, 234–268. (In Russian)
4. Lehmann, A.; Stahr, K. Nature and Significance of Antropogenic Urban Soils. *Soils Sedimentas*; 2007, 73(4), 247–261.
5. Hiller D.A. Schadstoffeintrage in urbaner Boden In *Urbaner Bodenschutz*. Springer, 1996, 45–58.
6. Dobrovolsky, G.V.; Nikitin, E.D. Soil conservation as an independent component of the biosphere. Science Press: Moscow, Russia, 2000; 150 p. (In Russian)
7. Podgornaya, T.N.; Roslikova V.I. Influence of technogenic geological processes on modern soil formation in the cities of the Far East. *Dal'nauka: Vladivostok*, Russia, 1999; 75 p. (In Russian)
8. Roslikova, V.I.; Matveyenko, T.I. Urbanized soils of the Amur region (on the example of the city of Khabarovsk). Pacific State University: Khabarovsk, Russia, 2018; 229 p. (In Russian)
9. Matyushkina, L.A. Ecological functions of soils in the urban environment. In *Ecology and life safety of cities: problems and their solutions*. Proceedings of the 19th international conference of sister cities “Formation and management of the environmental policy of cities” and the 6th All-Russian. Scientific and applied conference (Khabarovsk, October 8–9, 2019). Far Eastern State University of Railway Engineering: Khabarovsk, Russia, 2019, 146-150. (In Russian)
10. Shipov, D.L.; Tonkonogov, V.D.; Lebedeva, I.I. Classification and diagnostics of soils in Russia. Dokuchaev V.V.'s Soil Institute of the Russian Academy of Agricultural Sciences: Moscow, Russia, 2004; 342 p. (In Russian)
11. Golovko, E.A. Methods for studying the biological activity of peat soils. Proceedings of the scientific conference on methods of microbiological and biochemical studies of soils. Kyiv, USSR, 1971, 68-76. (In Russian)
12. Hygienic standards 2.1.7.2041-06. Maximum permissible concentrations (MPC) of chemicals in the soil. Moscow, Russia, 2006. (In Russian)
13. Methodical recommendations (MR) 2.1.7.2297-07. The soil. Cleaning of populated areas. Household and industrial waste. Sanitary protection of the soil. In *Bulletin of normative and methodological documents of the State Sanitary and Epidemiological Supervision*, 2008, Issue 1(31); 13 p. (In Russian)
14. Soil, city, ecology. Foundation for Economic Literacy Press: Moscow, Russia, 1997; 320 p. (In Russian)
15. Dabakhov, M.V.; Dabakhova, E.V.; Titov, V.I. Ecological assessment of soils in urban landscapes. Nizhny Novgorod State Academy: N. Novgorod, Russia, 2014; 300 p. (In Russian)
16. Morozova, G.Yu.; Narbut, N.A.; Baburin, A.A. and others. The concept of greening Khabarovsk. IWEP FEB RAS: Khabarovsk, Russia, 2009; 38 p. (In Russian)

Статья поступила в редакцию 19.01.2023; одобрена после рецензирования 17.03.2023; принята к публикации 26.05.2023.

The article was submitted 19.01.2023; approved after reviewing 17.03.2023; accepted for publication 26.05.2023.



Гидрохимические исследования в ИВЭП ДВО РАН

Владимир Павлович ШЕСТЕРКИН

кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник
ХФИЦ ДВО РАН, Институт водных и экологических проблем, Хабаровск, Россия
shesterkin@ivp.as/khb.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7271-8228>

Аннотация. Дан обзор гидрохимических исследований в Институте водных и экологических проблем ДВО РАН за период с 1974 по 2023 г. Исследования начались после создания под руководством к.х.н. А.В. Иванова лаборатории гидрохимии в составе отдела гидрологии и гидрогеологии ТИГ ДВНЦ АН СССР, тематика которой была связана с изучением закономерностей формирования химического состава озерных, речных и болотных вод, снежного покрова, наледных и озерных льдов, атмосферных осадков Дальнего Востока, гидрохимическим районированием восточного участка зоны БАМ. В 1975–1981 гг. исследования осуществлялись на водоемах и наледях Чарской котловины, Зейском водохранилище, озерах Эворон-Чукчагирской впадины. Были изучены географические закономерности формирования химического состава природных вод в условиях резко континентального и муссонного климата, влияние пирогенного фактора на сток растворенных веществ. В 1982–1986 гг. на стационаре «Славянка» изучались физико-химические процессы формирования химического состава природных вод Приамурья. Исследованиями были охвачены водные объекты Среднеамурской равнины, в том числе и р. Амур ниже г. Хабаровск. В 1987–1989 гг. для прогнозирования качества вод проектируемого Адычанского водохранилища изыскания проводились в Верхоянском районе Якутии, проектируемой Тугурской ПЭС – в Приохотье. Освоение рудных месторождений золота и серебра методом цианидного выщелачивания потребовало решения многих экологических проблем, в том числе установления гидрохимического фона и загрязнения атмосферных, поверхностных и подземных вод в период их эксплуатации. В 1997–2002 гг. появление в амурской воде и рыбе «химического» запаха зимой обусловило проведение исследований на его пограничных участках, в результате которых были получены первые сведения о химическом составе вод р. Сунгари. Сотрудники лаборатории приняли участие в российско-китайском мониторинге качества вод рек Сунгари и Амур после аварии на химическом комбинате г. Цзилинь (КНР) в декабре 2005 г., в марте и мае 2006 г., мониторинге качества вод среднего Амура после разрушения хвостохранилища в бассейне р. Ицзими в 2020 г. Начиная с 1998 г. проводятся исследования, поддержанные грантами РФФИ и ДВО РАН, по изучению влияния пирогенного фактора на химический состав вод таежных рек Сихотэ-Алиня. Изучение гидрохимического режима рек Бурья, Зея и Тимптон (Южная Якутия) позволило дать прогноз качества вод Бурейского и Нижне-Бурейского, проектируемых Нижне-Зейского и Канкунского (р. Тимптон) водохранилищ, осуществить в 2003–2008 гг. мониторинг качества вод Бурейского водохранилища в период заполнения. Большой объем гидрохимической информации позволил изучить многолетнюю динамику содержания и стока растворенных веществ в водах р. Амур у г. Хабаровск в зимнюю межень и во время крупных наводнений в 2019–2021 гг., исторического паводка в 2013 г. С 1998 г. началось изучение химического состава вод малых рек г. Хабаровск.

Ключевые слова: Дальний Восток, водные объекты, гидрохимические исследования, пространственно-временная изменчивость

Для цитирования: Шестеркин В.П. Гидрохимические исследования в ИВЭП ДВО РАН // Тихоокеанская география. 2023. № 3. С. 36–46. https://doi.org/10.35735/26870509_2023_15_3.

Hydrochemical studies at IWEP FEB RAS

VLADIMIR P. SHESTERKIN

Candidate of Geographical Sciences, Leading research associate

Khabarovsk Federal Center FEB RAS, Institute of Water and Environmental Problems, Khabarovsk, Russia

shesterkin@ivep.as/khb.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7271-8228>

Abstract. A review of hydrochemical studies at the Institute of Water and Environmental Problems of the Khabarovsk Federal Research Center, FEB RAS for the period from 1974 to 2023 is given. The studies began with establishment of the Laboratory of hydrochemistry under the leadership of Dr. A.V. Ivanov in the Department of Hydrology and Hydrogeology of the Pacific Institute of Geography, FEB RAS. The Laboratory's scientific topics were related to the study of the regularities of the chemical composition of lake, river and swamp waters, snow cover, ice and lake ice, atmospheric precipitation of the Far East, and hydrochemical zoning of the eastern section of the BAM zone. In 1975–1981, the studies were carried out on water bodies and glaciers of the Charskaya Basin, Zeya Reservoir, and lakes of the Evoron-Chukchagir Lowland. Geographical patterns of formation of the chemical composition of natural waters in conditions of sharply continental and monsoon climate, the influence of the pyrogenic factor on the flow of dissolved substances were studied. In 1982–1986, physical and chemical processes of formation of the chemical composition of natural waters in the Amur region were studied at Slavyanka field research station. Research were carried out on water bodies of the Middle Amur Plain, including the Amur River downstream of Khabarovsk as well. The surveys were conducted in the Verkhoyanskiy region of Yakutia in 1987–1989 to predict the water quality of the projected Adychanskoye Reservoir, and on the projected Tugurskaya TPS in Priokhotye in 1988–1992. Development of gold and silver ore deposits by cyanide leaching required a solution of many environmental problems, including studying the hydrochemical background and pollution of atmospheric, surface and ground water during their exploitation. The appearance of “chemical” smell in the water and in ichthyofauna of the Amur River in winter of 1997–2002 the relevant studies of the river waters near the state border, which resulted in the first data on the chemical composition of the Sungari River waters. The Laboratory staff took part in the Russian-Chinese monitoring of water quality in the Sungari and Amur rivers in March and May 2006, after an accident at a chemical plant in Jilin (PRC) in December 2005. They also monitored water quality in the middle Amur after the destruction of a tailings pond in the Yijimi river watershed in 2020. Since 1998, the Russian Foundation for Fundamental Research and the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences have supported the studies on the impact of the pyrogenous factor on the chemical composition of the waters of the taiga rivers of Sikhote Alin. The study of the hydrochemical regime of Bureya and Zeya rivers, and Timpton River (Southern Yakutia) made it possible to predict the water quality of Bureya and Lower Bureya reservoirs, the projected Lower Zeiskoye and Kankunskoye (Timpton River) reservoirs, to monitor the waters quality of the Bureya Reservoir during the period filling in 2003–2008. A large volume of hydrochemical information has allowed studying the long-term dynamics of the content and runoff of dissolved substances in the waters of the Amur near Khabarovsk during the winter low water and during major floods in 2019–2021, the historical flood in 2013. Since 1998, the study of the chemical composition of waters of small rivers of Khabarovsk have begun.

Keywords: Far East, waterbodies, hydrochemical studies, spatial and temporal variability

For citation: Shesterkin V.P. Hydrochemical studies at IWEP FEB RAS. Pacific Geography. 2023; (3)36-46. (In Russ.). https://doi.org/10.35735/26870509_2023_15_3.

Введение

Природные условия Дальнего Востока крайне разнообразны, что определяет специфику химического состава природных вод различных районов, отличающихся большой амплитудой колебаний температур воздуха, своеобразием сезонного и зонального распределения атмосферных осадков, глубиной промерзания грунтов, заболоченностью территории, разнообразным геологическим строением, сочетанием горного рельефа с низменностями и равнинами. Это, естественно, не может не влиять на формирование химического состава природных вод, которые характеризуются многими специфическими особенностями: высоким содержанием органического вещества по сравнению с минеральными соединениями на фоне очень низкой минерализации, широким распространением железистых и гидросиликатных вод. Несмотря на то что для ряда районов Дальнего Востока были установлены отдельные закономерности химического состава природных вод, в целом изученность его остается очень слабой. Поэтому познание закономерностей формирования химического состава природных вод актуально, так как на этой основе может быть дан прогноз качества воды, изменяющегося в процессе хозяйственного освоения территории и использования водных ресурсов. Именно этим определялась основная тематика гидрохимических исследований в Институте водных и экологических проблем ДВО РАН на протяжении почти 50 лет. Цель статьи – краткий обзор направлений и основных результатов этих исследований на различных этапах существования института.

Сведения о составе вод рек Приамурья приводятся в материалах первых исследователей Дальнего Востока. Рудольф Карлович Маак писал, что вода р. Сунгари имела «...грязно-мутный цвет, представляющий особенно резкую противоположность до сих пор чистой в массе темно-бурой Амура выше соединения его с Сунгари...» [1, с. 43].

Необходимость изучения химического состава воды р. Амур как основного источника питьевого водоснабжения возникла в конце XIX в. в г. Хабаровск в связи с участвовавшими эпидемиями брюшного тифа и желудочно-кишечных заболеваний. Поэтому его жителей всегда интересовало качество амурской воды. Об этом свидетельствует доклад фармацевта Бобрицкого «Результаты трехмесячных химических исследований питьевой воды Амура у Хабаровска», который он сделал в 1896 г. на собрании Приамурского отдела Императорского Русского географического общества [2]. Дальнейшие исследования заведующего химической лабораторией Китайско-Восточной железной дороги А.М. Осендовского [3], санитарных врачей Хабаровского военного лазарета [4, 5] позволили получить более полные сведения о химическом составе речных вод Приамурья.

Наблюдения за качеством воды в нагнетательных трубах городского водовода, оголовок которого находился в 32 м от берега, позволили выявить сезонные различия в содержании растворенных веществ в воде р. Амур. Было отмечено снижение качества ее вод ниже устьев малых рек Чердымовка и Плюсника [6].

В военные годы (1941–1943) на р. Шилка у г. Сретенска, р. Ингода у с. Атамановка, р. Бира у г. Биробиджан, р. Амур у г. Хабаровск эпизодические наблюдения за химическим составом воды начинает осуществлять Управление Гидрометеослужбы Дальнего Востока. В 1950 г. количество пунктов наблюдений достигало 18, в 1962 г. – 49. Мониторинг проводился в основном на больших реках, поэтому лучше всего в гидрохимическом отношении были изучены реки Амур, Шилка, Зея, Буряя и Уссури. В начале этого мониторинга изучалось содержание главных ионов и органического вещества (по значениям перманганатной окисляемости и цветности воды). В 1975 г. в перечень определяемых компонентов были включены соединения минерального азота, микроэлементы, фенолы, нефтепродукты, АПАВ, пестициды и др.

Результаты и обсуждение

Образование в 1974 г. в составе отдела гидрологии и гидрогеологии ТИГ ДВНЦ АН СССР¹, лаборатории гидрохимии под руководством к.х.н. А.В. Иванова, изучавшего формирование химического состава природных вод в условиях резко континентального климата, а также усиление ее выпускниками химических факультетов Иркутского и Дальневосточного государственных университетов (Н.П. Кашин, В.С. Таловская, Н.М. Куikliна, В.П. Шестеркин, позднее Н.М. Симонова, И.И. Кириченко, А.Г. Новороцкая, В.Б. Базарова, А.П. Неудачин) активизировало гидрохимические исследования на водных объектах Забайкалья и Приамурья [7, 8]. Перед коллективом лаборатории² был поставлен ряд задач, главнейшие из которых были изучение механизмов и процессов, определяющих формирование химического состава озерных и болотных вод, снежного покрова, льда водоемов и рек, атмосферных осадков: гидрохимическое районирование восточного участка зоны БАМ. Наблюдения проводились на Зейском водохранилище, озерах и реках Эворон-Чукчагирской и Среднеамурской равнин, Чарской котловины. Объектами наблюдений являлись атмосферные осадки и снежный покров [9–10], природные льды [11–14], воды болот [15]. Изучалось влияние лесных пожаров и различных видов хозяйственной деятельности на объекты гидросферы [9–10, 16].

В 1982 г. начинается планомерное изучение химического состава вод р. Амур. Экспедиционные исследования осуществлялись на теплоходах «Ладога» и «Эврика», автомашинах. Изучение качества воды р. Амур проводилось в рамках выполнения планов НИР, проекта ДВО РАН в 2003–2008 гг. «Комплексные исследования в бассейне Амура», в 2005–2008 гг. проекта Амур–Охотск «Влияние деятельности человека в Северо-Восточной Азии на биологическую продуктивность северной части Тихого Океана», в котором участвовали ученые России, Японии, Китая и Монголии (рис. 1), большого количества хозяйственных работ («Оценка качества воды р. Амур в период ледостава в связи с массовым развитием водного грибка *Leptomitus lacteus*», «Влияние добычи нерудных строительных материалов на динамику руслового потока и состояние водных экосистем» и др.). В ходе этих исследований изучалась сезонная динамика химического состава вод как р. Амур, так и его крупных притоков [17–23].

В 1987–1989 гг. в связи с предполагаемым строительством ГЭС на р. Адыча в Верхоянском районе Якутии для прогнозирования качества вод будущего водохранилища под руководством к.г.н. К.Г. Баканова изучался гидрохимический режим р. Адыча и ее притоков, снежного покрова и атмосферных осадков [24].

Освоение рудных месторождений золота и серебра в Приамурье (Многовершинное, Тас-Юрях, Хаканджа и др.) методом цианидного выщелачивания потребовало решения ряда экологических проблем, в том числе выявления гидрохимического фона, уровня загрязнения атмосферных, поверхностных и подземных вод в период их эксплуатации [25].

Большой объем гидрохимической информации был получен в 1988–1992 гг. в Тугурском заливе в связи необходимостью прогнозирования его экологического состояния после создания плотины приливной электростанции [26].

В 2003–2008 гг. совместно с Росгидрометом и гидробиологами ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН под руководством к.б.н. С.Е. Сиротского проводился гидрохимический мониторинг [27, 28] на Бурейском водохранилище в период его заполнения (рис. 2). Наблюдения свидетельствовали о том, что поэтапный набор и сброс воды на проектных отметках во время строительства ГЭС обусловил хорошую проточность придонных горизонтов воды, что привело к снижению влияния затопленного почвенного и растительного покрова на качество воды. Для реализации этих работ был орга-

¹ Переведен в августе 1978 г. в Хабаровский комплексный НИИ АН СССР.

² С 2001 г. – лаборатории гидроэкологии и биогеохимии ИВЭП ДВО РАН.



Рис. 1. Отбор проб донных отложений на нижнем Амуре в 2005 г. во время российско-японского проекта «Амур–Охотск». Фото В.П. Шестеркина

Fig. 1. Sampling of bottom sediments on the Lower Amur in 2005 during the Amur-Okhotsk Russian-Japanese project. Photo by V.P. Shesterkin

ний были дополнены данными Росгидромета за 2002–2005 гг., полученными в ходе совместного российско-китайского мониторинга, который проводился по решению правительств Хабаровского края и провинции Хэйлунцзян в период открытого русла на р. Амур у с. Нижнеленинское и р. Усури у с. Казакевичево.

Большой объем информации был получен при выполнении плановых работ по темам НИР: «Геоэкологические проблемы бассейнов крупных рек Восточной Азии» (2006–2008); «Динамика водных экосистем муссонных областей Дальнего Востока в условиях изменения природных и антропогенных факторов» (2009–2011 гг.) и др.

Авария в ноябре 2005 г. на химическом комбинате в г. Цзилинь (КНР) обусловила проведение в декабре 2005 г. российско-китайского совместного мониторинга качества вод р. Амур на пограничных участках. В марте и мае 2006 г. аналогичный мониторинг проводился на реках Сунгари и Амур на участке между г. Харбин и г. Комсомольск-на-Амуре,



Рис. 2. Гидрохимический мониторинг на Бурейском водохранилище в ноябре 2007 г. Фото В.П. Шестеркина

Fig. 2. Hydrochemical monitoring at the Bureya Reservoir in November 2007. Photo by V.P. Shesterkin

низован Межрегиональный центр экологического мониторинга гидроузлов. В 2012–2014 гг. аналогичные наблюдения проводились в период строительства Нижне-Бурейской ГЭС. Для прогнозирования качества вод Канкунского и Нижне-Зейского водохранилищ изучался гидрохимический режим рек Тимптон и Зея [29, 30].

В связи с появлением в воде и ихтиофауне р. Амур «химического» запаха зимой 1997–2002 гг. гидрохимические исследования начали осуществляться на его пограничных участках между с. Амурзет и с. Ленинское. В ходе этих работ были получены первые сведения о влиянии р. Сунгари на качество вод р. Амур [31, 32].

Позднее материалы этих наблюдений были дополнены данными Росгидромета за 2002–2005 гг., полученными в ходе совместного российско-китайского мониторинга, который проводился по решению правительств Хабаровского края и провинции Хэйлунцзян в период открытого русла на р. Амур у с. Нижнеленинское и р. Усури у с. Казакевичево. Большой объем информации был получен при выполнении плановых работ по темам НИР: «Геоэкологические проблемы бассейнов крупных рек Восточной Азии» (2006–2008); «Динамика водных экосистем муссонных областей Дальнего Востока в условиях изменения природных и антропогенных факторов» (2009–2011 гг.) и др. Авария в ноябре 2005 г. на химическом комбинате в г. Цзилинь (КНР) обусловила проведение в декабре 2005 г. российско-китайского совместного мониторинга качества вод р. Амур на пограничных участках. В марте и мае 2006 г. аналогичный мониторинг проводился на реках Сунгари и Амур на участке между г. Харбин и г. Комсомольск-на-Амуре,

что позволило получить сведения о химическом составе вод р. Сунгари в районе городов Харбин, Цзямусы и Тунцзян [33] (рис. 3). В дальнейшем осуществлялся мониторинг трансграничных водных объектов в зоне деятельности Амурского бассейнового водного управления. Основанием такого мониторинга стали «План совместного российско-китайского мониторинга качества вод трансграничных водных объектов», подписанный в Пекине 31 мая 2006 г., и «Программа мероприятий по осуществлению совместного российско-китайского мониторинга качества вод трансграничных водных объектов»,

подписанная 22 января 2008 г. в г. Санья. В соответствии с этим Забайкальским, Дальневосточным и Приморским управлениями Росгидромета в 2007–2014 гг. осуществлялись наблюдения за качеством воды рек Аргунь, Амур, Уссури и Сунгача, которые в дальнейшем нашли отражение в «Сводном аналитическом отчете по осуществлению государственного мониторинга водных объектов в зоне деятельности Амурского БВУ», который подготовили сотрудники лаборатории. В ходе этих работ, проводившихся по всей ширине пограничных рек, были получены первые сведения о содержании в воде пестицидов и гербицидов (ДДТ, ДДЭ, линдана, дихлорфенола и др.), ароматических соединений (бензол, толуол и др.).

Трансграничное загрязнение вод среднего Амура напомнило о себе снова во время ледохода в апреле 2020 г., когда в бассейне р. Ицзими (приток р. Сунгари) произошло разрушение дамбы хвостохранилища. Поэтому по решению Комиссии по предупреждению и ликвидации ЧС Хабаровского края гидрохимии института приняли участие в мониторинге качества вод р. Амур и протоки Амурская вблизи государственной границы [34].

Важным направлением исследований остается определение влияния катастрофических пожаров на формирование химического состава вод таежных рек Приамурья. Поддержанные в разные годы проектами РФФИ и ДВО РАН, Канадского секретариата международной сети модельных лесов исследования на малых реках бассейна р. Анной (западный макросклон северного Сихотэ-Алиня), пройденных в различной степени катастрофическими пожарами 1998 г., свидетельствуют о длительном выносе растворенных веществ с пирогенно-измененных водосборов [35, 36].

В 2020-е годы началось изучение гидрохимического режима малых рек г. Хабаровск и его пригородных территорий [37–39]. В условиях недостаточного финансирования экспедиционных исследований это направление стало одним из основных в деятельности лаборатории. Расширился и перечень определяемых компонентов химического состава воды (тяжелые металлы, летучие ароматические углеводороды). Это направление получило усиление с приходом в лабораторию специалистов Института материаловедения ДВО РАН (к.т.н. Зайцев А.В., к.т.н. Макаревич, К.С., Каминский О.И.) которые, ранее занимались изучением фотокаталитической активности различных материалов. В настоящее время ими разрабатываются фотокаталитические покрытия, позволяющие использовать солнечную энергию для очистки вод от загрязняющих веществ. Аспирантом И.С. Синьковой и к.б.н. О.С. Хомченко проводится мониторинг качества вод и донных отложений малых рек г. Хабаровск; к.г.н. С.И. Левшина и к.г.н. А.Г. Новороцкая осуществляют мониторинг химического состава речных вод и снежного покрова Большехецирского государственного заповедника; группа сотрудников лаборатории (А.В. Зайцев, Н.М. Шестеркина, Т.Д. Ри и др.) выполняет исследования по проекту РНФ «Фундаментальные и прикладные аспекты метода фотокаталитической водоочистки применительно к загрязненным стокам малых рек урбанизированных территорий». Сотрудники активно участвуют в конкурсах моло-



Рис. 3. Отбор проб воды р. Сунгари у г. Цзямусы (Китай) в мае 2006 г. во время российско-китайского мониторинга. Фото И.О. Просолова

Fig. 3. Water sampling on the Sungari near the city of Jiamusi (China) in May 2006 during the joint Russian-Chinese monitoring. Photo by I.O. Prosolov

дых ученых Хабаровского края. За последние годы выявлены основные факторы формирования качества вод малых рек, показана пространственная и сезонная изменчивость их химического состава. Показано значительное варьирование концентраций растворенных веществ в речных водах, обусловленное большими различиями химического состава талых снеговых, подземных и сточных вод, а также вод изношенных систем водоснабжения и водоотведения. Максимальные значения минерализации, загрязнение хлоридными ионами и ионами натрия из-за использования противогололедных реагентов установлены в начале снеготаяния в воде рек, дренирующих районы с интенсивным движением автотранспорта.

В 2008 г. в пределах Хабаровского края гидрохимические исследования проводились на трассе нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий Океан».

Большой объем гидрохимической информации позволил изучить многолетнюю динамику содержания и стока растворенных веществ в воде р. Амур у г. Хабаровск в зимнюю межень и во время крупных наводнений в 2019–2021 гг. и исторического в 2013 г. [40–42].

Заключение

Тематика гидрохимических исследований в ИВЭП ДВО РАН формировалась в соответствии с запросом к географической науке как на обоснование планов экономического развития, так и на рациональное использование водных ресурсов и решение проблем охраны окружающей среды. Особенностью исследований был охват огромной территории Дальневосточного федерального округа.

Гидрохимические исследования были начаты в 1974 г. с образованием лаборатории гидрохимии в составе отдела гидрологии и гидрогеологии ТИГ ДВНЦ АН СССР, а затем Хабаровского комплексного научно-исследовательского института. Изучались закономерности формирования химического состава озерных вод в условиях резко континентального и муссонного климата, наледных и озерных льдов, атмосферных осадков, гидрохимический режим крупных водоемов зоны БАМ, влияние пирогенного фактора на химический состав речных вод.

Гидрохимический мониторинг в Верхоянском и Алданском районах Якутии позволил дать прогноз качества вод Адычанского и Канкунского проектируемых водохранилищ; в бассейнах рек Бурей и Зея – Бурейского, Нижне-Бурейского и Нижне-Зейского водохранилищ; на его основе была дана оценка экологических последствий строительства Тугурской приливной электростанции в Приохотье. Наблюдения в период заполнения Бурейского водохранилища свидетельствовали о том, что поэтапный набор и сброс воды на проектных отметках во время строительства ГЭС обусловил хорошую проточность придонных горизонтов воды, что привело к минимизации влияния затопленного почвенного и растительного покрова на качество воды. Установлено влияние зарегулирования реки на содержание и сток растворенных веществ зимой в воде р. Амур.

Выявлена приоритетная роль р. Сунгари в ухудшении качества вод р. Амур в зимнюю межень (появление «химического» запаха, загрязнение аммонийным, иногда нитритным азотом). Дана оценка загрязнения вод р. Амур после аварий в бассейне р. Сунгари (КНР) в 2005 и 2020 гг. Отмечено улучшение качества вод р. Амур в зимнюю межень 2012–2020 гг., снижение содержания иона аммония и преобладание нитратного азота в стоке его минеральных форм. Рассмотрена многолетняя динамика химического состава вод р. Амур и основных его притоков, пространственная и сезонная изменчивость концентраций и стока растворенных веществ в водах реки. Изучена гидрохимическая структура вод и стока р. Амур во время исторического наводнения 2013 г., сильных наводнений в 2019 и 2020 гг.

Рассмотрены основные факторы формирования качества вод малых рек г. Хабаровск и прилегающих территорий, показана пространственная и сезонная изменчивость их химического состава. Выявлено значительное варьирование концентраций растворенных ве-

ществ в речных водах, обусловленное большими различиями химического состава талых снеговых, подземных и сточных вод, а также вод изношенных систем водоснабжения и водоотведения. Максимальные значения минерализации, концентрации хлоридных ионов и ионов натрия, превышающие значения ПДК, установлены в начале снеготаяния в воде рек, дренирующих районы с интенсивным движением автотранспорта, из-за использования противогололедных реагентов.

Литература

1. Маак Р.Ф. Путешествие на Амур. Спб.: Тип. Карла Вульфа, 1859. 211 с.
2. Приамурские ведомости. 1896, 18 февраля. № 112.
3. Луценко Т.Н., Шестеркин В.П. Первые гидрохимические исследования в Амурском крае // Географические исследования восточных районов России: этапы освоения и перспективы развития: материалы всерос. научно-практ. конф., посвященной 130-летию образования Приморского отделения РГО и 50-летию высшего географического образования на Дальнем Востоке. Владивосток: ДВФУ. 2014. С. 157–160.
4. Чириков А.В. Реки Амурского бассейна (Шилка, Амур и Сунгари) в санитарном отношении: отчет по командировке 1904 г. СПб.: Тип. М.П.С., 1905, 133 с.
5. Никольский А.Д. Санитарный очерк г. Хабаровска Приамурской области // Казанский медицинский журн. 1907. Вып. 7/8. С. 21–24.
6. Эбергард А.И., Белохвостов С.И. Вода центральной части города Хабаровска (в летнее время) // Материалы по изучению Приамурского края. Труды 1 съезда врачей Приамурского края. Хабаровск: Тип. Канцелярии Приамурского Генерал-Губернатора, 1914. С. 125–134.
7. Иванов А.В., Трофимова Л.Н. Гидрохимия озер Центрального Забайкалья. Владивосток: Дальиздат. 1982. 140 с.
8. Мордовин А.М., Петров Е.С., Шестеркин В.П. Гидроклиматология и гидрохимия Зейского водохранилища. Владивосток; Хабаровск: Дальнаука, 1997. 138 с.
9. Иванов А.В., Кашин Н.П. Лесные пожары и многолетняя изменчивость химического состава атмосферных осадков и снежного покрова // Гидрохимические материалы. 1989. Т. 95. С. 3–14.
10. Новороцкая А.Г. Химический состав снежного покрова как индикатор экологического состояния Нижнего Приамурья: автореф. дис. ... канд. геог. наук. Хабаровск, 2002. 22 с.
11. Иванов А.В. Гидрохимические процессы при наледообразовании. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1983. 108 с.
12. Иванов А.В. Криогенная метаморфизация химического состава природных льдов, замерзающих и талых вод. Хабаровск: Дальнаука, 1998. 164 с.
13. Иванов А.В. Химия природных льдов: автореф. дис. ... д-ра геог. наук. Ростов-н/Д, 1991. 38 с.
14. Шестеркин В.П. Гидрохимия конгеляционных льдов Нижнего Приамурья: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Иркутск, 1994. 20 с.
15. Иванов А.В. Гидрохимический режим болот Приамурья // Ресурсы болот СССР и пути их использования. Хабаровск: ДВО АН СССР, 1989. С. 99–110.
16. Иванов А.В., Кашин Н.П., Куклина Н.М., Таловская В.С., Парфенов Ю.В., Шестеркин В.П. Роль лесных пожаров в формировании химического состава атмосферных осадков, снежного покрова и поверхностных вод // Формирование химического состава природных вод Приамурья и Забайкалья. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1977. С. 28–38.
17. Махинов А.Н., Ким В.И., Шестеркин В.П., Ширавва Т., Нагао С. Проект «Амур–Охотск»: результаты российско-японских исследований в нижнем течении реки Амур и Амурском Лимане // Вестн. ДВО РАН. 2011. № 4. С. 3–13.
18. Чудаева В.А., Шестеркин В.П., Чудаев О.В. Микроэлементы в поверхностных водах бассейна реки Амур // Водные ресурсы. 2011. № 5. С. 606–617.
19. Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Зимний сток растворенных веществ среднего Амура // География и природные ресурсы. 2001. № 4. С. 144–147.
20. Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Содержание аммонийного азота в воде среднего Амура в зимнюю межень // География и природные ресурсы. 2003. № 2. С. 93–97.
21. Шестеркин В.П. Зимний кислородный режим вод Амура // География и природные ресурсы. 2004. № 1. С. 148–151.
22. Юрьев Д.Н., Гаретова Л.А., Шестеркин В.П., Сиротский С.Е. О массовом развитии водного гриба *Leptomitus lacteus* в р. Амур в период ледостава // Геохимические и биогеохимические процессы в экосистемах Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 1999. С. 153–163.
23. Nagao S., Terashima M., Seki O., Takata H., Kawahigashi M., Kodama H., Kib V.I., Shesterkin V.P., Levshina S.I., Makinov A.N. Biogeochemical behavior of iron in the lower Amur River and Amur-Liman // Report on Amur-Okhotsk Project. RIHN. 2010. №. 6. P. 41–50.

24. Шестеркин В.П. Гидрохимия рек Верхоянья. Владивосток; Хабаровск: Дальнаука, 2000. 98 с.
25. Шевцов В.М., Караванов К.П., Махинов А.Н., Кулаков В.В., Мордовин А.М., Шапов В.В., Шестеркин В.П. Водные ресурсы горнорудных районов и их преобразование (Юг Дальнего Востока). Хабаровск: Изд-во ХГТУ, 1998. 159 с.
26. Иванов А.В., Шестеркина Н.М., Махинов А.Н., Баканов К.Г. Гидрологические и гидрохимические процессы в Тугурском заливе Охотского моря // Вопросы географии Дальнего Востока. Экологические проблемы при горнорудном и энергетическом освоении территорий и акваторий. Хабаровск: Приамурское географическое общество, 1997. Вып. 20. С. 47–52
27. Мордовин А.М., Шестеркин В.П., Антонов А.Л. Река Буряя: гидрология, гидрохимия и ихтиофауна. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2006. 149 с.
28. Шестеркин В.П., Сиротский С.Е., Таловская В.С. Минерализация и содержание органического вещества в воде Бурейского водохранилища в первые годы заполнения // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2011. № 4. С. 33–40.
29. Шестеркин В.П., Сиротский С.Е., Шестеркина Н.М., Таловская В.С., Ерина О.Н., Никитина О.Н. Пространственная и временная изменчивость химического состава речных вод бассейна реки Тимптон // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2017. № 2. С. 19–32.
30. Шестеркина Н.М., Шестеркин В.П. Микроэлементы в воде притоков Нижне-Бурейского водохранилища // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2016. № 3. С. 15–29.
31. Левшина С.И. Содержание и динамика органического вещества поверхностных вод бассейна р. Амур и его геоэкологическое значение (на примере Среднеамурской низменности): автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Владивосток, 2006. 22 с.
32. Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Особенности качества воды р. Сунгари // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2009. № 1. С. 50–53.
33. Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М., Фориная Ю.А., Ри Т.Д. Трансграничное загрязнение Амура в зимнюю межень 2005–2006 гг. // География и природные ресурсы. 2007. № 2. С. 40–44.
34. Шестеркин В.П. Влияние разрушения дамбы восточного водохранилища в бассейне реки Сунгари (КНР) на качество вод Амура у Хабаровска в апреле 2020 года // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2021. № 2. С. 67–74.
35. Фориная Ю.А. Пространственно-временная изменчивость химического состава вод рек северного Сихотэ-Алиня: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Хабаровск, 2013. 25 с.
36. Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Многолетняя динамика химического состава вод таежных рек на горах северного Сихотэ-Алиня // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2017. Т. 28, № 2. С. 56–70.
37. Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Гидрохимия речных вод г. Хабаровска // Геохимические и биогеохимические процессы в экосистемах Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 1999. С. 112–119.
38. Шестеркин В.П., Афанасьева М.И., Шестеркина Н.М. Особенности качества воды малых рек Хабаровска в зимний период // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2019. № 3. С. 42–51.
39. Shesterkin V.P., Sinkova I.S., Kaminsky O.I. Dynamics of the content of mineral forms of nitrogen in the water of small Rivers in Khabarovsk during the winter period // J. of Ecological Engineering. 2021. Vol. 22. N 10. P. 121–126.
40. Шестеркин В.П. Изменение химического состава речных вод в Хабаровском водном узле за столетие // Тихоокеанская геология. 2010. Т. 29, № 2. С. 112–118.
41. Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Влияние крупных наводнений в районе Хабаровска в 2018–2019 гг. на гидрохимическую структуру вод Амура // Метеорология и гидрология. 2020. № 11. С. 92–99.
42. Baixing Yan, Junian Guan, Shesterkin V.P., Hui Zhu. Variations of Dissolved Iron in the Amur River during an Extreme Flood Event in 2013 // Chinese Geographical science. 2016. Vol. 26, N 5. P. 679–686.

References

1. Maak, R.F. Journey to the Amur. Karl Wulff Publishing House: St. Petersburg, Russia. 1859; 211 p. (In Russian)
2. Priamurskiye Vedomosti. 1896, February 18, Issue 112. (In Russian)
3. Lutsenko, T.N.; Shesterkin, V.P. The first hydrochemical studies in the Amur region. In *Geographical studies of the eastern regions of Russia: stages of development and development prospects*. Proceedings of all-Russian scientific and practical conference dedicated to the 130th anniversary of the formation of the Primorsky Branch of the Russian Geographical Society and the 50th anniversary of higher geographical education in the Far East. Far Eastern Federal University: Vladivostok, Russia, 2014, 157–160. (In Russian)
4. Chirikov, A.V. The rivers of the Amur basin (Shilka, Amur and Sungari) in sanitary terms: a report on a business trip in 1904. M.P.S. Publishing House: St. Petersburg, 1905; 133 p. (In Russian)
5. Nikolsky, A.D. Sanitary essay of the city of Khabarovsk, Amur Region. *Kazan Medical Journal*. 1907, 7/8, 21–24. (In Russian)
6. Ebergard, A.I.; Belokhovostov, S.I. Water in the central part of the city of Khabarovsk (in summer). In *Materials for the study of the Amur region*. Proceedings of the 1st Congress of Physicians of the Amur Territory. Publishing house of the Office of the Governor-General: Khabarovsk, Russia, 1914, 125–134. (In Russian)

7. Ivanov, A.V.; Trofimova, L.N. Hydrochemistry of the lakes of Central Transbaikalia. Dalizdat: Vladivostok, Russia, 1982; 140 p. (In Russian)
8. Mordovin A.M.; Petrov, E.S.; Shesterkin, V.P. Hydroclimatology and hydrochemistry of the Zeya Reservoir. Dalnauka: Vladivostok-Khabarovsk, Russia, 1997; 138 p. (In Russian)
9. Ivanov, A.V.; Kashin, N.P. Forest fires and long-term variability of the chemical composition of atmospheric precipitation and snow cover. *Hydrochemical Materials*. 1989, 95, 3–14. (In Russian)
10. Novorotskaya, A.G. The chemical composition of the snow cover as an indicator of the ecological state of the Lower Amur region: dissertation abstract of a candidate of geographical sciences. Khabarovsk, Russia, 2002; 22 p. (In Russian)
11. Ivanov, A.V. Hydrochemical processes during ice formation. Far Eastern Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR: Vladivostok, Russia. 1983; 108 p. (In Russian)
12. Ivanov, A.V. Cryogenic metamorphization of the chemical composition of natural ice, freezing and melt waters. Dalnauka: Khabarovsk, Russia. 1998; 164 p. (In Russian)
13. Ivanov, A.V. Chemistry of natural ices: dissertation abstract of a doctor of geographical sciences. Rostov-na-Donu, Russia, 1991; 38 p. (In Russian)
14. Shesterkin, V.P. Hydrochemistry of congelation ices in the Lower Amur Region: dissertation abstract of a candidate of geographical sciences. Irkutsk, Russia, 1994; 20 p. (In Russian)
15. Ivanov, A.V. Hydrochemical regime of the swamps of the Amur region. In *Resources of the swamps of the USSR and ways of their use*. Far Eastern Branch of the USSR Academy of Sciences: Khabarovsk, Russia, 1989, 99–110. (In Russian)
16. Ivanov, A.V.; Kashin, N.P.; Kuklina, N.M.; Talovskaya, V.S.; Parfenov, Yu.V.; Shesterkin, V.P. The role of forest fires in the formation of the chemical composition of atmospheric precipitation, snow cover and surface waters. In *Formation of the chemical composition of natural waters of the Amur Region and Transbaikalia*. Far Eastern Scientific Center of the USSR Academy of Sciences: Vladivostok, Russia, 1977, 28–38. (In Russian)
17. Makhinov, A.N.; Kim, V.I.; Shesterkin, V.P.; Shiraiva, T.; Nagao, S. The Amur-Okhotsk project: results of Russian-Japanese research in the lower reaches of the Amur River and the Amur Liman. *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2011, 4, 3–13. (In Russian)
18. Chudaeva, V.A.; Shesterkin, V.P.; Chudaev, O.V. Trace elements in the surface waters of the Amur River basin. *Water resources*. 2011, 5, 606–617. (In Russian)
19. Shesterkin, V.P.; Shesterkina, N.M. Winter runoff of dissolved substances of the middle Amur. *Geography and natural resources*. 2001, 4, 144–147. (In Russian)
20. Shesterkin, V.P.; Shesterkina, N.M. The content of ammonium nitrogen in the water of the middle Amur during the winter low water. *Geography and natural resources*. 2003, 2, 93–97. (In Russian)
21. Shesterkin, V.P. Winter oxygen regime of the Amur waters. *Geography and natural resources*. 2004, 1, 148–151. (In Russian)
22. Yuryev, D.N.; Garetova, L.A.; Shesterkin, V.P.; Sirotsky, S.E. On the mass development of the aquatic fungus *Leptomitius lacteus* in the Amur River during the freezing period. In *Geochemical and biogeochemical processes in ecosystems of the Far East*. Dalnauka: Vladivostok, Russia, 1999, 153–163. (In Russian)
23. Nagao, S.; Terashima, M.; Seki, O.; Takata, H.; Kawahigashi, M.; Kodama, H.; Kib, V.I.; Shesterkin, V.P.; Levshina, S.I.; Makhinov, A.N. Biogeochemical behavior of iron in the lower Amur River and Amur-Liman. In *Report on Amur-Okhotsk Project*. RIHN. 2010, 6, 41–50.
24. Shesterkin, V.P. Hydrochemistry of the rivers of Verkhoyansk. Dalnauka: Vladivostok-Khabarovsk, Russia. 2000; 98 p. (In Russian)
25. Shevtsov, V.M.; Karavanov, K.P.; Makhinov, A.N.; Kulakov, V.V.; Mordovin, A.M.; Shamov, V.V.; Shesterkin, V.P. Water resources of mining areas and their transformation (South of the Far East). Khabarovsk Technical State University: Khabarovsk, Russia. 1998; 159 p. (In Russian)
26. Ivanov, A.V.; Shesterkina, N.M.; Makhinov, A.N.; Bakanov, K.G. Hydrological and hydrochemical processes in the Tugur Bay of the Sea of Okhotsk. In *Questions of Geography of the Far East. Ecological problems in the mining and energy development of territories and water areas*. Amur Geographical Society: Khabarovsk, Russia. 1997, 20, 47–52. (In Russian)
27. Mordovin, A.M.; Shesterkin, V.P.; Antonov, A.L. Bureya River: hydrology, hydrochemistry and ichthyofauna. Institute of Water and Environmental Problems, FEB RAS: Khabarovsk, Russia. 2006; 149 p. (In Russian)
28. Shesterkin, V.P.; Sirotsky S.E.; Talovskaya, V.S. Mineralization and content of organic matter in the water of the Bureya Reservoir in the first years of filling. *Water industry of Russia: problems, technologies, management*. 2011, 4, 33–40. (In Russian)
29. Shesterkin, V.P.; Sirotsky, S.E.; Shesterkina, N.M.; Talovskaya, V.S.; Erina, O.N.; Nikitina, O.N. Spatial and temporal variability of the chemical composition of river waters in the Timpont River Basin. *Water industry of Russia: problems, technologies, management*. 2017, 2, 19–32. (In Russian)
30. Shesterkina, N.M.; Shesterkin, V.P. Trace elements in the water of the tributaries of the Nizhne-Bureya Reservoir. *Water industry of Russia: problems, technologies, management*. 2016, 3, 15–29. (In Russian)
31. Levshina, S.I. The content and dynamics of organic matter in the surface waters of the Amur River basin and its geo-ecological significance (on the example of the Middle Amur lowland): dissertation abstract of a candidate of geographical sciences. Vladivostok, 2006; 22 p. (In Russian)

32. Shesterkin, V.P.; Shesterkina, N.M. Features of the water quality of the Sungari River. *Geoecology, engineering geology, hydrogeology, geocryology*. 2009, 1, 50–53. (In Russian)
33. Shesterkin, V.P.; Shesterkina, N.M.; Forina, Yu.A.; Ri, T.D. Transboundary pollution of the Amur during the winter low water period in 2005–2006. *Geography and natural resources*. 2007, 2, 40–44. (In Russian)
34. Shesterkin, V.P. The impact of the destruction of the tailings dam in the Sungari River basin (China) on the quality of the Amur waters near Khabarovsk in April 2020. *Geoecology, engineering geology, hydrogeology, geocryology*. 2021, 2, 67–74. (In Russian)
35. Forina, Yu.A. Spatial-temporal variability of the chemical composition of the waters of the rivers of the northern Sikhote-Alin: dissertation abstract of a candidate of geographical sciences. Khabarovsk, 2013; 25 p. (In Russian)
36. Shesterkin, V.P.; Shesterkina, N.M. Long-term dynamics of the chemical composition of the waters of taiga rivers in the burnt areas of the northern Sikhote-Alin. *Problems of ecological monitoring and modeling of ecosystems*. 2017, 28 (2), 56–70. (In Russian)
37. Shesterkin, V.P.; Shesterkina, N.M. Hydrochemistry of river waters in Khabarovsk. In *Geochemical and biogeochemical processes in ecosystems of the Far East*. Dalnauka: Vladivostok, Russia, 1999, 112–119. (In Russian)
38. Shesterkin, V.P.; Afanasieva, M.I.; Shesterkina, N.M. Features of water quality of small rivers of Khabarovsk in winter. *Geoecology, Engineering geology, hydrogeology, geocryology*. 2019, 3, 42–51. (In Russian)
39. Shesterkin, V.P.; Sinkova, I.S.; Kaminsky, O.I. Dynamics of the content of mineral forms of nitrogen in the water of small rivers in Khabarovsk during the winter period. *Journal of Ecological Engineering*. 2021, 22(10), 121–126.
40. Shesterkin, V.P. Changes in the chemical composition of river waters in the Khabarovsk water junction over a century. *Pacific Geology*. 2010, 29(2), 112–118. (In Russian)
41. Shesterkin, V.P.; Shesterkina, N.M. The impact of major floods in the Khabarovsk region in 2018-2019 on the hydrochemical structure of the Amur waters. *Meteorology and Hydrology*. 2020, 11, 92-99. (In Russian)
42. Baixing, Yan; Jiunian, Guan; Shesterkin, V.P.; Hui, Zhu. Variations of Dissolved Iron in the Amur River during an Extreme Flood Event in 2013. *Chinese Geographical science*. 2016, 26(5), 679–686.

Статья поступила в редакцию 03.07.2023; одобрена после рецензирования 18.07.2023; принята к публикации 21.07.2023.

The article was submitted 03.07.2023; approved after reviewing 18.07.2023; accepted for publication 21.07.2023.





Географическое поле медико-туристического кластера региона: забытая теория, лучшие практики

Анатолий Иванович ЧИСТОБАЕВ

доктор географических наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

chistobaev40@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3341-9214>

Аннотация. В статье раскрываются теоретико-методологические основы научной категории «географическое поле» – совокупности функционально ориентированных географических объектов и явлений в их многообразных связях между собой и с территорией. В качестве таких объектов рассматриваются составляющие медико-туристического кластера: медицинские, рекреационные и культурно-познавательные учреждения, предоставляющие соответствующие виды услуг приезжающим из других регионов и стран пациентам клиник. Под медико-географическим кластером понимается организуемая в целях совместного использования компетенций участников данного вида деятельности группа географически и экономически связанных между собой по финансовой, технологической, инновационной, культурной ценностям предприятий, организаций и учреждений медицинского и оздоровительного профилей. Развитие и территориальная организация медицинского и оздоровительного туризма могут быть охарактеризованы и оценены на основе концептуальных положений географического поля, которые в данном контексте имеют преимущества перед теориями географического пространства и географических систем. В состав медико-туристического кластера входит комплекс медицинских и культурно-рекреационных учреждений региона: субъекта РФ, городского округа или муниципального района/округа. В пределах их территорий формируются «ядра» медико-туристических кластеров. Совокупность объектов, входящих в состав кластера, вместе с окружающим их пространством образует географическое поле, отображаемое на территориальном плане региона. Использование концепции географического поля позволяет оценить степень воздействия на структуру кластера всех объектов, оказывающих влияние на социально-экономическое развитие региона. Накопленный автором опыт исследования медико-туристического кластера в г. Санкт-Петербург может быть распространен и на другие урбанизированные территории регионов, в том числе Владивостокскую агломерацию в Приморском крае Российской Федерации.

Ключевые слова: здоровьесбережение, медицинский и оздоровительный туризм, рекреация, географическое пространство, географическая система

Для цитирования: Чистобаев А.И. Географическое поле медико-туристического кластера региона: забытая теория, лучшие практики // Тихоокеанская география. 2023. № 3. С. 47–55. https://doi.org/10.35735/26870509_2023_15_4.

Geographical field of a medical-tourist cluster of a region: forgotten theory, best practices

Anatoly I. CHISTOBAEV

Doctor of Geographical Sciences, professor, Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia
chistobaev40@maul.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3341-9214>

Abstract. The article is devoted to solving topical issues of development and territorial organization of medical and tourist clusters at a country and/or a region level. The author believes that the theory and methodology of a geographical field used in this work can serve as one of the possible approaches to such a study. Accordingly, the purpose of the study was to identify the possibilities and ways of applying the “geographical field” method in the study of medical tourism as one of the branches of the “green” economy, which is rapidly developing in many countries of the world, including the Russian Federation. In the course of the work, results of both fundamental and applied significance were obtained. The author’s definition of a geographic field is given as a set of functionally oriented geographical objects and phenomena in their diverse relationships with each other and with the territory or zone of their influence on potential elements of the cluster structure. It is shown that the theoretical model of the geographic field is identified with the statistical surface depicted on the map by the method of points, namely: the greater the concentration of points, the higher (dense) the statistical surface. The sphere of activity of medical tourism in the fields of medicine and recreation, industrial, social and institutional infrastructure in their interconnection and interaction, compliance with the needs of consumers, competitiveness in the domestic and international markets has been determined. The concept of a “medical-tourist cluster” is disclosed as an association of active elements of the territorial structure of the health protection sphere, which activate the activities of medical, tourism, recreation, culture institutions and infrastructure facilities serving them. An example of the organization of a medical-tourist cluster in St. Petersburg is given, where several “cores” have been formed to date, incorporating all the elements of the medical tourist service system in the international, regional and local markets. Combined together, these cores form a single geographical field of the medical and tourist cluster of the region. It is concluded that, based on the theory and methodology of the geographical field, it is possible to identify the features of the development and territorial organization of medical and health tourism, take into account their advantages and disadvantages when developing documents for strategic spatial planning and urban planning. According to the author, the experience gained in St. Petersburg and some other Russian cities (Moscow, Kazan, Novosibirsk, etc.) can be used in other regions of the country, in particular in the rapidly developing Vladivostok urban agglomeration.

Keywords: health saving, medical and health tourism, recreation, geographic space, geosystem

For citation: Chistobaev A.I. Geographical field of a medical-tourist cluster of a region: forgotten theory, best practices. *Pacific Geography*. 2023;(3):47-55. (In Russ.). https://doi.org/10.35735/26870509_2023_15_4.

Введение

В отечественной географической науке широко используется заложенная в трудах немецкого ученого А. Геттнера научная категория «географическое пространство-время» [1], которая охватывает многообразные взаимосвязанные и взаимозависимые элементы, компоненты и их отношения в пространственном и временном измерениях – от локального до глобального уровней, от середины прошлого века до наших дней [2–4]. Динамичная совокупность физических взаимодействий между ними может быть отражена на географической карте в виде своеобразных «географических полей», раскрывающих особенности и уровни территориальной организации видов деятельности [5]. Однако тео-

рия и методология географического поля в практике пространственного анализа и регионального управления не получили широкого применения, эту некогда востребованную научную категорию используют специалисты в области метагеографии, которая развивается на стыке науки, философии и искусства [6]. Некоторые авторы термин «географическое поле» отождествляют с терминами «географическое пространство» и «географическая система», что, на наш взгляд, не оправдано – каждый из них имеет свою специфику и сферу применения. Об этом, в частности, свидетельствует накопленный нами опыт использования теории географического поля при исследовании развития и территориальной организации медико-туристического кластера в г. Санкт-Петербург, который напрямую связан с инновационными достижениями в области развития и территориальной организации здоровьесбережения как на уровне всей страны, так и данного региона [7, 8].

Актуальность вопросов здоровьесбережения и интереса к ним не только врачей, но и специалистов в области социальной и медицинской географии ставит задачу предложения соответствующих научных подходов и методов исследований. Цель данной статьи – показать возможности метода «географического поля» при изучении медицинского туризма, одной из отраслей «зеленой» экономики, получающей ускоренное развитие во многих странах мира, включая Российскую Федерацию.

Материалы и методы

Концептуальные основы географического поля создавались во второй половине прошлого века, тогда же была опубликована подавляющая часть статей по теории и методологии данной научной категории. Это обстоятельство обусловило использование в исследовании литературных источников того времени.

Первые публикации по медицинскому туризму появились в конце прошлого века, централизованной статистики по этому виду туризма нет. По этой причине приходится вычлнять статистические данные на основе выборочных обследований медицинских и туристско-рекреационных учреждений [9, 10].

Исследование географического поля медико-туристического кластера, в т.ч. сопоставление его с сопряженными теориями географического пространства и географических систем, проводилось на основе морфологического, структурного, функционального, сравнительно-географического, проблемно-программного научных подходов. Используются методы логического моделирования, аналогов и ключей, эмпирический (компиляция, наблюдения, беседы, интервьюирование, анкетирование).

Результаты и их обсуждение

Феномен медицинского туризма. Этот вид туризма впервые был обозначен в общественной географии во втором десятилетии нового века [11–13], приблизительно в то же время проявился интерес к нему со стороны медиков, социологов, экономистов. Практически все исследователи медицинского туризма понимают под ним вид деятельности по предоставлению медицинских и оздоровительных услуг пациенту за пределами его постоянного места проживания [14, 15]. Что касается предмета исследований, то он, естественно, различается: у медиков – это конкурентоспособное внедрение инновационных методов диагностики и лечения, новейших образцов оборудования и фармацевтики; у социологов – выявление спроса и предложений на медицинские услуги за пределами места проживания потенциального пациента; у экономистов – получение максимального уровня доходов в бюджеты государства, региона, бизнес-структур; у географов – определение ресурсного потенциала, оптимальной территориальной организации медико-туристических услуг в период диагностики и реабилитации пациента в клинике и за ее пределами, т.е. в региональной или локальной туристско-рекреационных дестинациях.

Соотношение с сопряженными понятиями. Однозначных подходов к трактовке термина «географическое поле», тем более к осмыслению его теоретико-методологических основ пока нет: одни авторы понимают под ним воздействие активного центра на окружающие объекты [16], другие – поле потенциальных затрат [17], третьи – материальный субстрат специфических географических взаимодействий, включающий носители различных форм движения материи [18]. Обобщая эти мнения применительно к заявленному объекту исследования, можно предложить следующую дефиницию: географическое поле – это совокупность функционально ориентированных географических объектов и явлений в их многообразных связях между собой и с территорией или зоной их влияния на потенциальные элементы структуры кластера. Стоит еще раз отметить, что мы говорим здесь не о всех географических объектах и явлениях, а только о тех, которые связаны между собой по выполнению определенной целевой функции.

Теория географического поля сопряжена с теорией географических систем [19], обе почти в одно и то же время возникли в географической науке и в ходе дальнейшего развития обогащали друг друга элементами методологии и методик оценки, использовались в практике тематического картографирования пространственных объектов и явлений. Однако эволюционные процессы этих теорий существенно разошлись: теоретическая модель географического поля все в большей мере отождествляется со статистической поверхностью, изображаемой на карте способом точек: где больше сгущение точек, тем выше (плотнее) статистическая поверхность, а теория географических систем перешагнула первоначально установленные для нее рамки физической географии, вошла в общественную географию и трактуется с ее позиций как относительно целостное интегральное территориальное географическое образование, формирующееся в тесной связи и взаимодействии его компонентов (природы, населения и хозяйства) [20].

В российской географической науке можно наблюдать неоднозначные трактовки соотношения понятия «географическое поле» с понятием «географическое пространство». Так, в некоторых работах между ними практически ставится знак равенства, говорится о их идентичности [21], что не может быть однозначно принято по тем же самым соображениям: географическое пространство, как и географическая система, вбирает в себя всю совокупность объектов и явлений, расположенных на определенном участке географической оболочки Земли, а географическое поле – только функционально связанные между собой элементы.

Геосистемный подход к исследованию туризма и рекреации сегодня преобладает над другими подходами в области такой общественно-географической науки, как рекреационная география. В названиях статей и монографий, выпускных квалификационных работ студентов, кандидатских и докторских диссертаций термин «туристско-рекреационная система», базирующийся на геосистемном подходе, – привычное явление для последних лет, в то же время термин «географическое поле» используется крайне редко. Один из наиболее активных сторонников этого термина А.И. Зырянов считает, что категория «географическое поле» наилучшим образом описывает некоторые новые территориальные явления, для которых трудно подобрать иное обобщенное понятие; он понимает под ним общегеографическую категорию как стержневое понятие теоретической географии, стягивающее воедино все географические объекты, явления и процессы в их многообразных связях [22]. Эта категория использовалась пермскими географами при проектировании туристско-рекреационного кластера Пермского края и показала высокую практическую значимость [23]. К такому же выводу мы пришли при исследовании медико-туристского кластера г. Санкт-Петербург.

Понятие о медико-туристском кластере. Медицинский туризм это «поле» деятельности в областях медицины, туризма, рекреации, производственной, социальной и институциональной инфраструктуры, которые находятся во взаимосвязи и взаимодействии и от того, насколько их функционирование соответствуют запросам потребителей, т. е. медицинских туристов, зависит эффективность работы, а она, в свою очередь, определяет

конкурентоспособность отрасли медицинского туризма на внутреннем и международном рынках соответствующих услуг. Помимо работы, связанной непосредственно с обслуживанием клиента, медицинский туризм нуждается в брендинге и рекламе, в маркетинге и менеджменте. Все перечисленное определяет состав и содержание деятельности медико-туристического кластера.

Медико-туристический кластер – это объединение активных элементов территориальной структуры сферы здоровьесбережения, которое обеспечивает активизацию деятельности учреждений медицины, туризма, рекреации, культуры и обслуживающих их объектов инфраструктуры. Доминантами, естественно, являются больницы и санатории, но вместе с ними повышается значимость всей региональной экономики, функционирование которой не связано с ухудшением состояния окружающей среды. Следовательно, производственную составляющую медико-туристического кластера с полным правом можно отнести к числу отраслей «зеленой» экономики. Исследовательская задача в области медико-туристического кластера состоит в том, чтобы выявить конкретные преимущества предоставляемых в регионе диагностических, лечебных и рекреационных услуг по сравнению с другими регионами России и мира, выявить проблемные ситуации [24].

Медико-туристический кластер Санкт-Петербурга. В российском социально-экономическом пространстве петербургский кластер, наряду с московским, наиболее развит. В пределах города сформировалось несколько «ядер», вбирающих в себя все названные выше элементы. Наиболее насыщена ими территория Курортного района, прилегающая к побережью Финского залива. Здесь, в приморской полосе, протянувшейся от г. Сестрорецк до г. Зеленогорск, располагаются многопрофильные больницы, санатории высших категорий («Сестрорецкий курорт», «Белые ночи», «Дюны», «Черная речка», «Восток-6»), лечебно-профилактический комплекс «Балтийский берег», комфортабельный отель «Гелиос», пансионат «Репино», музейно-парковые ансамбли, песчаные пляжи, спортивные комплексы. Многочисленные туристические бюро организуют экскурсии в музеи города и Ленинградской области, к природным и историческим достопримечательным местностям. Здоровьесбережение – главная функция этого практически уникального для северных широт муниципального образования второго по численности населения и занимаемой территории города России.

Подобным образом, но в меньшем масштабе, организован медико-туристический кластер в северной части Петроградского района (рис. 1). Главным организующим центром является здесь Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова, в его составе находятся не только учебно-научные корпуса, но и многопрофильные клиники. В непосредственной близости находятся гостиницы и пансионаты, парки, культурно-развлекательные учреждения. За 5–30 мин от комплекса апартаментов «Авеню-Апарт» можно пешком дойти до следующих лечебно-профилактических учреждений: 1) ФГБУ Институт мозга человека им. Н.П. Бехтерева РАН (5–7 мин); 2) ФГБУ «НИИ гриппа» Минздрава России (10 мин); 3) СПб ГКУЗ «Центр восстанови-



Рис. 1. Расположение ключевых лечебно-профилактических учреждений Петроградского района. Источник: [25]

Fig. 1. Location of key medical and preventive institutions of the Petrogradsky District. A Source: [25]



Рис. 2. Концентрация медицинских учреждений в районе улиц Харлей-стрит и Уимпол-стрит г. Лондон. Составлено по данным www.google.com

Fig. 2. Concentration of medical facilities in the area of Harley Street and Wimple Street London. Source: according to www.google.com

тельного лечения «Детская психиатрия» им. С.С. Мнухина» (10 мин); 4) ФГБУ НИИ Детских инфекций ФМБА России (15 мин); 5) СПб ГБУЗ «Городской клинический онкологический диспансер» (18 мин); 6) Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И.П. Павлова (28 мин).

Подобные медико-туристические кластеры сложились и в ряде крупных западноевропейских городов, где наравне с государством активным игроком на рынке медицинских услуг являются частные клиники. Например, в г. Лондон существуют целые районы, специализирующиеся на предоставлении высококачественных медицинских услуг (рис. 2).

Что касается локального уровня формирования медико-туристических кластеров, то они свойственны практически всем крупным городам. Не все из них имеют широкий набор предоставляемых пациентам услуг для реабилитации, у некоторых больниц вообще отсутствуют «зеленые» территории,

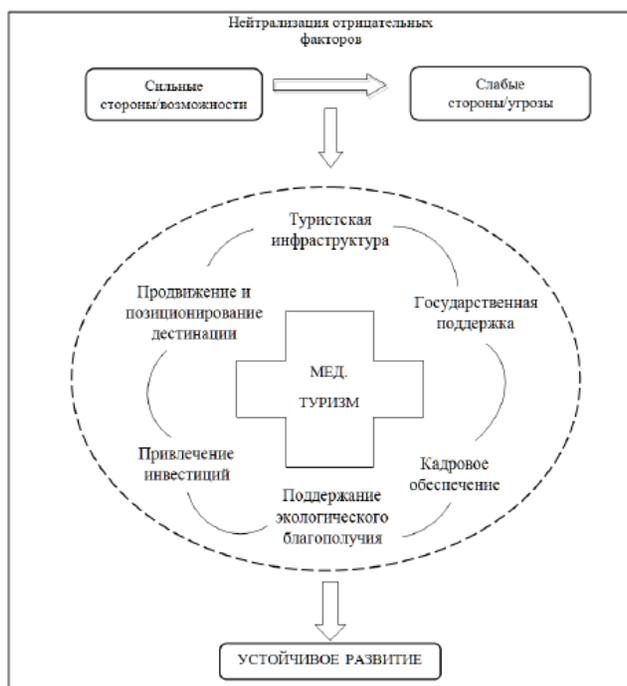


Рис. 3. Система обеспечения устойчивого развития медицинского туризма в субъекте Российской Федерации. Составлено по: [25]

Fig. 3. The system for ensuring the sustainable development of medical tourism in the federal subject of the Russian Federation. Compiled by: [25]

нет поблизости и культурно-развлекательных объектов. В г. Санкт-Петербург подобные больницы построены сравнительно недавно, что свидетельствует об игнорировании проектировщиками и органами власти значения экологического фактора в деле здоровьесбережения людей.

В совокупности медико-туристические дестинации г. Санкт-Петербург регионального, районного и локального уровней представляют собой единое географическое поле медицинского туризма. На этом «поле» существуют «ядра», определяющие профиль и стратегические приоритеты развития медицинского туризма, они формируют бренд этого специфического вида деятельности, а конечном счете обеспечивают устойчивое развитие медико-туристического кластера (рис. 3).

Географические поля медико-туристических кластеров формируются не только в столицах, а и в других крупных городах России: Казань и Уфа, Новосибирск и Томск, Иркутск и Красноярск, Хабаровск и Владивосток. Последний из названных городов по своему географическому и геополитическому положению во многом схож с г. Санкт-Петербург, а в условиях происходящих ныне процессов реформирования мирового порядка эта схожесть будет усиливаться. Следовательно, накопленный в г. Санкт-Петербург опыт формирования регионального медико-туристического кластера может быть востребован и во Владивостокской агломерации.

Заключение и выводы

Понятие о географическом поле зародилось в середине прошлого века, за прошедшее с тех пор время внимание к нему в значительной степени изменялось. В настоящее время оно редко упоминается в научной литературе, но отнюдь не утратило теоретико-методологической значимости. Использование в данной статье представлений о географическом поле позволило выявить географически сконцентрированные учреждения медицинского и оздоровительного туризма, своего рода ядер системы здоровьесбережения, что имеет важное значение для стратегического пространственного планирования и градостроительного проектирования.

В качестве составляющих теории и методологии феномена географического поля выступили некоторые элементы учений о географическом пространстве и геосистемах, но понятия эти не тождественны: географическое поле – это функционально связанные между собой и с территорией географические объекты и явления, а понятия о географическом пространстве и географической системе вбирают в себя всю совокупность объектов и явлений на определенном участке оболочки Земли.

Медико-туристический кластер региона/города характеризует взаимосвязанную и взаимозависимую деятельность совокупности медицинских, оздоровительных и культурно-исторических учреждений в географическом измерении. Опираясь на теорию и методологию географического поля, можно выявить особенности территориальной организации и развития медицинского и оздоровительного туризма, учесть их преимущества и недостатки при разработке документов стратегического планирования и градостроительного проектирования.

Город Санкт-Петербург, наряду с г. Москва и некоторыми другими городами России (Казань, Новосибирск и др.), занимает лидирующие позиции в области развития медицинского туризма, формирования медико-туристических кластеров, способных конкурировать с аналогичными кластерами за рубежом, что становится особенно значимым в условиях происходящей ныне трансформации мировых геополитических процессов. Во многом схожие с г. Санкт-Петербург предпосылки развития медицинского туризма в составе медико-туристического кластера у г. Владивосток, поэтому уже имеющийся опыт может быть использован в качестве аналога создания медико-туристического кластера во Владивостокской агломерации.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 23–28–00279 «Траектории развития рынка медицинского туризма в условиях переформатирования мирового порядка».

Acknowledgments. The work was supported by grant of RSF № 23–28–00279 «The development of the medical tourism market in the context of the subformation of world order».

Литература

1. Hettner, A. Methodische zeit- und streitfragen neue folge. *Geographische Zeitschrift*. 1929, Vol. 35, N 4/5. P. 264–286.
2. Трофимов А.М., Чистобаев А.И., Шарыгин М.Д. Теория организации пространства. Сообщение 1. Географическое пространство-время и структура геообразований // *Изв. Всесоюз. геогр. о-ва*. 1993. Т. 125, вып. 2. С. 10–19.
3. Шарыгин М.Д., Чупина Л.Б. Подходы к изучению географического пространства-времени и проблемы, связанные с ним // *Географический вестник*. 2013. № 2 (25). С. 4–8.
4. Бакланов П.Я. Подходы и основные принципы структуризации географического пространства // *Изв. РАН. Серия геогр.* 2013. № 5. С. 7–8.
5. Шарыгин М.Д., Зырянов А.И. Морфологический уровень географического поля // *Природные и социально-экономические системы Тюменского Приобья*. Тюмень: ТГУ, 1981. С. 30–47.
6. Замятин Д.Н. Метагеография: Пространство образов и образы пространства. М.: Аграф, 2004 (Киров: ФГУИПП Вятка). 506 с.
7. Чистобаев А.И., Дмитриев В.В., Семенова З.А., Грудцын Н.А., Огурцов А.Н. Общественное здоровье в регионе: опыт интегральной оценки // *Здравоохранение Российской Федерации*. 2022. № 66 (3). С. 251–258.
8. Carrera P.M., Bridges J.F. Globalization and healthcare: understanding health and medical tourism // *Expert review of pharmasoeconomics & outcomes research*. 2006. No 6(4). P. 447–454.
9. Чистобаев А.И., Семенова З.А. Статистический метод в медико-географических исследованиях // *Геогр. вестн.* 2013. № 1 (24). С. 18–25.
10. Дунец А.Н., Семенова З.А., Акимов О.С., Грудцын Н.А., Чистобаев А.И. Актуальные проблемы лечебно-оздоровительного туризма в алтайском крае по результатам анкетирования респондентов // *Геогр. вестн.* 2021. № 2 (57). С. 151–162.
11. Семенова З.А., Чистобаев А.И. Медицинский туризм на фоне современных геополитических концепций // *Геополитические процессы в современном Евразийском пространстве: Материалы междунар. науч. конф.-ассамблеи АРГО. Бана Лука: Университет Сербской Республики*. 2017. С. 386–394.
12. Чистобаев А.И., Семенова З.А. Медицинский туризм – новая отрасль экономики // *Государство и бизнес: современные проблемы экономики: Материалы 9-й Междунар. науч.-практ. конф.* СПб.: СЗИУ РАНХиГС, 2017. С. 160–164.
13. Nelson V. An introduction to the geography of tourism. Rowman & Littlefield, Lanham, USA. 2021. 398 p.
14. Connell J. Contemporary medical tourism: Conceptualisation, culture and commodification. *Tourism management*. 2013. 34. P. 1–13.
15. Ghosh T., Mandal S. Medical tourism experience: Conceptualization, scale development, and validation. *Journal of travel research*. 2019. 58 (8). P. 1288–1301.
16. Хаггет П. Пространственный анализ в экономической географии. М.: Прогресс, 1967. 389 с.
17. Бакланов П.Я. Динамические пространственные системы промышленности (Теоретический анализ). М.: Наука, 1978. 132 с.
18. Трофимов А.М., Чистобаев А.И., Шарыгин М.Д. Теория поля и границ в географии. 1. Концепция географического поля // *Вестн. СПбГУ. Сер. 7: Геология. География*. 1993. Вып. 3. С. 94–101.
19. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 319 с.
20. Бакланов П.Я. Геосистемный подход в географических исследованиях // *Тихоокеанская география*. 2020. С. 7–12.
21. Гладкий Ю.Н. Гуманитарная география: научная экспликация. СПб.: Филологический факультет СПбГУ, 2010. 664 с.
22. Зырянов А.И. Географическое поле туристического кластера // *Географический вестник*. 2012. № 1 (20). С. 96–98.
23. Зырянов А.И., Мышлянцева С.Э. Туристические кластеры Пермского края // *Туризм в глубине России: сб. тр. конф.* Пермь, 2010. С. 3–10.
24. Momeni K., Janati A., Imani A., Khodayari-Zarnaq R. Barriers to the development of medical tourism in East Azerbaijan province, Iran: A qualitative study. *Tourism Management*, 2018. Vol. 69. P. 307–316.
25. Семенова З.А., Чистобаев А.И., Новикова С.В. Санкт-Петербург как инновационная дестинация медицинского туризма в Балтийском регионе // *Балтийский регион – регион сотрудничества – 2018: проблемы и перспективы трансграничного сотрудничества вдоль Западного побережья России: сб. науч. конф.* Калининград, 2018. С. 188–201.

References

1. Hettner, A. Methodische zeit- und streitfragen neue folge. *Geographische Zeitschrift*. 1929, 35 (4/5), 264–286.
2. Trofimov, A.M.; Chistobaev, A.I.; Sharygin, M.D. Theory of organization of space. Message 1. Geographical space-time and the structure of geo-formations. *Izvestia of All-Union Geographical Society*. 1993, 125 (2), 10-19. (In Russian)
3. Sharygin, M.D.; Chupina L.B. Approaches to the study of geographical space-time and problems associated with it. *Geographical Bulletin*. 2013, 2 (25), 4-8. (In Russian)
4. Baklanov, P.Ya. Approaches and basic principles of structuring geographical space. *Izvestia RAN. Series geogr.* 2013, 5, 7–8. (In Russian)
5. Sharygin, M.D.; Zyryanov, A.I. Morphological level of the geographical field. *Natural and socio-economic systems of the Tyumen Ob region*. Tyumen: TSU. 1981, 30-47. (In Russian)
6. Zamyatin, D.N. *Metageography: Space of images and images of space*. M.: Agraf. 2004 (Kirov: FGUIPP Vyatka); 506 p. (In Russian)
7. Chistobaev, A.I.; Dmitriev, V.V.; Semenova, Z.A.; Grudtsyn, N.A.; Ogurtsov, A.N. Public health in the region: the experience of an integral assessment. *Health care of the Russian Federation*. 2022, 66(3), 251-258. (In Russian)
8. Carrera, P.M.; Bridges, J.F. Globalization and healthcare: understanding health and medical tourism. *Expert review of pharmacoeconomics & outcomes research*, 2006, 6(4), 447-454.
9. Chistobaev, A.I.; Semenova, Z.A. Statistical method in medical geographical research. *Geographical Bulletin*. 2013, 1(24), 18-25. (In Russian)
10. Dunets, A.N.; Semenova, Z.A.; Akimov, O.S.; Grudtsyn, N.A.; Chistobaev, A.I. Actual problems of medical and health tourism in the Altai Territory based on the results of a survey of respondents. *Geographical Bulletin*. 2021, 2(57), 151–162. (In Russian)
11. Semenova, Z.A.; Chistobaev, A.I. Medical tourism against the background of modern geopolitical concepts. *Geopolitical processes in the modern Eurasian space / Materials of the international. scientific ARGO Conference-Assembly*. Banja Luka: University of the Serbian Republic, 2017, 386-394. (In Russian)
12. Chistobaev, A.I.; Semenova, Z.A. Medical tourism - a new branch of the economy. *State and business: modern problems of the economy*. Proceedings of the 9th International scientific-practical. conf. St. Petersburg: SW Branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration. 2017, 160-164. (In Russian)
13. Nelson, V. *Introduction to the geography of tourism*. Rowman & Littlefield, Lanham, USA. 2021; 398 p.
14. Connell, J. Contemporary medical tourism: Conceptualization, culture and commodification. *Tourism management*. 2013, 34, 1-13.
15. Ghosh, T.; Mandal, S. Medical tourism experience: Conceptualization, scale development, and validation. *Journal of travel research*. 2019, 58(8), 1288-1301.
16. Huggett, P. *Spatial analysis in economic geography*. M.: Progress. 1967; 389 p. (In Russian)
17. Baklanov, P.Ya. *Dynamic Spatial Systems of Industry (Theoretical Analysis)*. M.: Science. 1978; 132 p. (In Russian)
18. Trofimov, A.M.; Chistobaev A.I.; Sharygin, M.D. Field theory and boundaries in geography. 1. The concept of the geographical field. *Bulletin of St. Petersburg State University. Ser. 7: Geology, Geography*. 1993, 3, 94–101. (In Russian)
19. Sochavam, V.B. *Introduction to the doctrine of geosystems*. Novosibirsk: Nauka. 1978; 319 p. (In Russian)
20. Baklanov, P.Ya. Geosystem approach in geographical research. *Pacific geography*. 2020, 7–11. (In Russian)
21. Gladky, Yu.N. *Humanitarian geography: scientific explication*. St. Petersburg: Faculty of Philology, St. Petersburg State University. 2010; 664 p. (In Russian)
22. Zyryanov, A.I. A geographical field of a tourist cluster. *Geographic Bulletin*. 2012, 1 (20), 96-98. (In Russian)
23. Zyryanov, A.I.; Myshlyavtseva S.E. Tourism clusters of the Perm Territory. In *Tourism in the depths of Russia: conference proceedings*. Perm, 2010, 3-10. (In Russian)
24. Momeni, K.; Janati, A.; Imani, A.; Khodayari-Zarnaq, R. Barriers to the development of medical tourism in East Azerbaijan province, Iran: A qualitative study. *Tourism Management*. 2018, 69, 307-316.
25. Semenova, Z.A.; Chistobaev A.I.; Novikova S.V. St. Petersburg as an innovative destination for medical tourism in the Baltic region. In *Baltic region - a region of cooperation - 2018: problems and prospects of cross-border cooperation along the Western border of Russia*. Proceedings of the scientific conference. Kaliningrad. 2018, 188-201. (In Russian)

Статья поступила в редакцию 22.02.2023; одобрена после рецензирования 17.05.2023; принята к публикации 26.05.2023.

The article was submitted 22.02.2023; approved after reviewing 17.05.2023; accepted for publication 26.05.2023.

Дифференциация водопользования на территории Тихоокеанской России: структура, тенденции и загрязняющий эффект

Лариса Вячеславовна ГОРБАТЕНКО

кандидат географических наук, научный сотрудник

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия

glv@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2839-3371>

Аннотация. Рассматриваются особенности водопользования на территории Тихоокеанской России на основе обобщенных статистических данных. Оценивается современное состояние и динамика водопотребления и его структуры. Для оценки нагрузки на водную среду использованы показатели забора, использования воды, сброса сточных вод и загрязняющих веществ в их составе. Показано, что в структуре забора воды преобладают поверхностные водоисточники, доля водопотребления на производственные нужды в зависимости от субъекта РФ значительно различается. В целом по региону объемы забора воды и последующего ее использования снижаются, темпы этого снижения в отдельных административных субъектах различны. Структура использования воды по видам экономической деятельности в регионе зависит от структуры экономики, в отдельных субъектах преобладает доля воды, использованной для производства электроэнергии и для теплоснабжения. Доля использования водных ресурсов региона составляет менее 1 % их общего объема, а основную антропогенную нагрузку водные объекты испытывают в результате сброса в них загрязняющих веществ. Для оценки загрязняющего воздействия использован индекс загрязнения сточных вод, рассчитанный как объем воды, требующийся для разбавления сточных вод до уровня предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ водоемов рыбохозяйственного назначения. Отмечается, что в регионе увеличивается мощность очистных сооружений, а объемы сброса загрязняющих веществ снижаются; эффективность очистки сточных вод существенно различается в зависимости от территории. Показатели водоемкости отдельных видов экономической деятельности значительно различаются. Результаты проведенного исследования могут быть использованы для выработки региональной политики в сфере охраны вод.

Ключевые слова: водопользование, индекс загрязнения, эффективность очистки, динамика, территориальная структура, водоемкие отрасли

Для цитирования: Горбатенко Л.В. Дифференциация водопользования на территории Тихоокеанской России: структура, тенденции и загрязняющий эффект // Тихоокеанская география. 2023. № 3. С. 56–65. https://doi.org/10.35735/26870509_2023_15_5.

Differentiation of water use on the territory of Pacific Russia: structure, trends and polluting effect

Larisa V. GORBATENKO

Candidate of Geographical Sciences, Research associate
Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia
glv@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2839-3371>

Abstract. The features of water resources use on the territory of Pacific Russia are considered on the basis of generalized statistical data. The current state and dynamics of water consumption and its structure are analyzed. To assess the load on the aquatic environment, the indicators of water intake, use, discharge of wastewaters and pollutants in their composition, treatment efficiency were used. It is shown that surface water sources prevail in the structure of water intake, and a share of water consumption for industrial needs varies significantly depending on the subject of the Russian Federation. In the whole region, the volumes of water intake and its subsequent use are declining, the rates of this decline in certain administrative units are different. The structure of water use by type of economic activity in the region depends on the structure of the economy; in some regions, the share of water used for electricity generation and heat supply prevails. Since the region has sufficient water resources, and the share of their use is less than 1%, water bodies experience the main anthropogenic load as a result of the discharge of pollutants into them. To assess the polluting impact, the wastewater pollution index was used, calculated as the volume of water required to dilute wastewater to the level of maximum permissible concentrations of pollutants in fishery reservoirs. It is noted that the capacity of treatment facilities is increasing in the region, and the volume of pollutant discharges is decreasing. In 2020, the total water intensity of the region's economy (water withdrawal per 1,000 rubles of GRP) amounted to 0.32 m³, which is significantly lower than the same value for the Russian Federation; as compared with certain federal subjects, the value of this indicator varies up to 4 times. The current state of water use on the territory of Pacific Russia generally reflects the peculiarities of the region's economy, the structure and specifics of its individual industries. The conducted small-scale study makes it possible to consider this huge region in terms of the degree of impact on water resources. It can be used to develop a relevant regional policy in the field of water protection as well.

Keywords: water use, pollution index, water treatment efficiency, dynamics, spatial structure, water-intensive industries

For citation: Gorbatenko L.V. Differentiation of water use on the territory of Pacific Russia: structure, trends and polluting effect. *Pacific Geography*. 2023;(3):56-65. (In Russ.). https://doi.org/10.35735/26870509_2023_15_5.

Введение

Одна из целей управления водохозяйственным комплексом, как и всей системой водопользования, заключается в сохранении природной среды и неистощительном отношении к ее запасам. Водопользование, в процессе которого осуществляется забор природных вод, их использование и последующий сброс в поверхностные водные объекты, влияет на запасы водных ресурсов, а также является одним из элементов общего

механизма формирования качества природных вод. Сброс сточных вод в водные объекты считается экономически целесообразным, так как эксплуатация их природной разбавляющей способности не является затратной [1]. Однако в случае длительного и сильного загрязняющего воздействия в отдельных случаях могут сформироваться очаги локального накопленного экологического ущерба, представляющие собой значительно загрязненные участки водотоков или иных водных объектов.

Исследования, в которых были бы обобщены данные о динамике, структуре водопользования для территории Тихоокеанской России (приморские субъекты РФ территории Дальнего Востока), немногочисленны [2–4], практически отсутствуют оценки загрязняющего воздействия на водную среду региона. Между тем для такой огромной территории, темпы экономического развития которой в процессе реализации Стратегии социально-экономического развития Дальнего Востока и Байкальского региона будут повышаться, подобные оценки являются весьма актуальными. Постоянный мониторинг показателей водопользования дает возможность его пространственно-временного анализа с точки зрения масштаба, эффективности и рациональности, а также позволяет получить косвенную характеристику общей экологической ситуации, сложившейся в регионе. Оценка тенденций водопотребления важна для стратегического прогноза потребностей в воде как для отдельных видов экономической деятельности, так и для различных территорий [5, 6]. Это обусловило цель исследования, которая заключается в комплексной оценке пространственной, отраслевой структуры и динамики водопользования, включая территориальную дифференциацию его общего загрязняющего эффекта.

Материалы и методы

Рассматриваемый регион обладает достаточными водными ресурсами, в отличие от многих территорий европейской части страны, где одной из основных проблем водопользования является распределение воды между потребителями [7], доля их использования составляет менее 1 % от их общего объема. Поэтому значительное внимание в статье уделяется загрязняющему эффекту водопользования, который является серьезной угрозой для водных ресурсов на большей части территории суши, в том числе России [8].

Современное состояние водопользования Тихоокеанской России рассматривалось по данным за 2020 г. Для интегральной оценки загрязняющего воздействия в процессе использования воды определялся индекс загрязнения сточных вод (ИЗС) [9, 10]. Он рассчитывался через величину кратности разбавления, т.е. как суммарный объем воды, требуемой для разбавления концентрации каждого загрязняющего вещества в сточных водах до уровня ПДК водоемов рыбохозяйственного назначения.

Использованы обобщенные данные информационной системы государственного мониторинга водных объектов Российской Федерации (gmvo.skniivh.ru). Показатели водоемкости экономики и отдельных ее отраслей рассчитывались с использованием данных Росстата по объему отгруженных товаров, выполненных работ и услуг по видам экономической деятельности в фактически действовавших ценах. Тихоокеанская Россия рассматривалась в составе шести приморских субъектов РФ: Чукотского автономного округа, Магаданской, Сахалинской областей, Камчатского, Хабаровского и Приморского краев, т.е. приморских (прибрежных) административно-территориальных образований.

Результаты и обсуждение

Спрос на воду и специфика ее использования определяются общей экономической ситуацией, а также конкретной структурой экономики, влияющей на характеристики водопользования. В целом рассматриваемая территория занимает площадь около 2.7 млн км², в 2020 г. численность ее населения составляла 4.2 млн чел., валовый реги-

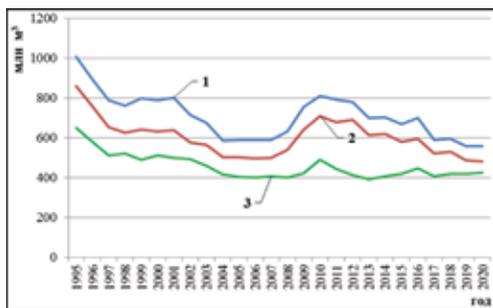
ональный продукт (ВРП) – 3.66 трлн руб., в целом было произведено 30.4 млрд кВт/ч электроэнергии. Как и на всем Дальнем Востоке, здесь выделяются северная и южная социально-экономические зоны со значительно дифференцированными показателями развития [11]. В южной зоне, в которую входят Приморский и Хабаровский края, территориально-отраслевая структура экономики региона характеризуется сравнительно высокой долей обрабатывающих и обслуживающих отраслей. В северной зоне в структуре экономики выделяются добывающие виды деятельности, производство энергии, газа, пара и горячей воды [12].

В первую тройку субъектов РФ по численности населения, ВРП, производству электроэнергии входят Приморский, Хабаровский края и Сахалинская область, при этом по объему ВРП Сахалинская область опережает Хабаровский край. В структуре промышленности ведущая роль принадлежит обрабатывающим производствам и добыче полезных ископаемых. Доля в ВРП отдельных субъектов РФ таких водоемких отраслей промышленного производства, как «обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха», составляет от 2 % (Сахалинская область) до 18 % (Приморский край); доля отрасли «водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений» – 1–2 %. Наиболее упрощенная структура обрабатывающих отраслей – в Чукотской автономной области (ЧАО).

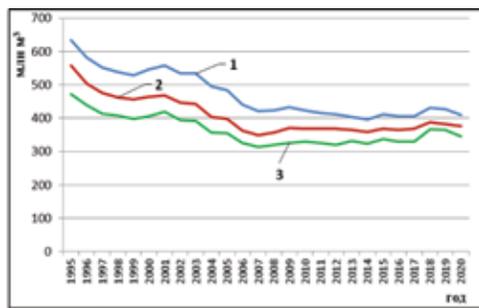
Общий забор воды из природных водоисточников в рассматриваемом регионе в 2020 г. составил 1.39 км³, это всего 2 % от общего забора по РФ; объем использования воды – 1.23 км³. Характерной особенностью территории является использование во всех административных субъектах, за исключением Магаданской области, морской воды в различных объемах (самый высокий – в Приморском крае) в основном для нужд энергетики, а также нефтедобывающих предприятий, например, в Сахалинской области. В структуре забора, как и в целом по РФ, преобладают поверхностные водоисточники, их доля по многолетним данным практически не изменяется.

В целом по региону доля пресной воды, использованной на производственные нужды, составляет 59 %, по отдельным субъектам РФ она изменяется от 81 и 79 % в Магаданской области и ЧАО и до 38 и 50 % в Приморском крае и Сахалинской области. В Приморском крае эта доля снижена за счет большого объема использования воды в сельском хозяйстве (на орошение риса), в Сахалинской области – за счет потребления воды на нужды сельскохозяйственного водоснабжения. Именно в Сахалинской области наиболее разнообразна структура водопотребления за счет использования воды для прудового хозяйства, а также поддержания пластового давления при добыче полезных ископаемых. Оборотно-повторное водоснабжение применяется во всех субъектах РФ региона, в наибольших объемах – в Приморском, Хабаровском краях и Магаданской области (1 746, 1 542 и 406 млн м³ соответственно), где они в 4–5 раз превышают объемы использования свежей воды; менее всего – в Камчатском крае (10 млн м³). Доля безвозвратных потерь воды от общего ее забора в зависимости от территории различается в 3 раза и составляет от 16 % в Хабаровском крае до 48 % в Магаданской области, в среднем по региону – 23 %.

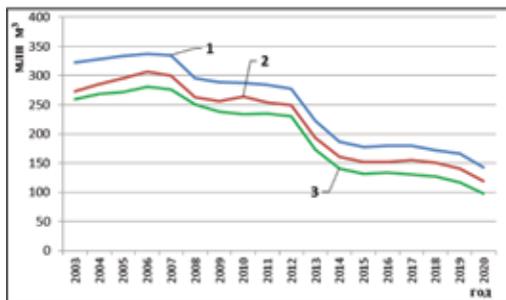
На рассматриваемой территории объемы забора воды и последующего ее использования снижаются, этот процесс начался после 1985–1990-х гг. во всех субъектах. С начала 2000-х гг. темпы снижения водопотребления (ВП) различны (рис. 1). Исключение составляет ЧАО, где за этот период объемы ВП изменялись в небольшом диапазоне – от 25 до 30 млн м³. В Приморском крае на фоне общего многолетнего снижения забор воды несколько лет повышался за счет увеличения объемов орошения (с 2008 по 2010 г.), но с 2011 г. ВП в крае неуклонно падает. К 2020 г. доля снижения в сравнении с началом 2000-х гг. составила около 15 % Магаданской области, более 25 % в Приморском, Хабаровском, Камчатском краях и более 50 % в Сахалинской области. Указанное снижение на фоне увеличения производства электроэнергии в Приморском, Хабаровском краях, Сахалинской и Магаданской областях происходило, вероятно, частично за счет уменьшения численности населения, увеличения доли измеренных приборами учета объемов потребленной воды.



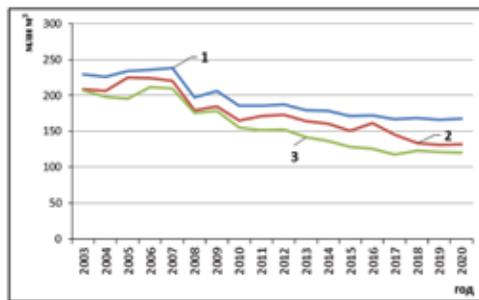
Приморский край



Хабаровский край



Сахалинская область



Камчатский край

Рис. 1. Забор (1), использование (2), сброс воды, всего (3), млн м³

Fig. 1. Water intake, use and discharge, mln m³

По объемам забора воды в 2020 г. административные субъекты ранжируются следующим образом: ЧАО – 24; Магаданская область – 84; Камчатский край – 168; Сахалинская область – 143; Хабаровский край – 410; Приморский край – 558 млн м³. На долю ЧАО и Магаданской области приходится около 9 % от общего объема использования воды в регионе, на Приморский и Хабаровский края – 70 %. При транспортировке в целом по региону теряется 11 % пресной воды¹, по отдельным субъектам эти потери составляют: от 2, 4 и 7 % в Магаданской области, ЧАО и Хабаровском краях, до 13 % в Камчатском и Приморском краях и 22 % в Сахалинской области. Потери при транспортировке составляют часть безвозвратных потерь воды, общий объем которых насчитывает 321 млн м³, или 30 % от объема забора.

В структуре забора и использования воды, отражающей возможное загрязняющее воздействие водопользования, преобладают отрасли по производству электроэнергии, теплоснабжению, водоснабжению, водоотведению и очистке сточных вод. Их доля в общих объемах составляет от 42 и 43 % в Магаданской и Сахалинской областях, до 60–89 % в остальных рассматриваемых субъектах РФ.

Всего по региону из общего объема сточных вод в 1.07 км³ 45 % сбрасываются загрязненными, из них 260 млн м³ без очистки; наиболее высока доля сточных вод, содержащих загрязняющие вещества (ЗВ), в Приморском и Хабаровском краях – 61 и 45 % соответственно. При этом мощность очистных сооружений во всех субъектах РФ региона превышает объем сбрасываемых загрязненных сточных вод. Ее увеличение является одной из общих тенденций, характеризующих водопользование Тихоокеанской России, более всего – в Приморском крае после 2010 г. (рис. 2а). Магаданская область по мощности

¹ Доля потерь при транспортировке именно пресной воды, циркулирующей в протяженных системах водоснабжения, адекватнее характеризует степень их износа.

очистных сооружений опережает Камчатский край, объемы водопотребления в котором значительно выше.

Средняя эффективность очистки загрязненных сточных вод, рассчитанная как доля нормативно очищенных сточных вод от всего их объема, прошедшего очистку, составляет 36 %; наименьшей она является в Хабаровском крае и Сахалинской области (9 и 12 %), наибольшей – в ЧАО и Магаданской области (97 и 89 %), в Камчатском и Приморском краях составляет 65 %. Объемы сброса загрязняющих веществ предприятиями региона, в частности, легкоокисляемых органических веществ, постепенно снижаются, это происходит во всех административных субъектах. Так, в Камчатском крае они снизились за период 2010–2020 гг. на 33 %, в Сахалинской области и Хабаровском крае – более чем в 2 раза (на 58 и 60 %), в Приморском крае, где динамика этого снижения выражена наиболее четко, – более чем в 4 раза (рис. 2б). Общее снижение объемов сброса ЗВ создает предпосылки для самоочищения поверхностных водотоков и вод морских акваторий от антропогенных загрязнений.

В 2020 г. всего в рассматриваемых субъектах РФ было сброшено 4.12 млн т загрязняющих веществ: в ЧАО, Магаданской и Сахалинской областях – от 1.3 до 8 тыс. т; в Камчатском и Хабаровском краях – от 11,4 до 13.6 тыс. т; в Приморском – 4.08 млн т. В Приморском, Камчатском краях и Сахалинской области подавляющую часть этих ЗВ составляли хлориды, находившиеся в использованной морской воде.

Состав сточных вод предприятий-водопользователей, осуществляющих производственную деятельность на территории региона, включает специфические (встречающиеся только в отдельных субъектах) ЗВ: жиры (города Владивосток, Бикин); кремний (г. Хабаровск, Камчатский край), таниды (г. Усурийск), титан (г. Хабаровск), вольфрам и молибден (Приморский край), роданиды (города Магадан, Хабаровск, а также ЧАО), ртуть (ЧАО), цианиды (ЧАО, Магаданская область, Хабаровский край). Более типичны для состава сточных вод такие ЗВ, как свинец (города Владивосток, Дальнегорск, Дальнереченск, Хабаровск, Комсомольск-на-Амуре), цинк (города Владивосток, Хабаровск, в меньшем объеме Магадан, Дальнегорск), медь, хром (города Магадан, Владивосток, Комсомольск-на-Амуре, Хабаровск), никель (города Владивосток, Арсеньев, Хабаровск). Среди наиболее опасных с точки зрения здоровья населения и экологического риска ЗВ в составе сточных вод сбрасываются ртуть (ЧАО) и кадмий (ЧАО, Магаданская область, Хабаровский и Приморский край). Наиболее разнообразный набор ЗВ характерен для Хабаровского края, в отдельные годы периода 2010–2020 гг. здесь сбрасывались такие специфические загрязнители, как дельта-метрин, капролактан, полиакриламид, акилсульфонаты.

Отмечено, что наибольшие объемы сброса загрязняющих веществ фиксируются в крупных городах [13, 14], где значительные объемы воды используются на производствен-

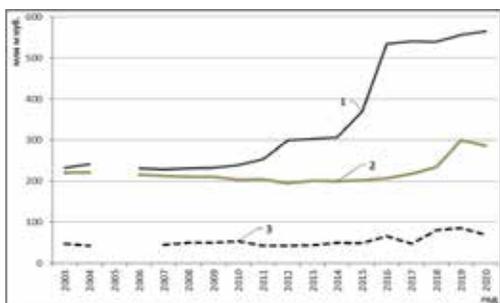


Рис. 2а. Мощность очистных сооружений, млн м³. 1 – Приморский край; 2 – Хабаровский край; 3 – Сахалинская область

Fig 2a. Capacity of treatment facilities, mln m³

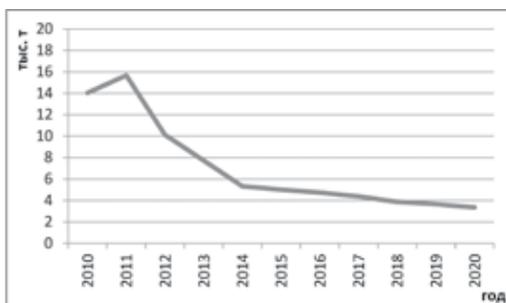


Рис. 2б. Динамика сброса БПКполн в Приморском крае
Fig. 2b. BOD total discharge dynamics in Primorsky Krai

ные нужды. На рассматриваемой территории водопользователями, расположенными в городах, в водные объекты сбрасывается до 95–100 % общего по региону объема некоторых ЗВ: в Магаданской и Сахалинской областях это весь объем АСПАВ² (города Магадан и Южно-Сахалинск); в Приморском крае – медь и свинец (города Владивосток, Находка, Уссурийск, Дальнегорск); в Магаданской области – фенолы, хром (г. Магадан) и др.

На разбавление ЗВ в составе сточных вод до нормативного качества (в данном исследовании – для рыбохозяйственных водоемов) требуется разное количество воды, т.к. сточные воды имеют различную их концентрацию. Общая кратность разбавления по отношению к объему загрязненных сточных вод наиболее велика для Камчатского края, Сахалинской области и ЧАО – 133, 138 и 117 раз соответственно. Больше всего воды для разбавления требуется для таких ЗВ, как органические вещества (по БПКполн) в ЧАО, Камчатском крае.

Расчет интегрального загрязняющего воздействия с использованием индекса загрязнения сточных вод (ИЗС) выполнен для каждого из рассматриваемых субъектов РФ (рис. 3). Значение ИЗС не пропорционально объемам использования воды. Так, в Приморском крае и ЧАО водопотребление различается в 20 раз, а ИЗС почти в 60, т.е. имеет место неравномерность и непропорциональность загрязняющего эффекта из-за более сложной структуры загрязняющих отраслей и состава их сточных вод с более разнообразным набором ЗВ различных классов опасности.



Рис. 3. Тихоокеанская Россия. Индексы загрязнения сточных вод, млн м³ в год (1 – до 1000; 2 – от 1000 до 5000; 3 – от 5000 до 10 000; 4 – более 10 000)

Fig. 3. Pacific Russia, wastewater pollution indices, mln m³ per year

Важными для оценки эффективности водопользования являются показатели водоемкости отдельных видов экономической деятельности. Эффективность использования водных ресурсов может оцениваться по отношению общего расхода воды к валовому внутреннему продукту (ВВП) или валовому региональному продукту (ВРП) [5]. По данным за 2020 г. общая водоемкость экономики региона (забор воды на 1 тыс. руб. ВРП) составила 0.32 м³, по отдельным субъектам: 0.11 и 0.19 м³ в Сахалинской области и ЧАО, 0.27 и 0.29 в Магаданской области и Приморском крае, 0.39 и 0.40 м³ в Хабаровском и Камчатском краях. Эти значения ниже общего для РФ показателя (0.65) [15]. Водоемкость отрасли по производству электроэнергии и теплоснабжению³ составляет в среднем по региону 3.1 м³ на 1 тыс. руб. По отдельным субъектам эта величина составляет: от 0.89 до 1.54 в Сахалинской, Магаданской областях и ЧАО; 3.56 и 3.57 в Хабаровском и Приморском краях; 4.84 в Камчатском крае. Подобные различия, предположительно, определяются структурой генерирующих мощностей в отдельных субъектах (тепловые, теплофикационные, атомные, альтернативные).

² Анионные синтетические поверхностно-активные вещества.

³ Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха.

В отрасли «водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений» водоемкость составляет от 10 в Сахалинской области до 16 м³ на 1 тыс. руб. в Камчатском, Хабаровском и Приморском краях. Исключение составляет ЧАО, где водоемкость равна 2.2 м³ на 1 тыс. руб. Столь низкое значение, возможно, зависит от соотношения потребностей в воде населения и предприятий, объемов централизованного водоснабжения в коммунальной и производственной сферах, а также тарифов на услуги.

Заключение

Проведенное исследование дает возможность определить территориальные особенности водопользования такого огромного региона, как Тихоокеанская Россия, характеризующегося неравномерностью социально-экономического развития и вследствие этого различными масштабами использования водных ресурсов.

Наиболее схожими по показателям водопользования (объемам, доле водоемких отраслей, загрязняющему эффекту) являются Приморский и Хабаровский края, где использование воды экономикой и населением наиболее значительно. Следующую группу, с меньшей интенсивностью водопользования, составляют Сахалинская область и Камчатский край. Группу с наименьшими объемами использования воды образуют Магаданская область и ЧАО. Различия в масштабах водопользования между первой и третьей группами (наименее и наиболее освоенными приморскими субъектами РФ) по объемам ВП составляют 10, по загрязняющему эффекту – 30 раз. Отраслевая структура водопотребления в каждой из групп различается, это касается также и показателей эффективности очистки сточных вод, водоемкости отдельных видов экономической деятельности. Отрасли по производству электроэнергии, теплоснабжению, водоснабжению, канализации и очистке сточных вод, составляя небольшую долю от ВРП региона, вносят значительный вклад в его общее водопотребление за счет своей водоемкости. Для всех приморских субъектов РФ характерно снижение водопотребления различными темпами. Возможно, эти тенденции смогут измениться в связи с созданием в регионе территорий опережающего развития, в результате деятельности которых создаются сотни новых производственных предприятий в различных экономических отраслях.

Полученные оценки, иллюстрирующие состояние водопользования Тихоокеанской России, являются частью его комплексного анализа и необходимы для разработки региональных мероприятий в сфере водного хозяйства и охраны водных ресурсов. Они позволяют в дальнейшем отслеживать динамику антропогенной нагрузки, оценивать эффективность водоохранных мероприятий и могут быть использованы при планировании развития территорий.

Благодарности. Работа выполнена частично при поддержке проекта Российского Фонда фундаментальных исследований 18-05-80006.

Acknowledgments. The study was partly supported by the project of Russian Fund of Fundamental Researches 18-05-80006.

Литература

1. Короткий Л.М. Бассейновая концепция: от гидрологии к природопользованию // География и природные ресурсы. 2017. № 2. С. 5–16.
2. Бортин Н.Н., Милаев В.М. Ресурсы пресных вод российского Дальнего Востока: состояние, проблемы, использование // Мелиорация и водное хозяйство. 2002. № 3. С. 13–21.
3. Демин А.П. Водохозяйственный комплекс России: понятие, состояние, проблемы // Водные ресурсы. 2010. № 37 (5). С. 617–632.

4. Никаноров В.А., Косолапов А.Е. Оценка водообеспеченности и нагрузки на поверхностные водные ресурсы регионов Российской Федерации // Водные ресурсы России: современное состояние и управление: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции: в 2-х т. Т. 1. Новочеркасск: Лик, 2018. С. 4–11.
5. Демин А.П., Зайцева А.В. Прогноз водопотребления в российской части бассейна Дона // Водные ресурсы. 2021, № 5 (48). С. 588–598.
6. Рыбкина И.Д. Территориальная организация водопользования в регионах верхней Оби: оценка и прогноз состояния, проблемы и перспективы развития // Известия АО РГО. 2020. № 2 (57). С. 6–20.
7. Лихацкая Е.А. Экономическая оценка водных ресурсов как инструмент рационализации водообеспечения стратегических программ социально-экономического развития регионов речного бассейна // Вестн. Алтайской Академии экономики и права. 2018. № 6. С. 125–129.
8. Коронкевич Н.И., Барабанова Е.А., Георгиади А.Г., Долгов С.В., Зайцева И.С., Кашутина Е.А. Оценка антропогенных воздействий на водные ресурсы России // Вестн. РАН. 2019. Т. 89, № 6. С. 603–614
9. Яковлева Л.М., На Юн За Ю.Б. Территориальная оценка водноресурсного потенциала. Разноуровневый анализ. Владивосток: Дальнаука, 1999. 121 с.
10. Горбатенко Л.В. Геоэкологическая характеристика водопользования в трансграничном бассейне реки Амур: точечное загрязнение и качество вод // Вестн. ДВО РАН. 2018. № 2. С. 119–129.
11. Бакланов П.Я., Мошков А.В. Географическая дифференциация территориальных структур хозяйства в Тихоокеанской России // География и природные ресурсы. 2017. № 1. С. 5–15.
12. Мошков А.В. Факторы устойчивого развития территориально-отраслевой структуры регионов прибрежной зоны Тихоокеанской России // Регионалистика. 2019. № 6 (4). С. 14–31.
13. Горбатенко Л.В. Источники загрязняющего воздействия на водные ресурсы Приморского края: водопользование и трансграничный перенос // Геосистемы Северо-Восточной Азии: особенности их пространственно-временных структур, районирование территории и акватории. Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2019. С. 371–378.
14. Liu Xin-Cong, Zhanga Meng-Di, Zhoua Wei-Yu, Zhanga Jing, Deng Shi-Huai. A Path Analysis for Chemical Oxygen Demand and Ammonia Nitrogen Discharge from Industrial Sewage in China // Water Resources. 2020. N 47 (6). С. 1012–1019.
15. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2018 году». М.: НИИ-Природа, 2019. 290 с. Электронный ресурс. Режим доступа: https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennyye_doklady/gosudarstvennyu_doklad_o_sostoyanii_i_ispolzovanii_vodnykh_resursov_rossiyskoy_federatsii_v_2018_god/. (дата обращения: 17 мая 2023).

References

1. Korytny, L.M. The basin concept: from hydrology to nature management. *Geography and Natural Resources*. 2017, 38(2), 111-121. (In Russian)
2. Bortin, N.N.; Milaev, V.M. Resources of fresh waters of Russian Far East: status, problems, using. *Irrigation and Water Management*. 2002, 3, 13-21. (In Russian)
3. Demin, A.P. Water Management Complex of Russia: Concept, State of the Art, and Problems. *Water Resources*. 2010, 37(5), 617-632. (In Russian)
4. Nikanorov, V.A.; Kosolapov, A.E. Assessment of water supply and load on surface water resources in the regions of the Russian Federation. In *Water resources of Russia: current state and management. Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference*. Vol. I. Lik: Novocherkassk, Russia, 2018, 4-11. (In Russian)
5. Demin, A.P.; Zaitseva, A.V. Forecast of Water Consumption in the Russian Part of the Don Basin. *Water Resources*. 2021, 48(5), 588-598. (In Russian)
6. Rybkina, I.D. Territorial organization of water supply system in upper Ob regions: assessment and forecast of state, problems and prospects for development. *Bulletin AB RGS [Izvestiya AO RGO]*. 2020, 57(2), 6-20. (In Russian)
7. Likhatskaya, E. A. Economic assessment of water resources as a tool for rationalization of water supply for strategic programs of socio-economic development of the regions of river basin. *Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law*. 2018, 6, 125-129. (In Russian)
8. Koronkevich, N.I.; Barabanova, E.A.; Georgiadi, A.G.; Dolgov, S.V.; Zaitseva, I.S.; Kashutina, E.A. Assessment of anthropogenic impacts on water resources of Russia. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, 2019, 89(6), 603–614. (In Russian)
9. Yakovleva, L.M.; Na Yun Za, Yu. B. Territorial assessment of water resources potential. Multi-levelz analysis. Dalnauka: Vladivostok, Russia, 1999; 121 p. (In Russian)
10. Gorbatenko, L.V. Geoecological assessment of water using in the transboundary Amur River basin: point pollution and water quality. *Vestnik of Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences*. 2018. 2, 119-129. (In Russian)
11. Baklanov, P.Y.; Moshkov, A.V. Geographical differentiation of territorial structures of the economy in Pacific Russia. *Geography and Natural Resources*. 2017, 38, 1, 5-15. (In Russian)
12. Moshkov, A.V. Factors of sustainable development of the territorial and sectoral structure of the regions in the coastal zone of Pacific Russia. *Regionalistika*. 2019, 6(4), 14-31. (In Russian)

13. Gorbatenko, L.V. The sources of pollution on water resources of the territory of Primorsky Krai: water using and transboundary transfer. In *Geosystems of North-East Asia: the particularities of their spatial-temporal structure, zoning of land and waters*. PGI FEB RAS: Vladivostok, Russia, 2019, 371-378. (In Russian)

14. Liua, Xin-Cong; Zhanga, Meng-Di; Zhoua, Wei-Yu; Zhanga, Jing; Deng, Shi-Huai. A Path Analysis for Chemical Oxygen Demand and Ammonia Nitrogen Discharge from Industrial Sewage in China. *Water Resources*. 2020, 47(6), 1012-1019.

15. State Report "On the State and Use of Water Resources of the Russian Federation in 2018». NIA-Priroda: Moscow, Russia, 2019; 290 p. Available online: https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/gosudarstvennyy_doklad_o_sostoyanii_i_ispolzovanii_vodnykh_resursov_rossiyskoy_federatsii_v_2018_god/. (accessed on 17 April 2023). (In Russian)

Статья поступила в редакцию 12.05.2023; одобрена после рецензирования 16.05.2023; принята к публикации 27.05.2023.

The article was submitted 12.05.2023; approved after reviewing 16.05.2023; accepted for publication 27.05.2023.



Метод оценки потенциала межрайонных связей (на примере муниципальных образований Приморского края)

Олеся Сергеевна КОРНИЕНКО
научный сотрудник
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия
olisa@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8150-8188>

Аннотация. На примере муниципальных образований Приморского края предлагается метод количественной оценки потенциала межрайонных связей, основанный на определении соседского экономико-географического положения (ЭГП). Расчеты, проведенные на основе методики оценки соседского ЭГП В.И. Блануцы, показали, что наилучшим положением в Приморье обладает Анучинский район. Отмечено, что большее число соседних муниципалитетов обеспечивает этому муниципальному образованию благоприятные условия для кооперации и эффективного развития. В предложенном автором варианте оценки соседского экономико-географического положения учитывается не только количество соседей и «центральность» расположения исследуемого объекта, но и социально-экономический уровень развития соседних муниципальных районов, а также собственный потенциал исследуемой территории. Сравниваются рассчитанные потенциалы внутрирегионального взаимодействия муниципалитетов с учетом различных социально-экономических факторов развития и изменение их распределения. Проводится оценка муниципалитетов по четырем факторам развития (численность населения, среднемесячная заработная плата, объем промышленного производства и объем производства сельскохозяйственной продукции). В результате исследования выявлено, что при условии оценки только потенциалов соседей самым высоким потенциалом межрайонных связей в Приморском крае обладают г. Артем и Шкотовский район. В случае учета и социально-экономических потенциалов соседей и собственного наилучшим потенциалом межрайонных связей в Приморском крае обладают города Владивосток, Артем и Уссурийск. В целом при учете в оценке соседского ЭГП дополнительных экономических факторов развития отмечается смещение оценки благоприятности экономико-географического положения из центральной в южную часть Приморского края к наиболее экономически развитым территориям.

Ключевые слова: Приморский край, экономико-географическое положение, потенциал межрайонных связей, соседское ЭГП, рейтинг регионов

Для цитирования: Корниенко О.С. Метод оценки потенциала межрайонных связей (на примере муниципальных образований Приморского края) // Тихоокеанская география. 2023. № 3. С. 66–78. https://doi.org/10.35735/26870509_2023_15_6.

Method for assessing the potential of inter-district relations (on the example of municipalities of Primorsky Krai)

Olesya S. KORNIENKO

Research associate

Pacific Geographical Institute of the FEB RAS, Vladivostok, Russia

olisa@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8150-8188>

Abstract. The paper proposes a method for quantitative assessment of the potential of interregional ties based on an assessment of the neighboring economic and geographical position by the example of the municipalities in Primorsky Krai. Calculations carried out using the methodology of V.I. Blanutsa for assessing the neighbor's economic and geographic position (EGP) showed that Anuchinsky Municipal District has the best position in Primorsky Krai. A larger number of neighboring municipalities provides this district with favorable conditions for cooperation and effective development. The proposed version of assessing the neighboring EGP comprises takes both the number of neighbors and the "centrality" of the location of the object under study, but also the socio-economic level of development of neighboring municipal districts, and the own potential of the territory. The calculated potentials of intra-regional interaction of municipalities are compared, taking into account various socio-economic factors of development, and changes in their distribution. Municipalities are assessed according to three development factors (population, industrial output and agricultural output). It was revealed that in assessment of only the potentials of neighbors, the city of Artyom and the Shkotovsky District have the highest potential for inter-district communications in the Primorsky Territory. In taking into account both the own socio-economic potential and the same potentials of neighbors, the cities of Vladivostok, Artyom and Ussuriysk have the best potential for inter-district communications in the Primorsky Territory. In general, taking into account the additional economic development factors in the assessment of the neighboring EGP, a shift in the favorable economic and geographical position from the central part of Primorsky Krai to the most economically developed territories in its southern part and is noted.

Keywords: Primorsky Territory, economic and geographical position, potential of interregional relations, neighboring EGP, rating of regions

For citation: Kornienko O.S. Method for assessing the potential of inter-district relations (on the example of municipalities of Primorsky Krai). *Pacific Geography*. 2023;(3):66-78. (In Russ.). https://doi.org/10.35735/26870509_2023_15_6.

Введение

Особенностью отраслевой структуры Приморского края, расположенного в окраинной юго-восточной части России, является ориентированность основных видов деятельности (транспорт, горнодобывающая, лесная и рыбная промышленность, судостроение) на морские факторы и внешние рынки. Большое влияние на хозяйство края оказывает соседство с одним из лидеров мировой экономики – Китаем. Отраслевая структура экономики Приморья во многом зависит от конъюнктуры рынков (в основном сырья и материалов) в соседних странах Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР). Однако опыт последних лет, связанный с закрытием границ из-за эпидемии, международными санкциями и дру-

гими факторами, показал, насколько важно не только наращивать внешнеэкономические отношения, но и развивать внутрирегиональные связи между различными видами экономической деятельности. Такие связи закладываются уже на межмуниципальном уровне.

Пространственные различия в факторах и условиях хозяйствования в регионе, уровнях их развития, наличие или отсутствие конкурентных преимуществ выступают основой для территориального разделения и кооперации производственной деятельности в районах [1]. Поэтому важно определить не только уровень социально-экономического развития муниципальных образований, их отраслевую структуру, но и их экономико-географическое положение (ЭГП) в регионе, которое, с одной стороны, является важным фактором в формировании и развитии отраслевой структуры любого муниципального образования, с другой – определяет направления их взаимодействий. Учение об ЭГП как о совокупности пространственных отношений социально-экономических объектов к внешним географическим структурам, экономически существенным для рассматриваемых объектов, относится к числу основополагающих в российской (советской) социально-экономической географии и до сих пор является предметом серьезного внимания отечественных географов. Следует отметить, что это учение не имеет прямых аналогов в зарубежной географии [2].

Основа концепции об экономико-географическом положении была заложена Н.Н. Баранским, который определил его как «отношение какого-либо места, района или города к вне его лежащим данностям, имеющим то или иное экономическое значение» [3, с. 129]. Большой вклад в изучение ЭГП районов и городов внесли Ю.Г. Саушкин [4], И.М. Маергойз [5], К.П. Космачев [6]. В концепции ЭГП охватывается и оценивается весь круг взаимоотношений исследуемой территории с окружающими его географическими структурами, имеющими для этого объекта экономическое значение. Эта концепция получила свое развитие и в теоретической географии, например, в рамках сформулированного Б.Б. Родоманом «позиционного принципа», определяющего зависимость свойств объекта от его местоположения [7]. На макрорегиональном уровне Л.А. Безруков в своей концепции о континентально-океанической дихотомии рассматривает в качестве важного фактора развития различных территорий их положение относительно морских побережий, океана [8]. Вопросам количественного измерения ЭГП и его составляющих были посвящены работы П.Я. Бакланова, М.Т. Романова [9], У.Р. Праги [10], С.П. Земцова, В.Л. Бабурина [11], П.П. Лебедева, А.З. Бахчиева [12], С.Е. Ханина [13] и др.

Следует отметить, что экономико-географическое положение прежде всего раскрывает внешний потенциал исследуемой территории и тем самым определяет дополнительные возможности ее развития. При этом в процессе оценки ЭГП в первую очередь выделяются и оцениваются отношения изучаемого района с соседними территориями – соседское ЭГП [14]. Е.Е. Лейзерович выделяет этот показатель как одну из трех базовых составляющих ЭГП наряду с инновационным и транспортно-географическим положением, которые в своей совокупности отражают ключевые черты положения объекта [15]. Оценка этой составляющей отражает возможности его взаимоотношений с соседями, а такие возможности в целом формируют и потенциал межрайонных взаимодействий – сложных механизмов, охватывающих многие сферы деятельности муниципалитетов, такие как организационно-правовые, хозяйственные, торговые, социальные-демографические. С помощью имеющегося потенциала районы могут устанавливать связи, согласовывать интересы, объединять усилия, направленные на улучшение качества жизни и экономики региона.

В исследовании ставится задача рассмотреть и оценить потенциалы межрайонных связей муниципальных районов Приморского края с точки зрения их соседского экономико-географического положения.

Методы и материалы

В статье использована методика оценки соседского ЭГП, изложенная в работе В.И. Блануцы [16]. В ее основе лежит определение «центральности» районов, кото-

рая выражается в том, что районы, занимающие центральное расположение и имеющие наибольшее количество соседей, имеют больше вариантов взаимодействия и в этой связи больше возможностей для своего развития относительно других муниципалитетов с меньшим числом соседей [17].

Соседское ЭГП для выбранного района определяется по формуле (1). Количество всех возможных соседей будет соответствовать максимуму соседского ЭГП. Однако взаимодействие какой-либо территории зачастую осуществляется не только с соседними районами. Для учета возможного «затухания» (диффузии) взаимодействия по мере удаления от оцениваемой территории В.И. Блануца также предлагает шкалу поправочных коэффициентов, позволяющих «сгладить» большой разброс полученных значений показателей, которые рассчитываются по формуле (2). Например, значимость соседей второго порядка по сравнению с соседями первого порядка для оцениваемой территории снижается в два раза, третьего – еще в два раза, и так далее [16].

$$\Pi = \sum K_n N_n, \quad (1)$$

где Π – соседское экономико-географическое положение оцениваемого района, K – поправочный коэффициент n -го порядка, N – количество соседей n -го порядка.

$$K_n = 0,5^{n-1}, \quad (2)$$

где n – порядок соседства.

Следует отметить некоторую условность такого расчета соседского ЭГП, поскольку полученные данные будут постоянны во времени до тех пор, пока не изменится административное устройство или границы отдельных субъектов.

В рамках данного метода оценки предполагается, что все районы равны по своему потенциалу, то есть каждый муниципалитет представляет собой одну территориальную единицу, равную всем остальным. Метод позволяет оценить благоприятность географического положения района относительно его соседей, но не учитывает тот факт, что каждое муниципальное образование – это не просто административно-территориальная единица, а территория, обладающая уникальным набором других экономико-географических факторов и социально-экономических характеристик. Не существует двух одинаковых муниципалитетов, у каждого имеются благоприятные и негативные факторы и условия функционирования, определяющие его конкурентные преимущества, уровень социально-экономического развития; определенный комплекс предприятий промышленности, сельского хозяйства, строительства, производственной и социальной инфраструктуры; природно-ресурсный и демографический потенциал; экологическое состояние окружающей среды и т.д. Например, если муниципалитет граничит с экономически развитыми городскими округами и муниципальными районами, у него априори больше возможностей для эффективного взаимодействия с ними, а если среди соседей преобладают депрессивные муниципалитеты, эти возможности будут значительно ниже. Таким образом, при определении экономико-географического положения экономической потенциал соседней территории следует учитывать в первую очередь [9], тогда оценка соседского ЭГП с учетом социально-экономического уровня развития территорий будет более полным образом отражать потенциал возможных взаимодействий районов. Существуют и методики оценки ЭГП, основанные на применении гравитационных моделей, в которых важная роль отводится экономическому положению соседних регионов [11].

Для того чтобы учесть экономическую составляющую в оценке соседского ЭГП, нами предложено дополнить ее количественными показателями, отражающими социально-экономический потенциал районов. В качестве показателя N в формуле (1) предлагается рассматривать не количество соседей n -го порядка, а суммарные доли этих соседей по оцениваемому экономическому показателю в исследуемом регионе, при этом потенциал взаимодействий в целом будет измеряться в процентах от 0 до 100.

А.Н. Пилясов и Н.Ю. Замятина в своей работе [18] отмечают, что на экономико-географическое положение городов в последнее время стали влиять не только экзогенные, но

и эндогенные факторы. На наш взгляд, собственный социально-экономический потенциал исследуемого района также является важным дополнительным фактором, способным повлиять на потенциал возможных взаимодействий района. Поэтому нами предложен еще один вариант оценки потенциала межрайонных взаимодействий муниципального образования с включением в оценку собственных потенциалов. Предлагается собственный ресурс территории учитывать в полном объеме ($K = 1$), ресурс соседей первого порядка – вдвое меньше ($K = 0.5$), соседей второго порядка – еще в два раза меньше ($K = 0.25$), и так далее. Таким образом, в работе приводятся два варианта оценки потенциала межрайонных взаимодействий с учетом собственных ресурсов и без них.

Результаты и их обсуждение

При оценке соседского ЭГП для всех муниципальных районов Приморского края было определено количество соседей каждого порядка, а затем по предложенным формулам (1), (2) рассчитано соседское ЭГП и построен рейтинг муниципалитетов (табл. 1).

Таблица 1

Соседское ЭГП муниципалитетов Приморского края

Table 1. Neighboring economic and geographical position of the municipalities in Primorsky Krai

Муниципальные образования	Количество соседей						Соседское ЭГП
	1-го порядка (K = 1)	2-го порядка (K = 0.5)	3-го порядка (K = 0.25)	4-го порядка (K = 0.125)	5-го порядка (K = 0.0625)	6-го порядка (K = 0.03125)	
Внутренние							
Анучинский	9	14	10	-	-	-	18.50
Чугуевский	9	13	6	5	-	-	17.63
Михайловский	6	13	9	5	-	-	15.38
Яковлевский	5	12	11	5	-	-	14.38
Черниговский	4	12	12	5	-	-	13.63
г. Уссурийск	6	9	7	6	5	-	13.31
Хорольский	6	6	11	9	1	-	12.94
г. Партизанск	3	12	11	7	-	-	12.63
г. Арсеньев	2	8	14	9	-	-	10.63
Красноармейский	4	5	6	8	5	5	9.47
Приграничные							
Спасский	5	10	14	4	-	-	14
г. Дальнереченск	7	8	8	5	5	-	13.94
Кировский	5	12	7	6	3	-	13.69
Октябрьский	4	7	9	8	5	-	11.06
Лесозаводский	2	7	9	6	6	3	8.97
Пожарский	3	5	7	8	5	5	8.72
Пограничный	3	4	8	9	8	1	8.66
Ханкайский	2	4	6	11	9	1	7.47
Прибрежные							
Шкотовский	8	12	8	5	-	-	16.63
Партизанский	7	13	11	2	-	-	16.5
г. Дальнегорск	5	9	8	6	5	-	12.56
Лазовский	3	10	12	6	2	-	11.88
г. Фокино	3	9	13	8	-	-	11.75

Муниципальные образования	Количество соседей						Соседское ЭГП
	1-го порядка (K = 1)	2-го порядка (K = 0.5)	3-го порядка (K = 0.25)	4-го порядка (K = 0.125)	5-го порядка (K = 0.0625)	6-го порядка (K = 0.03125)	
г. Артем	4	8	9	7	5	-	11.44
Кавалеровский	3	8	11	6	5	-	10.81
Ольгинский	3	6	13	6	5	-	10.31
г. Находка	2	5	13	11	2	-	9.25
г. Большой Камень	1	8	11	8	5	-	9.06
Надеждинский	3	4	8	7	6	5	8.41
Тернейский	3	3	8	8	6	5	8.03
Хасанский	2	5	8	7	6	5	7.91
г. Владивосток	1	6	5	9	7	5	6.97

По полученным суммарным значениям, обозначающим соседское ЭГП, муниципальные образования можно объединить в следующие группы (рис. 1).

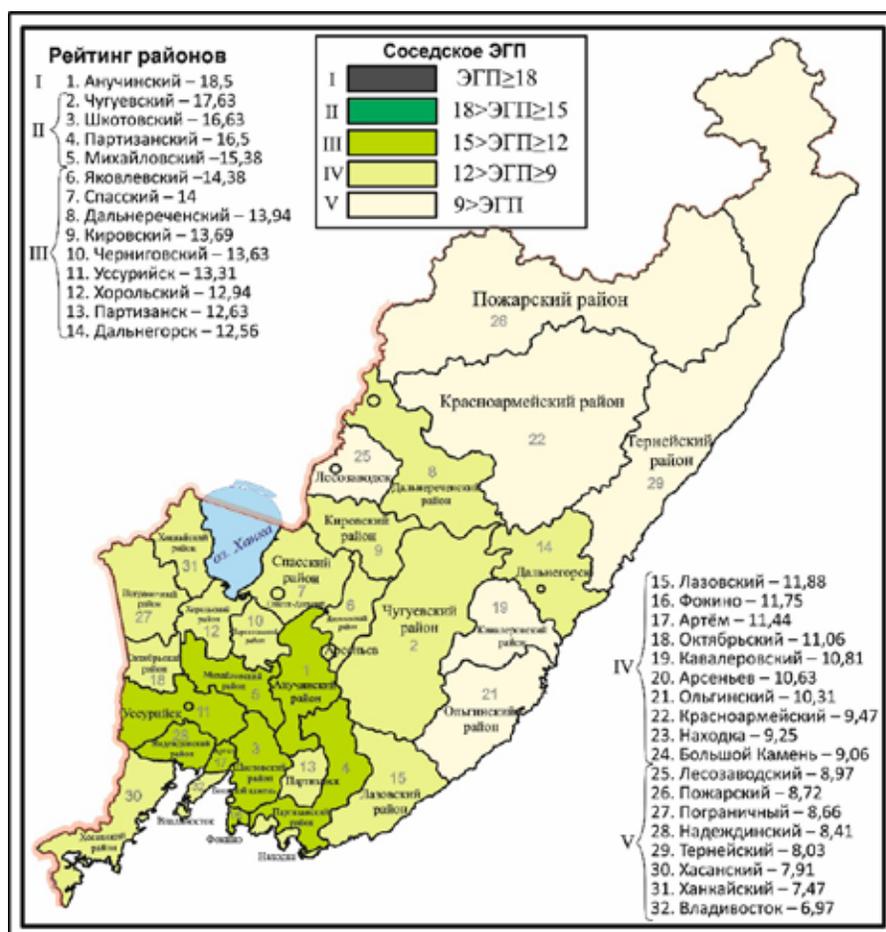


Рис. 1. Соседское ЭГП муниципалитетов Приморского края

Fig. 1. Neighboring economic and geographical position of the municipalities in Primorsky Krai

В Приморском крае выделяются две меридиональные зоны, состоящие из городских округов и муниципальных районов – «континентальные» (включая приграничные) и «прибрежные» [19]. Они различаются между собой по сочетанию промышленных видов деятельности, образующих территориальные структуры хозяйства муниципальных образований, социально-экономическому потенциалу и уровню освоенности территорий и акваторий.

В континентальной зоне представлены муниципалитеты с наиболее высокими показателями соседского ЭГП. У двух муниципальных районов отмечено максимальное для Приморского края число соседей первого порядка, равное 9. Это Анучинский и Чугуевский районы, которые занимают центральное место в крае и возглавляют рейтинг муниципалитетов по соседскому ЭГП. Положение Анучинского района выше Чугуевского благодаря большому количеству соседей второго и третьего порядков. Таким образом, согласно предложенной методике оценки соседского ЭГП, у Анучинского района наибольшие возможности и перспективы для коопераций с соседями внутри региона.

В целом анализ структуры хозяйства района с наилучшим соседским ЭГП и его окружения показал благоприятные предпосылки для развития здесь отраслей, связанных с переработкой сельскохозяйственной продукции и деревоперерабатывающей промышленности (табл. 2).

Таблица 2

Хозяйственная специализация Анучинского района и соседних муниципалитетов Приморского края

Table 2. Economic specialization of the Anuchinsky Municipal District and neighboring municipalities in Primorsky Krai

Муниципальные образования	Доля муниципалитетов в крае, %		Основная хозяйственная специализация
	по объему промышленной продукции	по объему с/х продукции	
Анучинский	0.002	2.2	Лесная промышленность, сельское хозяйство
Соседние муниципалитеты			
Чугуевский	0.08	2	Лесная и деревообрабатывающая
г. Арсеньев	6	0.4	Авиационная, машиностроение, пищевая
Михайловский	2.15	9.5	Сельское хозяйство, лесная
Черниговский	0.6	3.6	Сельское хозяйство
Спасский	4.4	9.3	Сельское хозяйство, пищевая, строительная
Шкотовский	0.4	1.3	Сельское хозяйство
г. Партизанск	1	1.3	Сельское хозяйство
Партизанский	0.03	3.4	Лесная, сельское хозяйство
Яковлевский	0.003	0.9	Сельское хозяйство, лесная

Составлено по: [20].

Сравнительно высокие потенциалы для взаимодействия с другими муниципалитетами в континентальной зоне имеют Чугуевский и Михайловский районы. Худшее положение в континентальной зоне у приграничных муниципалитетов – Ханкайского и Пограничного районов.

В прибрежной зоне у большинства муниципальных образований значения соседского ЭГП не так велики, что обусловлено их периферийным положением по сравнению с континентальной зоной. Наилучшее положение у Шкотовского и Партизанского районов. Замыкает рейтинг административный центр Приморского края – г. Владивосток, что обусловлено его окраинным положением на п-ве Муравьев-Амурский, а также, в отличие от других периферийных муниципалитетов Приморского края, наличием всего одного территориального соседа первого порядка – г. Артем. Немного лучше положение у прибрежных муниципалитетов – Тернейского, Хасанского районов. То есть для внутрирегионального взаимодействия именно эти субъекты находятся в наименее выгодном положении.

Полученные результаты подтверждают недостатки методики оценки соседского ЭГП только по количеству соседей и их расположению. Так, у единственного соседа г. Владивосток, замыкающего рейтинг, г. Артем объем промышленного производства (10.4 млрд руб.) превышает суммарный объем производств всех 9 муниципалитетов (9.1 млрд руб.), соседствующих с Чугуевским районом, который занимает вторую строчку в рейтинге.

В четырех соседствующих с г. Артем муниципалитетах проживает почти половина всего населения Приморского края (896 тыс. чел.), в то время как в соседних 9 муниципалитетах Анучинского района, лидера рейтинга по соседскому ЭГП, почти в три раза меньше (311 тыс. чел.), а в соседстве с Чугуевским районом проживает в 4.5 раза меньше населения (195 тыс. чел.). Приведенные примеры демонстрируют, насколько важно в подобных оценках учитывать еще и социально-экономический уровень развития соседних территорий.

Для примера нами рассчитан потенциал межрайонных связей муниципальных районов Приморского края с учетом численности их населения (рис. 2). При использовании данного дополнительного социально-экономического показателя пространственное распределение потенциала межрайонных связей муниципалитетов Приморского края суще-

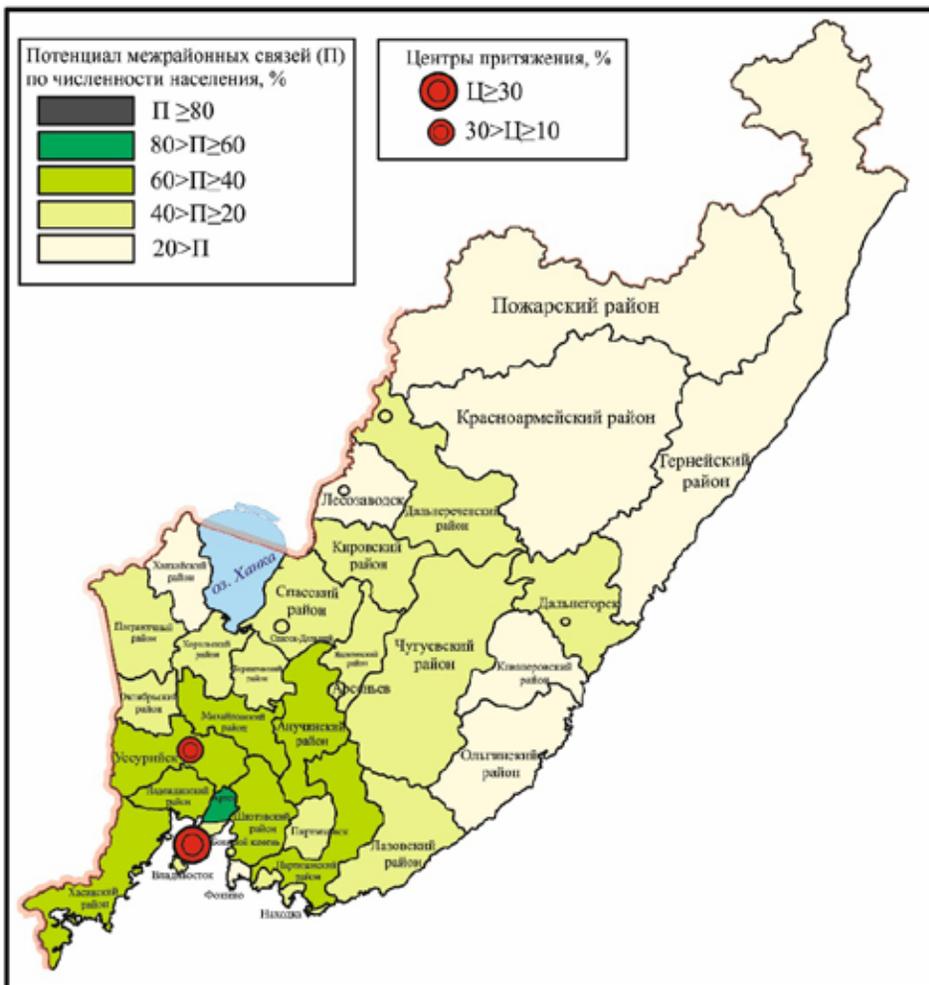


Рис. 2. Потенциал межрайонных связей районов Приморского края с учетом численности населения
Fig. 2. The potential of inter-regional relations of Primorsky Krai municipal districts by population. Compiled by the author

ственно меняется. В этом случае оценка выгодности экономико-географического положения смещается к югу, где находятся районы с максимальной численностью населения (так называемые центры экономического притяжения – г. Владивосток, где сосредоточено 33 % населения края, и г. Уссурийск с долей численности населения 10.5 %). В этом случае самое выгодное расположение отмечается у г. Артем, который соседствует как с г. Владивосток, так и с г. Уссурийск.

Более комплексно оценить потенциал межрайонных связей муниципальных районов Приморского края на основе статистических данных можно с применением несколь-

Таблица 3

Потенциал межрайонных связей (П) муниципальных районов Приморского края

Table 3. Interregional relations potential of Primorsky krai municipal districts

Муниципальные образования	П с учетом только потенциала соседей						П с учетом собственного потенциала и потенциала соседей					
	Объем с/х продукции	Численность населения	Промышленное производство	Среднемесячная заработная плата	П _{ср}	рейтинг	Объем с/х продукции	численность населения	Промышленное производство	Среднемесячная заработная плата	П _{ср}	рейтинг
Континентальные												
Анучинский	29.55	23.40	21.05	26.85	25.21	2	31.79	24.07	21.05	29.67	26.64	5
г. Арсеньев	16.49	11.78	9.09	14.82	13.05	22	16.94	14.53	15.1	18.99	16.39	20
Дальнереченский	14.71	11.70	11.81	19.91	14.53	19	16.57	13.64	11.91	22.30	16.10	21
Кировский	17.42	12.78	11.02	19.26	15.12	18	20.05	13.73	11.03	21.51	16.58	19
Красноармейский	8.82	7.88	8.62	13.50	9.71	29	9.96	8.72	9.96	16.50	11.29	30
Лесозаводский	10.33	7.39	6.68	12.35	9.19	30	12.76	9.62	7.67	15.22	11.32	29
Михайловский	29.05	21.83	17.09	22.22	22.55	4	38.54	23.33	19.24	24.91	26.50	6
Октябрьский	25.68	18.17	14.85	15.72	18.61	10	34.34	19.6	14.89	18.47	21.82	8
г. Партизанск	19.40	18.06	16.2	18.69	18.09	13	20.72	20.4	17.18	21.81	20.03	15
Пограничный	24.19	11.48	8.57	12.06	14.07	20	28.21	12.66	8.60	14.33	15.95	22
Пожарский	8.42	6.88	5.66	12.42	8.34	32	9.65	8.32	11.54	15.59	11.28	31
Спасский	19.43	13.37	10.26	19.58	15.66	17	28.75	16.91	14.67	22.20	20.63	13
Ханкайский	17.86	8.18	5.97	10.07	10.52	27	26.33	9.31	6	12.79	13.61	26
Хорольский	29.41	14.96	11.73	17.94	18.51	11	37.94	16.35	11.94	20.36	21.65	9
Черниговский	28.29	15.8	13.01	19.19	19.07	9	31.92	17.49	13.61	21.82	21.21	11
Чугуевский	20.42	17.23	14.38	25.28	19.33	8	22.5	18.39	14.46	27.60	20.74	12
г. Уссурийск	24.79	21.26	20.43	19.70	21.54	6	34.68	31.77	26.49	22.71	28.91	4
Яковлевский	20.87	15.48	14.3	20.78	17.86	14	21.78	16.2	14.31	23.07	18.84	18
Прибрежные												
г. Артем	19.37	30.11	33.2	17.97	25.16	3	25.98	36.19	36.64	20.89	29.92	2
г. Большой Камень	15.43	18.88	18.63	13.92	16.71	16	16.23	21.01	23.94	17.10	19.57	16
г. Владивосток	13	10.4	6.84	10.15	10.10	28	13.9	43.87	56.05	15.68	32.37	1
Дальнегорский	12.73	10.41	8.76	17.94	12.46	23	13.72	12.62	11.54	20.64	14.63	25
Кавалеровский	11.66	9.73	8.37	15.32	11.27	24	12.53	10.96	8.38	17.89	12.44	27
Лазовский	13.82	13.48	10.69	16.78	13.69	21	14.39	14.15	10.76	20.40	14.92	24
Надеждинский	18.46	21.48	20.31	12.81	18.27	12	21.84	23.52	20.81	15.50	20.42	14
Находкинский	11.82	10.47	8.36	13.35	11.00	25	12.54	18.17	14.17	17.04	15.48	23
Ольгинский	11.42	9.55	7.25	14.67	10.72	26	12.16	10.02	7.25	17.37	11.70	28
Партизанский	20.50	22.42	19.31	24.60	21.71	5	23.87	23.97	19.35	27.18	23.59	7
Тернейский	7.50	6.92	7.75	11.39	8.39	31	7.92	7.48	9.98	14.88	10.07	32
г. Фокино	17.61	23.09	22.53	18.08	20.33	7	17.88	24.74	23.07	20.80	21.62	10
Хасанский	18.1	20.18	19.33	12.01	17.41	15	18.89	21.78	20.07	14.84	18.90	17
Шкотовский	29.75	29.2	27.2	24.40	27.64	1	31.03	30.46	27.61	28.05	29.29	3

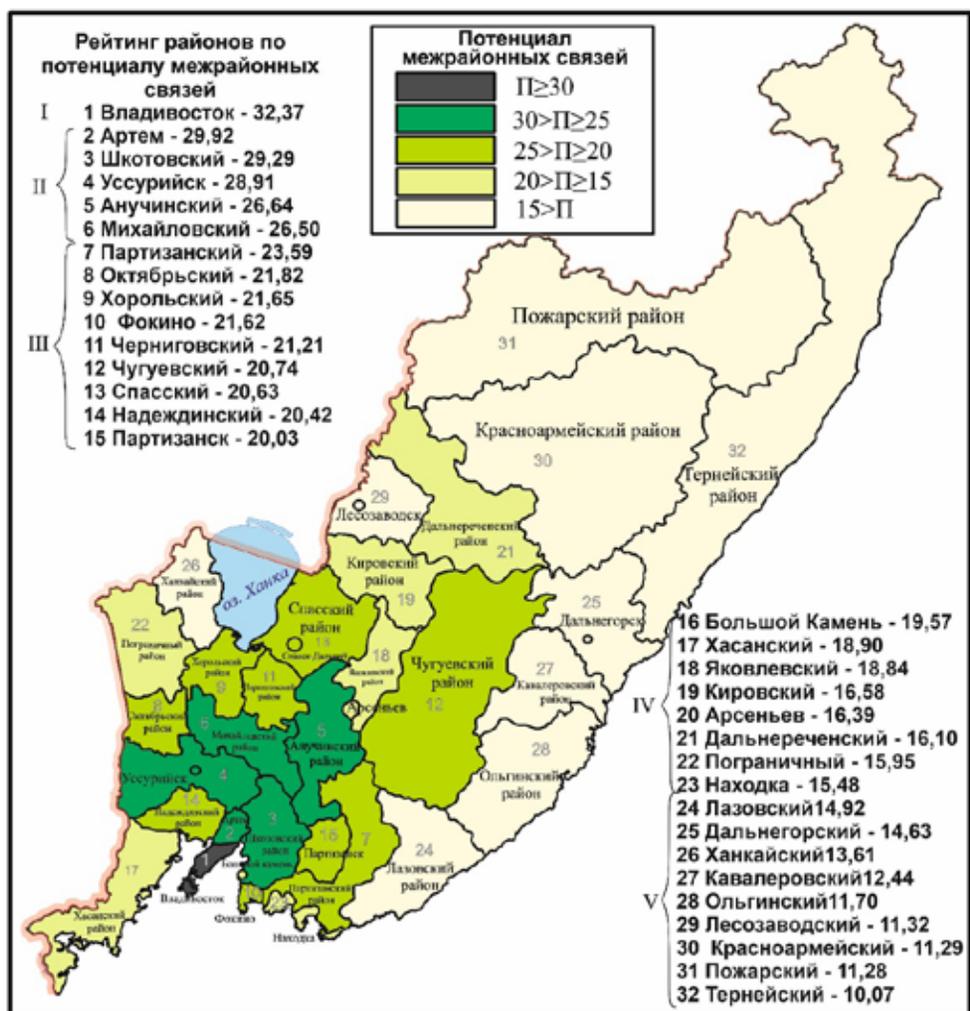


Рис. 3. Потенциал межрайонных связей муниципалитетов Приморского края с учетом их собственных потенциалов

Fig. 3. Interregional relations potential of Primorsky Krai municipal districts. Compiled by the author

ких показателей, отражающих уровень социально-экономического развития районов (табл. 3).

Согласно полученным результатам, более выгодное положение имеют муниципалитеты, которые расположены в южной части края, непосредственно по соседству или не далеко от административного центра края – г. Владивосток. Наилучшим внутрорегиональным потенциалом взаимодействий без учета собственных ресурсов в Приморском крае обладают прибрежные муниципалитеты – это Шкотовский муниципальный район и г. Артем.

С учетом собственного потенциала (табл. 3) наилучшим положением для взаимодействий с соседними муниципалитетами располагают г. Владивосток, г. Артем, Шкотовский район, а также г. Уссурийск (рис. 3). Замыкают рейтинги отдаленные северные, наименее заселенные и экономически слаборазвитые муниципалитеты – Пожарский, Красноармейский и Тернейский районы.

Заключение

Проведенные исследования показали, что при оценке соседского ЭГП муниципалитетов важно учитывать не только географическое положение территорий и количество соседей того или иного порядка, но и уровень их социально-экономического развития. Использование соответствующих дополнительных экономических показателей расширяет возможности метода такой оценки, делает ее более универсальной, поскольку в рамках предложенной методики можно вводить различные количественные показатели, отражающие демографические, экономические, природно-ресурсные и другие составляющие потенциала районов, и более строго проводить оценку согласно поставленным целям и задачам. Таким образом, с помощью предложенного варианта можно более полно оценивать потенциал межрайонных связей территорий.

Следует отметить, что в случае проведения оценки потенциала межрайонных связей для территории более широкого пространственного охвата, например, с учетом муниципальных районов соседнего Хабаровского края, результат может быть другим, поскольку в этом случае положение самых северных районов Приморского края уже не будет периферийным, а наоборот, приближенным к экономически развитому административному центру Хабаровского края – г. Хабаровск.

Для более полной оценки потенциала межрайонных связей важно также учитывать не только потенциалы соседей (природно-ресурсный и социально-экономический потенциалы, отраслевую структуру экономики), но и собственный потенциал оцениваемого муниципалитета, который также отражает способность его территориально-хозяйственной структуры интегрироваться с экономикой соседних муниципальных образований. Так, в Приморском крае наилучший потенциал для развития межрайонных связей с учетом собственных ресурсов у городов Владивосток и Артем. Предлагаемый метод оценки можно использовать не только в пределах одного субъекта РФ, но и для оценки интеграционных возможностей на региональном уровне в пределах страны.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке гранта РНФ «Потенциал приморских поселений для целей долгосрочного развития: содержание и методы оценки (на примере Тихоокеанской России)», проект №22-17-00186.

Acknowledgments. The work was supported by the RSF grant «Potential of coastal settlements for long-term development: content and methods of assessment (on the example of Pacific Russia)», project No. 22-17-00186.

Литература

1. Корниенко О.С., Романов М.Т. Оценка потенциалов развития регионов Дальнего Востока и их внутренних взаимосвязей // Вестн. Воронежского университета. Серия: География. Геоэкология. 2018. № 2. С. 40–50.
2. Социально-экономическая география в России / под ред. П.Я. Бакланова, В.Е. Шувалова. Владивосток: Дальнаука, 2016. 326 с.
3. Баранский Н.Н. Экономико-географическое положение // Становление экономической географии. М.: Мысль, 1980. С. 128–159.
4. Саушкин Ю.Г. Экономическая география. История, теория, методы, практика. М.: Мысль, 1973. 362 с.
5. Маергойз И.М. Уникальность экономико-географического положения советского Дальнего Востока и некоторые проблемы его использования в перспективе // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 1974. № 4. С. 3–10.
6. Космачев К.П. Инфраструктура и экономико-географическое положение (поиск путей взаимного обогащения понятий) // Докл. Института географии Сибири и Дальнего Востока. Иркутск, 1972. Вып. 33. С. 3–9.
7. Родоман Б.Б. Территориальные ареалы и сети. Очерки теоретической географии. Смоленск: Ойкумена, 1999. 256 с.
8. Безруков Л.А. Континентально-океаническая дихотомия в международном и региональном развитии. Новосибирск: Гео, 2008. 369 с.
9. Бакланов П.Я., Романов М.Т. Экономико-географическое и геополитическое положение Тихоокеанской России. Владивосток: Дальнаука, 2009. 168 с.
10. Праги У.Р. О мерах экономико-географического положения // Изв. ВГО. 1981. Т. 119, вып. 1. С. 38–43.

11. Земцов С.П., Бабури В.Л. Оценка потенциала экономико-географического положения регионов России // Экономика региона. 2016. Т. 12, № 1. С. 117–138.
12. Бахчиев А.З., Лебедев П.П. Количественные и картографическое представление соседского положения // Новое в тематике, содержании и методах составления экономических карт (1970-1973). М.: МФГО, 1974. С. 223–229.
13. Ханин С.Е. Экономико-географическое положение поселений: проблемы, модели // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 1994. № 2. С. 3-9.
14. Бакланов П.Я. Экономико-географическое положение как важнейшее географическое свойство структурированной территории // Географическое положение и территориальные структуры: памяти И.М. Маергойза. М.: Новый хронограф, 2012. С. 391–402.
15. Лейзерович Е.Е. Базовые составляющие экономико-географического положения стран и районов // Известия РАН. Сер. геогр. 2006. № 1. С. 9–14.
16. Блануца В.И. Экономико-географическое положение: обобщение концептуальных установок и генерация новых смыслов // География и природные ресурсы. 2005. № 4. С. 7–16.
17. Соколов С.Н. Картографический анализ интеграционного потенциала экономико-географического положения // Бюллетень науки и практики. Электрон. журн. 2017. № 4 (17). С. 149–161.
18. Замятина Н.Ю., Пилясов А.Н. Россия, которую мы обрели: Исследуя пространство на микроуровне. М., 2013. 548 с.
19. Бакланов П.Я., Мошков А.В. Пространственные различия и инерционность территориальных структур хозяйства в прибрежных и континентальных зонах (на примере Приморского края) // Вестн. ДВО РАН. 2019. № 1. С. 66–74.
20. Приморский край. Муниципальные образования: Комплексный сборник. Владивосток: Приморкстат, 2021. 244 с.

References

1. Kornienko, O.S.; Romanov M.T. Assessment of development potentials of the regions of the Far East and their internal relationships. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology*, 2018, 2, 40-50. (In Russian)
2. Socio-economic geography in Russia. Ed. By Baklanov P.Ya, Shuvalov V.E. Dalnauka: Vladivostok, Russia, 2016; 326 p. (In Russian)
3. Baranskiy, N.N. Economic-geographical position. In *Formation of economic geography*. Mysl: Moscow, Russia, 1980, 128-159. (In Russian).
4. Saushkin, Yu.G. Economical geography. History, theory, methods, practice. Mysl: Moscow, Russia, 1973; 362 p. (In Russian)
5. Maergoiz, I.M. The uniqueness of the economic and geographical position of the Soviet Far East and some problems of its use in the future. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seria 5, Geografia*, 1974, 4, 3-10. (In Russian.)
6. Kosmachev, K.P. Infrastructure and economic and geographical position (search for ways of mutual enrichment of concepts). In *Reports of the Institute of Geography of Siberia and the Far East*. Irkutsk, Russia, 1972, 33, 3-9. (In Russian).
7. Rodoman, B.B. Territorial areas and networks. Essays on theoretical geography. Oikumena: Smolensk, Russia, 1999; 256 p. (In Russian)
8. Bezrukov, L.A. Continental-oceanic dichotomy in international and regional development. *Geo: Novosibirsk, Russia*, 2008; 369 p. (In Russian)
9. Baklanov, P.Ya.; Romanov, M.T. Economic-geographical and geopolitical position of Pacific Russia. Dalnauka: Vladivostok, Russia, 2009; 168 p. (In Russian)
10. Pragi, U.R. On measures of economic and geographical position. *News of the All-Union Geographical Society*, 1981, 119(1), 38-43. (In Russian)
11. Zemtsov, S.P.; Baburin, V.L. Assessment of the potential of the economic and geographical position of the regions of Russia. *Economy of regions*, 2016, 12(1). 117-138. (In Russian)
12. Bakhchiev, A.Z.; Lebedev, P.P. Quantitative and cartographic representation of the neighboring position. In *New in the subject, content and methods of compiling economic maps (1970-1973)*. MFGO: Moscow, Russia, 1974, 223-229. (In Russian)
13. Khanin, S.E. Economic and geographical position of settlements: problems, models. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seria 5, Geografia*, 1994, 2, 3-9. (In Russian)
14. Baklanov, P.Ya. Economic and geographical position as the most important geographical property of a structured territory. In *Geographical position and territorial structures: in memory of I.M. Maergoiz*. Novyy khronograf: Moscow, Russia, 2012, 391-402. (In Russian)
15. Leizerovich, E.E. Basic components of the economic and geographical position of countries and regions. *Izvestiya RAN. Seriya Geograficheskaya*. 2006, 1, 9-14. (In Russian)
16. Blanutsa, V.I. Economic and geographical position: generalization of conceptual settings and generation of new meanings. *Geography and natural resources*. 2005, 4, 7-16. (In Russian)

17. Sokolov, S.N. Cartographic analysis of the integration potential of the economic and geographical position. *Bulletin of Science and Practice*, 2017, 4(17), 149-161. (In Russian).

18. Zamyatina, N.Yu.; Pilyasov A.N. The Russia We Found: Exploring Space at the Micro Level. Moscow, Russia, 2013; 548 p. (In Russian)

19. Baklanov, P.Ya.; Moshkov, A.V. Spatial differences and inertia of territorial structures of the economy in coastal and continental zones (on the example of Primorsky Krai). *Vestnik of Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences*, 2019, 1, 66-74. (In Russian)

20. Primorsky Territory. Municipalities: Comprehensive collection. Primorskstat: Vladivostok, Russia, 2021; 244 p. (In Russian)

Статья поступила в редакцию 23.06.2023; одобрена после рецензирования 18.07.2023; принята к публикации 21.07.2023.

The article was submitted 23.06.2023; approved after reviewing 18.07.2023; accepted for publication 21.07.2023.





Методика оценки экосистемных услуг региона

Бэлла Александровна КРАСНОЯРОВА¹
доктор географических наук, профессор, зав. лабораторией ландшафтно-водноэкологических исследований и природопользования
bella250352@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0008-1635>

Антон Евгеньевич НАЗАРЕНКО²
кандидат географических наук, младший научный сотрудник
nazarenko.iwep@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8613-6667>

Татьяна Геннадьевна ПЛУТАЛОВА³
кандидат географических наук, научный сотрудник
plutalova.tg@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2349-9823>

Софья Николаевна ШАРАБАРИНА⁴
кандидат географических наук, научный сотрудник
sharabarina@iwep.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9322-3953>

¹⁻⁴Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, Россия

Аннотация. Разработана методика оценки экосистемных услуг региональной системы, в основе которой лежат теоретические представления об их сущности и общепринятые классификации. Методика предполагает оценку основных групп экосистемных услуг, обеспечивающих, регулирующих и информационно-культурных, на основе их идентификации в конкретном регионе и с учетом значения для региональной экономики. В качестве основных территориальных единиц оценки приняты муниципальные районы как саморегулирующиеся природно-хозяйственные системы; в качестве показателей оценки используются данные муниципальной статистики и ежегодной бухгалтерской отчетности хозяйствующих субъектов, осуществляющих деятельность в природозависимых отраслях (сельское хозяйство, лесное хозяйство, рекреация и туризм). Разработанная методика апробирована на территории Алтайского края, оценен ряд наиболее значимых экосистемных услуг. Среди них обеспечение древесиной, продуктивность пахотных и сенокосных угодий, продуктивность пастбищ, депонирование атмосферного углерода (регулирование климата), биоразнообразие охотничьих животных, а также природные условия, обеспечивающие развитие рекреации и туризма. Результаты оценки показали значительную дифференциацию территории региона по ценности всех рассматриваемых экосистемных услуг. Выявлены следующие пространственные закономерности: ценность пашни, пастбищ, сенокосов, депонирования углерода и охотничьих ресурсов определяется преимущественно разнообразием природных условий, в то время как экосистемных услуг обеспечения рекреации и туризма, а также добычи древесины – близостью к объектам инфраструктуры (транспортной, социальной, промышленной). Так, районы с высокой лесистостью

и соответственно ценностью депонирования углерода не всегда играют значимую роль в обеспечении древесиной. Напротив, значительные объемы древесины заготавливаются в районах с невысокой лесистостью, но характеризующихся транспортной доступностью и наличием деревообрабатывающих производств. Экосистемные услуги рекреации тяготеют не столько к объектам рекреации, сколько к местам концентрации потребителей этих услуг и наличия туристско-рекреационной инфраструктуры.

Ключевые слова: экосистемные услуги, лесное хозяйство, сельское хозяйство, депонирование углерода, Алтайский край

Для цитирования: Красноярова Б.А., Назаренко А.Е., Плуталова Т.Г., Шарабарина С.Н. Методика оценки экосистемных услуг региона // Тихоокеанская география. 2023. № 3. С. 79–89. https://doi.org/10.35735/26870509_2023_15_7.

Original article

Methodology for assessing ecosystem services in a region

Bella A. KRASNOYAROVA¹

Doctor of Geographical Sciences, professor, head of the Laboratory of landscape and water-ecological research and natural resources management, bella250352@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0008-1635>

Anton E. NAZARENKO²

Candidate of Geographical Sciences, Junior research associate, nazarenko.iwep@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8613-6667>

Tatyana G. PLUTALOVA³

Candidate of Geographical Sciences, Research associate, plutalova.tg@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2349-9823>

Sofia N. SHARABARINA⁴

Candidate of Geographical Sciences, Research associate, sharabarina@iwep.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9322-3953>

¹⁻⁴Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, Russia

Abstract. Regional assessment of ecosystem services is one of the tools for long-term planning in natural resources management. Estimates of the benefits derived from ecosystems make it possible to compare alternative land-use change scenarios and determine the amount of their gain or loss. Monetary assessments look promising in application, which could express the value of the benefits of ecosystems in a form that is understandable to natural resource users, which opens up opportunities for introducing the results of assessments into environmental management. A related methodology for assessing the ecosystem services of a region was developed. The methodology involves the assessment of the main groups of ecosystem services: providing, regulating and information-cultural ones. The evaluation is carried out on the basis of their identification in a particular region and according to their importance for the regional economy. Municipal districts are accepted as the main territorial units for assessment as self-regulating natural and economic systems; municipal statistics and annual financial statements of business entities operating in nature-dependent industries, such as agriculture, forestry and tourism, are used as

evaluation indicators. This methodology was tested on the territory of the Altai Krai, where a number of the most significant ecosystem services were evaluated. Among them are provision of wood, productivity of arable and haylands, productivity of pastures, storage of atmospheric carbon, biodiversity of game animals, as well as local natural conditions that ensure the development of recreation and tourism. The results of the assessment showed a significant differentiation of the territory of the region in terms of the value of providing, regulating, and cultural and informational ecosystem services. The patterns of spatial distribution of the value of ecosystem services are revealed: the value of arable lands, pastures, haylands, carbon sequestration and hunting resources is determined mainly by the diversity of natural conditions, while ecosystem services for providing recreation and tourism, as well as timber extraction, gravitate towards transport, social and industrial infrastructure. Thus, areas with high forest cover and, accordingly, the value of carbon sequestration do not always play a significant role in the provision of wood. On the contrary, significant volumes of wood are harvested in areas with low forest cover, but characterized by transport accessibility and the presence of woodworking industries. Ecosystem recreational services gravitate not so much to recreational objects as to places of concentration of consumers of these services and the presence of tourist and recreational infrastructure.

Keywords: ecosystem services, forestry, agriculture, carbon sequestration, Altai Krai

For citation: Krasnoyarova B.A., Nazarenko A.E., Plutalova T.G., Sharabarina S.N. Methodology for assessing ecosystem services in a region. *Pacific Geography*. 2023;(3):79-89. (In Russ.). https://doi.org/10.35735/26870509_2023_15_7.

Введение

Региональные оценки экосистемных услуг представляют собой один из инструментов долгосрочного планирования в природопользовании в ряде стран. Оценки благ, получаемых от экосистем, позволяют сравнивать между собой альтернативные сценарии изменения структуры землепользования и определять объем их прироста или потерь. Перспективным выглядит применение монетарных оценок, которые позволяют выразить ценность жизнеобеспечивающих функций экосистем в понятной для природопользователей форме, что открывает возможности для внедрения результатов оценок в практику управления природопользованием.

В настоящее время существует успешный опыт применения данного подхода за рубежом. Так, О. Bastian с соавторами применяли оценки экосистемных услуг для различных сценариев озеленения городов с позиций изменения потенциала регулирования микроклимата и качества воздуха растительностью [1]. L. Koschke при помощи оценок экосистемных услуг сравнил три возможных сценария землепользования в Саксонии: внедрение цикла короткого севооборота, расширение агролесоводства и развитие лесовосстановления [2]. Оценка экосистемных услуг почв, регулирования климата, аттрактивности ландшафтов и обеспечения биоразнообразия с целью прогнозирования землепользования также проводилась для Северной Германии [3] и пригорода Барселоны [4].

Применяются такие оценки и для сельскохозяйственных территорий: компромиссам между сельским хозяйством и экосистемными услугами посвящено исследование А. Holt [5], комплексным оценкам экосистемных услуг животноводства, растениеводства, депонирования углерода и прироста древесины – работа Ф. Accatino [6], компромиссам между сельским хозяйством и устойчивостью экосистемных услуг – работа Х. Zhang [7]. С 2019 г. проводятся исследования, направленные на интеграцию апробированных подходов и методик оценки экосистемных услуг в процесс управления землепользованием в ЕС в рамках общей сельскохозяйственной политики [8].

В России в настоящее время оценки экосистемных услуг находятся на начальной стадии использования/применения. Страна участвовала в таком крупном международном

проекте, как ТЕЕВ (The Economics of Ecosystems and Biodiversity), в рамках которого была проведена оценка экосистемных услуг России. Проведен и ряд локальных оценок, в большинстве своем для особо охраняемых природных территорий и лесных экосистем. Региональным оценкам экосистемных услуг уделено недостаточное внимание, хотя разработки в данном направлении ведутся: А.Г. Розенберг проведена оценка экосистемных услуг на примере Самарской области [9], А.Е. Назаренко эти услуги оценены для муниципального района в Алтайском крае с целью анализа сценариев оптимизации структуры сельскохозяйственного землепользования [10], В.В. Юрак разработаны методические рекомендации по экономической оценке ряда экосистемных услуг [11] и т.д.

На практике социально-экономическая составляющая освоения экосистемных услуг территории представлена всей совокупностью производственных связей и социальных последствий хозяйственной деятельности, которые проявляются в региональном масштабе. Таким образом, существует необходимость в разработке и апробации методики, которая позволяла бы объективно оценивать экосистемные услуги любого региона с целью совершенствования структуры землепользования и разработки стратегии пространственного развития, при реализации которой в регионе не ухудшалось бы со временем качество жизнеобеспечивающих функций экосистем. При этом под экосистемными услугами мы понимаем блага, получаемые от экосистем.

Особенно актуальными такие оценки являются для регионов, специализирующихся на хозяйственной деятельности в природозависимых отраслях, в том числе в сельском и лесном хозяйстве, природоохранной деятельности, охотничьем хозяйстве и туризме, где ценность экосистемных услуг оказывает определяющее влияние на эффективность хозяйственной деятельности.

Материалы и методы

Территориальные единицы оценок экосистемных услуг

В зависимости от масштабов оценок экосистемных услуг представляется целесообразным использовать в качестве единиц оценки территориальные единицы разного уровня и функционального назначения.

Существует два принципиально разных подхода к выбору единиц оценок экосистемных услуг: выбор единиц по функциональному назначению экосистем и по их территориальной организации. Первые классические работы по оценке экосистемных услуг в мировом масштабе ставили своей целью привлечение внимания к проблеме их недооцененности и были основаны на оценке экосистем (в том числе антропогенно преобразованных) по функциональному назначению. В частности, в классической работе R. Costanza в качестве единиц оценки выступали леса, пашни, пастбища, сенокосы, реки, озера, пресноводные экосистемы и экосистемы городов [12]. При этом для оценок, целью которых является интеграция экосистемных услуг в экономику и разработка управленческих решений на основе полученных результатов, основными единицами выступают административно-территориальные образования. В частности, такой подход был применен в национальном докладе, посвященном оценке экосистемных услуг России [13]. Это связано с тем, что управление природопользованием осуществляется в административных границах и существуют необходимые статистические данные, которые обобщаются и публикуются по административно-территориальным образованиям.

Таким образом, можно назвать три основных критерия для определения необходимых территориальных единиц применительно к масштабу исследования: 1) территориальная единица должна представлять собой объект управления природопользованием; 2) в рамках территориальной единицы должен осуществляться официальный статистический учет; 3) используемые в процессе оценки территориальные единицы должны принадле-

жать к одному уровню пространственной структуры и в совокупности составлять территорию объекта исследования.

В качестве единиц оценки могут выступать: на локальном уровне – земельные угодья, составляющие структуру землепользования [10]; на региональном – муниципальные районы [14]; на федеральном – регионы – субъекты РФ [13]. Соответственно в данном исследовании предлагается выбор муниципальных районов в качестве основных единиц оценки и для оценок ЭУ (экосистемных услуг).

Идентификация экосистемных услуг

Для идентификации экосистемных услуг нами применена классификация, приведенная в прототипе национального доклада «Экосистемные услуги России. Услуги наземных экосистем» и основанная на классификации MEA (Millennium Ecosystem Assessment) [13]. Применение данной классификации ставит своей целью обеспечение возможности сравнения полученных результатов с результатами оценок, проводимых на других территориях в России и за рубежом.

Также следует отметить, что важную роль в идентификации экосистемных услуг играют природные условия и структура природопользования региона. Экосистемные услуги прежде всего значимы для основных природозависимых отраслей и антропогенно-преобразованных экосистем. В соответствии с классификацией, предложенной Т. Г. Руновой с соавторами [15], к таким отраслям относят природно-ресурсные отрасли и отрасли ландшафтопользования.

Таким образом, идентификация экосистемных услуг должна учитывать структуру хозяйства административных районов, структуру землепользования, а также значение отдельных ЭУ для экономики в зависимости от масштаба рассмотрения (табл. 1).

Таблица 1

Значение отдельных экосистемных услуг для экономики [13]

Table 1. Importance of some ecosystem services for the economy

Группа экосистемных услуг	Экосистемные услуги	Значение для экономики	
		региональный масштаб	национальный масштаб
Обеспечивающие (продукционные)	Обеспечение древесиной	Высокое	Среднее
	Обеспечение недревесными и пищевыми ресурсами леса	Низкое	Низкое
	Ценность пахотных и сенокосных угодий	Высокое	Высокое
	Ценность пастбищ	Среднее	Среднее
Регулирующие (средообразующие)	Депонирование углерода лесами (регулирование климата)	Среднее	Высокое
	Генетическое разнообразие редких видов растений и животных (в пределах ООПТ, где производится учет)	Среднее	Среднее
Культурные и информационные	Биоразнообразие охотничьих животных	Среднее	Среднее
	Природные условия, обеспечивающие рекреацию и туризм	Среднее	Среднее

Значение экосистемных услуг для экономики основано на оценке вклада деятельности, обусловленной конкретной ЭУ, в экономику региона или страны, который определяет необходимость их интеграции в процесс принятия решений с учетом оценки экосистемных услуг наземных экосистем России (на уровне регионов).

Оценка проводится для услуг с параметрами значения для экономики региона/страны (в зависимости от масштаба) – «среднее» и «высокое». Для услуги «Обеспечение недревесными и пищевыми ресурсами леса» данный параметр был определен как «низкий». Согласно национальному докладу «Экосистемные услуги России», данная ЭУ имеет зна-

чимость в локальном масштабе – жители населенных пунктов собирают грибы и ягоды для личного использования и продажи, однако вклад данной деятельности в экономику муниципальных районов и регионов незначителен.

Показатели, используемые для оценки экосистемных услуг

Как отмечает в своих трудах R. Costanza, экосистемные услуги представляют собой блага, получаемые от экосистем, но не являются только их свойством, а представляют собой продукт взаимодействия природного, социального и инфраструктурного капитала общества [16, 17]. Таким образом, для того чтобы получить благо, используя по-

Таблица 2

Показатели для оценки экосистемных услуг
Table 2. Indicators for ecosystem services assessment

Экосистемные услуги	Формула	Показатели для оценки
1. Обеспечение древесиной	$P = \frac{X_{хв} \times C_{хв} + X_{мл} \times C_{мл}}{S}$	P – средний объем изъятия древесины хвойных и мягколиственных пород за 10 лет по данным лесного плана региона, м ³ /год; C – стоимость 1 м ³ древесины для лесотаксационного района с учетом состава насаждений; S – площадь муниципального района, га
2. Ценность пахотных и сенокосных угодий	$H = C_{раст} \div S$	$C_{раст}$ – средняя валовая продукция растениеводства в хозяйствах всех категорий за 3 года (руб./год)
3. Ценность пастбищ	$PAS = C_{жс} \div S$	$C_{ж}$ – средняя суммарная выручка субъектов предпринимательства в сфере разведения КРС, лошадей, овец и коз за 3 года (руб./год)
4. Депонирование углерода (регулирование климата)	Расчет объемов депонирования углерода лесами: $D_{л} = P_i \sum_1^4 (ai \times (w \div 100) \times dep)$ Расчет объемов депонирования углерода сенокосами и пастбищами: $D_{пс} = \sum dep \times S_i$	D – депонирование атмосферного углерода, т/год; P_i – площадь лесов в границах района, га; ai – доля породы в составе насаждений; (1)–(4) – возрастные группы насаждений; w – доля возрастной группы в площади насаждений, %; dep – объемы годового депонирования атмосферного углерода по группам древесных пород и возрастным группам, для сенокосов и пастбищ по данным ПАСА [19], т/га/год; S_i – площадь пахотных и сенокосных угодий i , (га)
	Расчет ценности депонирования углерода: $C_i = \frac{(D_{л} + D_{пс}) \times C_{ср.эвв}}{S}$	$C_{ср.эвв}$ – средневзвешенная стоимость эмиссии углерода на биржах (руб./т)
5. Биоразнообразие охотничьих животных	$Y = \left(\sum_1^{an} (T_{an} \times N_{an}) \right) / S$	Y – ценность охотничьих животных, руб./год; an – виды охотничьих животных и птиц на территории; T – такса для исчисления размера вреда, причиненного охотничьим животным, руб./ед.; N – численность охотничьих животных на территории охотничьего хозяйства, ед.
6. Природные условия, обеспечивающие рекреацию и туризм	$At = PQ \div S$	PQ – средняя суммарная выручка объектов рекреации и туризма в районе за 3 года (руб./год)

лезные функции экосистем, необходимо наличие соответствующих природных условий, инфраструктуры (организаций, использующих данные полезные функции) и социального капитала (потребителей блага). В случае отсутствия последних двух компонентов экосистемная услуга не поддается точной оценке, так как не извлекается организованно.

Исходя из объектов оценки (ЭУ), предлагается комбинировать затратный подход с применением стоимости прямого и косвенного использования в рамках концепции общей экономической ценности. При этом ценность экосистемных услуг не будет отражать текущую прибыль природопользователей, т.е. получаемые ими блага, а будет лишь коррелировать с выручкой в связи с разной рентабельностью хозяйствования в зависимости от отрасли, территориального расположения и методов ведения хозяйства в каждом конкретном случае. Иными словами, ценность экосистемных услуг определяется не только потенциалом природной среды, но и эффективностью ее извлечения природопользователем.

Разработанная в рамках данного исследования методика была апробирована на примере Алтайского края, имеющего сельскохозяйственную специализацию и расположенного в разных природно-хозяйственных системах, отражающих разнообразие природных и социально-экономических условий юга Сибири [18]. На территории региона развиты сельское и лесное хозяйство, рекреация и туризм, охотничье хозяйство. Применительно к территориальным единицам оценки – муниципальным районам для оценки экосистемных услуг использован следующий набор показателей (табл. 2).

Результаты оценки выражены в удельных единицах (руб./га/год) в соответствии со сложившейся мировой практикой, в связи с чем при оценке также учитывались данные об общей площади муниципальных образований. На основе вышеуказанных подходов была сформирована база данных показателей для оценки экосистемных услуг Алтайского края.

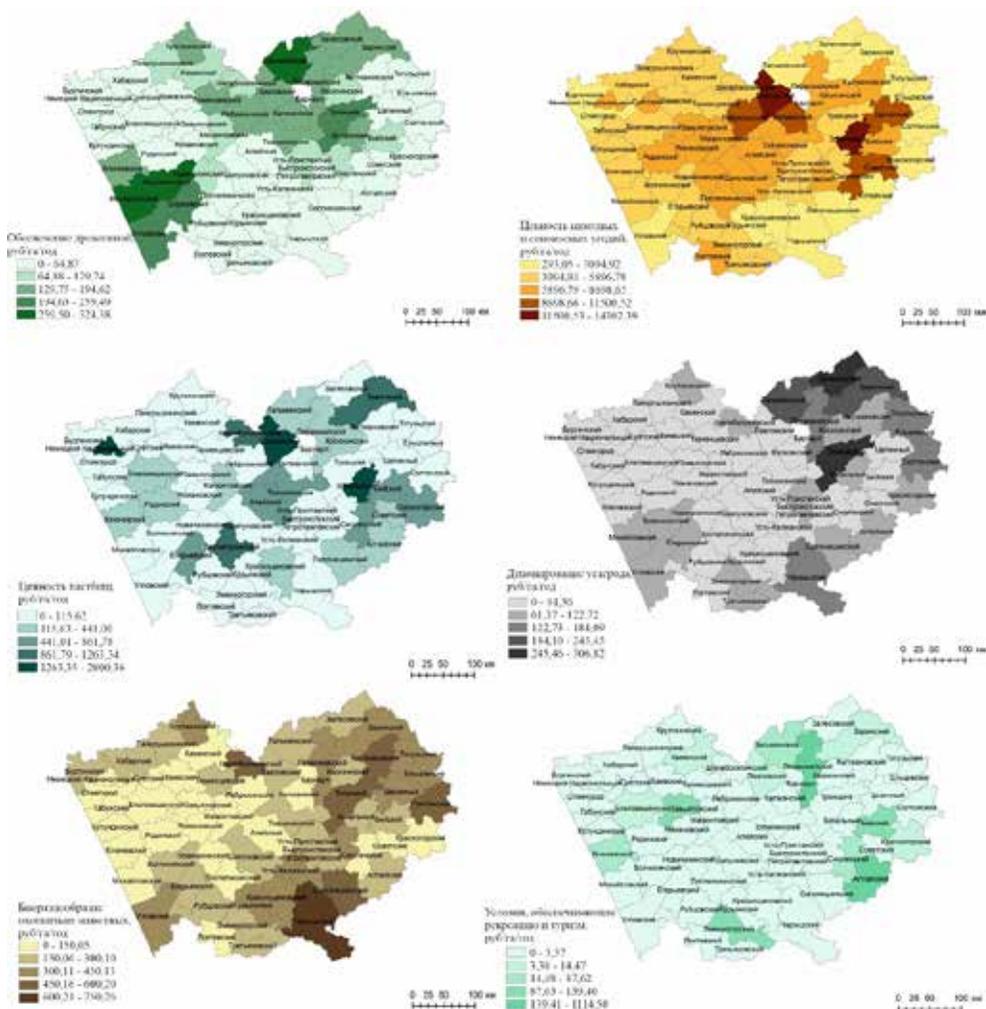
Результаты и их обсуждение

По результатам проведенной оценки экосистемных услуг были составлены карты-схемы их ценности в районах Алтайского края (см. рис.).

Оценка обеспечивающих экосистемных услуг показала значительное разнообразие территории Алтайского края по ценности сельскохозяйственных угодий и обеспечению древесиной. Максимальная ценность услуги по обеспечению древесиной отмечена в Тальменском, Волчихинском и Михайловском районах – более 250 руб./га, наибольшая ценность пашни и сенокосов характерна для Павловского и Зонального районов (более 11.5 тыс. руб./га), а пастбищных угодий – для Немецкого, Павловского и Зонального районов – более 1.2 тыс. руб./га.

Оценка регулирующих экосистемных услуг представлена депонированием углерода лесами и кормовыми угодьями (сенокосами и пастбищами). Результаты показывают существенную дифференциацию районов Алтайского края по объему депонирования углерода. Максимальные значения (более 300 руб./га/год) наблюдаются в 3 районах (Залесовский, Троицкий, Солтонский). Минимальные значения (менее 35 руб./га/год) характерны для Славгородского городского округа, Кулундинского и Немецкого национальных районов. Следует отметить, что районы с высокой лесистостью и соответственно ценностью депонирования углерода не всегда играют значимую роль в обеспечении края древесиной (например, Чарышский, Тогульский, Ельцовский, Солтонский районы). Напротив, значительные объемы древесины добываются в районах с невысокой лесистостью. Это связано с тем, что добыча древесины в крае тяготеет не столько к районам произрастания лесов, сколько к размещению промышленной инфраструктуры – деревообрабатывающим предприятиям, расположенным в городах края.

Из культурных и информационных ЭУ в Алтайском крае в настоящее время наиболее важное значение имеют услуги, обеспечивающие развитие рекреации и туризма, при оценке которых наряду с природной компонентой учитывается развитие транспортной,



Ценность экосистемных услуг в районах Алтайского края, руб./га/год
 The value of ecosystem services in the districts of the Altai Krai, rub./hectare/year

туристско-рекреационной и рыночной инфраструктур. В данной группе услуг оценивалось также биоразнообразие охотничье-промысловых животных. По первому виду услуг выделяются туристические районы: Завьяловский, Бийский, Алтайский, Смоленский, Первомайский, на территории которых расположены крупные туристические комплексы и город-курорт Белокуриха. В остальных муниципальных образованиях показатели экономической значимости отрасли существенно ниже. Ценность биоразнообразия охотничьих животных выше всего в Чарышском, Троицком, Кытмановском районах (более 550 руб./га).

Заключение и выводы

Разработанная авторами и апробированная на примере одного из субъектов Российской Федерации, Алтайского края, методика оценки экосистемных услуг региональной системы предполагает использование универсальных территориальных единиц оценки – муниципальных районов, принятых в мировой практике классификаций эко-

системных услуг, данных официальной статистики и документов территориального планирования и стратегического управления. Методика носит универсальный характер, что позволяет применять ее для любого региона России и в случае необходимости для более подробных оценок экосистемных услуг на иных масштабных уровнях.

Результаты проведенной с использованием разработанной методики оценки экосистемных услуг в районах Алтайского края показали значительное разнообразие территории региона по ценности сельскохозяйственных угодий и обеспечению древесиной. Оценка регулирующих экосистемных услуг показала существенную дифференциацию районов края по объему депонирования углерода. Причем районы с высокой лесистостью и соответственно ценностью депонирования углерода не всегда играют значимую роль в обеспечении края древесиной. Значительные объемы древесины добываются в районах с невысокой лесистостью, но близких к объектам промышленной инфраструктуры – деревообрабатывающим предприятиям, расположенным в городах, и хорошей транспортной доступностью.

Культурные и информационные экосистемные услуги Алтайского края в настоящее время наиболее значимы в сфере рекреации и туризма, широко представлены, но наибольшую ценность имеют в Завьяловском, Бийском, Алтайском, Смоленском, Первомайском районах, на территории которых наряду с разнообразием рекреационных ресурсов расположены крупные туристические комплексы и город-курорт Белокуриха. В остальных муниципальных образованиях ценность этих услуг существенно ниже.

Проведенные оценки позволили выявить некоторые существующие в природозависимых отраслях региона противоречия и точки роста. Развитие индустриальной инфраструктуры может существенно повысить обеспечивающие экосистемные услуги, а транспортной инфраструктуры – культурные и информационные. Регулирующие экосистемные услуги в значительной мере определяются наличием и сохранением лесов и естественных кормовых угодий, что достигается лесовосстановлением, соблюдением сбалансированного землепользования и фитомелиорацией. Проведенные оценки экосистемных услуг позволяют выделить пространственные приоритеты для развития сельского и лесного хозяйства, рекреации и туризма при условии инвестиций в создание современных объектов инфраструктуры.

Благодарности. Исследование выполнено в рамках государственного задания № FUFZ– 2021–0007.

Acknowledgments. This work was carried out within the framework of the Research Program of the Institute for Water and Environmental Problems SB RAS № FUFZ - 2021- 0007.

Литература

1. Bastian O., Haase D., Grunewald K. Ecosystem properties, potentials and services. The EPPS conceptual framework and an urban application example // *Ecological Indicators*. 2012. Vol. 21. P. 7–16.
2. Koschke L., Fürst C., Frank S., Makeschin F. A multi-criteria approach for an integrated land-cover-based assessment of ecosystem services provision to support landscape planning // *Ecological Indicators*. 2012. Vol. 21. P. 54–66.
3. Albert C., Galler C., Hermes J., Neuendorf F., von Haaren C., Lovett A. Applying ecosystem services indicators in landscape planning and management: The ES in-Planning framework // *Ecological Indicators*. 2016. Vol. 61. Part 1. P. 100–113.
4. Basnou C., Baró F., Langemeyer J., Castell C., Dalmases C., Pino J. Advancing the green infrastructure approach in the Province of Barcelona: integrating biodiversity, ecosystem functions and services into landscape planning // *Urban Forestry & Urban Greening*. 2020. Vol. 55.
5. Holt A.R., Alix A., Thompson A., Maltby L. Food production, ecosystem services and biodiversity: We can't have it all everywhere // *Science of The Total Environment*. 2019. Vol. 573. P. 1422–1429.
6. Accatino F., Tonda A., Dross C., Léger F., Tichit M. Trade-offs and synergies between livestock production and other ecosystem services // *Agricultural Systems*. 2019. Vol. 168. P. 58–72.
7. Zhang X., Jin X., Liang X., Ren J., Han B., Liu J., Fan Y., Zhou Y. Implications of land sparing and sharing for maintaining regional ecosystem services: An empirical study from a suitable area for agricultural production in China // *Science of The Total Environment*. 2022. Vol. 820. 153330. D

8. Simoncini R., Ring I., Sandström C., Albert C., Kasymov U., Arlettaz R. Constraints and opportunities for mainstreaming biodiversity and ecosystem services in the EU's Common Agricultural Policy: Insights from the IPBES assessment for Europe and Central Asia // *Land Use Policy*. 2019. Vol. 88.
9. Розенберг А.Г. Природный капитал и экосистемные услуги региона. Тольятти: Кассандра, 2015. 83 с.
10. Назаренко А.Е. Моделирование последствий трансформации структуры землепользования с использованием оценок экосистемных услуг // *Географический вестник*. 2021. № 1 (56). С. 173–186.
11. Юрак В.В. Методические рекомендации по экономической оценке регулирующих и социальных экосистемных услуг. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2018. 55 с.
12. Costanza R. et al. Changes in the global value of ecosystem services // *Global environmental change*. 2014. T. 26. С. 152–158.
13. Экосистемные услуги России: Прототип национального доклада. Т. 1. Услуги наземных экосистем. М.: Изд-во Центра охраны дикой природы. 2016. 148 с.
14. Кудинова Г.Э., Розенберг А.Г., Костина Н.В. Стоимостная оценка экосистемных услуг при обеспечении устойчивого развития региона (на примере Самарской области) // *Вестн. Самарского государственного экономического университета*. 2015. № 8 (130). С. 17–23.
15. Рунова Т.Г., Волкова И.Н., Нефёдова Т.Г. Территориальная организация природопользования. М.: Наука, 1993. 208 с.
16. Costanza R., Daly H.E. Natural Capital and Sustainable Development // *Conservation biology*. 1992. V. 6, N 1. P. 37–46.
17. Назаренко А.Е., Красноярова Б.А. Экосистемные услуги: от глобальных концепций к региональным оценкам // *География и природопользование Сибири*. 2017. № 23. С. 165–174.
18. Красноярова Б.А., Платонова С.Г., Шарабарина С.Н., Скрипко В.В., Архипова И.В. Природно-хозяйственные системы Западной Сибири: особенности современной пространственной организации и функционирования на разных иерархических уровнях // *Известия Алтайского отделения Русского географического общества*. 2016. №. 4 (43). С. 5–18.
19. Dolman A.J., Shvidenko A., Schepaschenko D., Ciais P., Tchepakova N., Chen T., Van Der Molen M.K., Belelli Marchesini L., Maximov T.C., Maksyutov S., Schulze E.D. An estimate of the terrestrial carbon budget of Russia using inventory-based, eddy covariance and inversion methods // *Biogeosciences*. 2012. Vol. 9. P. 5323–5340.

References

1. Bastian, O.; Haase, D.; Grunewald, K. Ecosystem properties, potentials and services. The EPPS conceptual framework and an urban application example. *Ecological Indicators*. 2012, 21, 7–16.
2. Koschke, L.; Fürst, C.; Frank, S.; Makeschin, F. A multi-criteria approach for an integrated land-cover-based assessment of ecosystem services provision to support landscape planning. *Ecological Indicators*. 2012, 21, 54–66.
3. Albert, C.; Galler, C.; Hermes, J.; Neuendorf, F.; von Haaren, C.; Lovett, A. Applying ecosystem services indicators in landscape planning and management: The ES in-Planning framework. *Ecological Indicators*. 2016, 61(Part 1), 100-113.
4. Basnou, C.; Baró, F.; Langemeyer, J.; Castell, C.; Dalmases, C.; Pino, J. Advancing the green infrastructure approach in the Province of Barcelona: integrating biodiversity, ecosystem functions and services into landscape planning. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2020, 55.
5. Holt, A.R.; Alix, A.; Thompson, A.; Maltby, L. Food production, ecosystem services and biodiversity: We can't have it all everywhere. *Science of The Total Environment*. 2019, 573, 1422-1429.
6. Accatino, F.; Tonda, A.; Dross, C.; Léger, F.; Tichit, M. Trade-offs and synergies between livestock production and other ecosystem services. *Agricultural Systems*. 2019, 168, 58–72.
7. Zhang X.; Jin X.; Liang X.; Ren J.; Han B.; Liu J.; Fan Y.; Zhou Y. Implications of land sparing and sharing for maintaining regional ecosystem services: An empirical study from a suitable area for agricultural production in China. *Science of The Total Environment*. 2022, 820, 153330.
8. Simoncini, R.; Ring, I.; Sandström, C.; Albert, C.; Kasymov, U.; Arlettaz R. Constraints and opportunities for mainstreaming biodiversity and ecosystem services in the EU's Common Agricultural Policy: Insights from the IPBES assessment for Europe and Central Asia. *Land Use Policy*. 2019, 88.
9. Rosenberg, A.G. Natural capital and ecosystem services of the region. *Kassandra*: Tol'yatti, Russia, 2015; 83 p. (In Russian)
10. Nazarenko, A.E. Modeling the effects of land use transformation using ecosystem service assessment. *Geographical Bulletin*. 2021, 1(56), 173–186. (In Russian)
11. Yurak, V.V. Guidelines for the economic assessment of regulatory and social ecosystem services. Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences: Yekaterinburg, Russia. 2018; 55 p. (In Russian)
12. Costanza, R.; De Groot, R.; Sutton, P.; Van der Ploeg, S.; Anderson, S.J.; Kubiszewski, I.; ... Turner, R.K. Changes in the global value of ecosystem services. *Global environmental change*, 2014, 26, 152-158.
13. Ecosystem services in Russia: Prototype of the national report. T.1. Terrestrial ecosystem services. Publishing House of the Center for Wildlife Conservation: Moscow, Russia, 2016; 148 p. (In Russian)

14. Kudinova, G.E.; Rozenberg, A.G.; Kostina, N.V. Cost assessment of ecosystem services in ensuring of regional sustainable development (on the example of the Samara region). *Bulletin of the Samara State University of Economics*, 2015, 8(130), 17-23. (In Russian)
15. Runova T.G., Volkova I.N., Nefedova T.G. Territorial organization of nature management. Nauka: Moscow, Russia, 1993; 208 p. (In Russian)
16. Costanza, R.; Daly, H.E. Natural Capital and Sustainable Development. *Conservation biology*. 1992, 6, 1, 37-46.
17. Nazarenko, A.E.; Krasnoyaroova, B.A. Ecosystem services: from global concepts to regional assessments. *Geography and Nature Management of Siberia*. 2017, 23, 165-174. (In Russian)
18. Krasnoyaroova, B.A.; Platonova, S.G.; Sharabarina, S.N.; Skripko, V.V.; Arkhipova, I.V. Natural-economic systems of Western Siberia: peculiarities of modern spatial organization and functioning at different hierarchical levels. *Bulletin AB RGS*. 2016, 4(43), 5-18. (In Russian)
19. Dolman, A.J.; Shvidenko, A.; Schepaschenko, D.; Ciais, P.; Tchepakova, N.; Chen, T.; Van Der Molen, M.K.; Beileli Marchesini, L.; Maximov, T.C.; Maksyutov, S.; Schulze, E.D. An estimate of the terrestrial carbon budget of Russia using inventory-based, eddy covariance and inversion methods. *Biogeosciences*. 2012, 9, 5323–5340.

Статья поступила в редакцию 13.04.2023; одобрена после рецензирования 19.06.2023; принята к публикации 26.06.2023.

The article was submitted 13.04.2023; approved after reviewing 19.06.2023; accepted for publication 26.06.2023.



Высотное распределение бурых медведей в четырех регионах Дальнего Востока России

Иван Владимирович СЕРЁДКИН
кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия
seryodkinivan@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4054-9236>

Юрий Константинович ПЕТРУНЕНКО
кандидат биологических наук, научный сотрудник
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия
yurbarius@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8784-9845>

Аннотация. В горной местности, в частности на Дальнем Востоке России, высотное размещение бурых медведей (*Ursus arctos*) является важным элементом характеристики их пространственного распределения, информация о котором имеет большое значение в практике управления популяциями данного вида животных. Годовое и сезонное распределение медведей по абсолютным высотам изучали в Кроноцком заповеднике, бассейнах рек Камчатка и Тигиль (Камчатка), Восточном Сахалине и Среднем Сихотэ-Алине с помощью GPS-телеметрии. Наблюдение за 14 бурыми медведями, оснащенными спутниковыми ошейниками, вели в 2005–2018 гг. В течение года медведи использовали высоты с медианами от 41 (самка на Восточном Сахалине) до 648 м над ур. м. (самка в Кроноцком заповеднике). Самки на Восточном Сахалине использовали относительно меньшие высоты, чем самки в Кроноцком заповеднике на Камчатке, что обусловлено различиями в рельефе этих территорий. На Среднем Сихотэ-Алине самцы в течение всего года обитали в зоне кедрово-широколиственных лесов на высоте с медианой 589 м над ур. м. Животные в разные сезоны чаще использовали меньшие высоты по сравнению имеющимися на территории их обитания. Выбор медведями местообитаний с определенными высотами менялся от месяца к месяцу, что определяло вертикальные перемещения животных. Высота расположения берлог в большинстве случаев была больше медиан высот, используемых этими животными как за весь год, так и за сезоны по отдельности. Сезонное высотное распределение имело территориальную специфику и зависело от распределения кормов, а также наличия мест, удобных для устройства берлог.

Ключевые слова: абсолютная высота, ландшафт, телеметрия, хищные млекопитающие, экология животных

Для цитирования: Серёдкин И.В., Петруненко Ю.К. Высотное распределение бурых медведей в четырех регионах Дальнего Востока России // Тихоокеанская география. 2023. № 3. С. 90–100. https://doi.org/10.35735/26870509_2023_15_8.

Altitude distribution of brown bears in four regions of the Russian Far East

Ivan V. SERYODKIN

Candidate of Biological Sciences, Leading research associate
Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia
seryodkinivan@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4054-9236>

Yuri K. PETRUNENKO

Candidate of Biological Sciences, Research associate
Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia
yurbarius@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8784-9845>

Abstract. Spatial distribution of animals includes their altitude distribution, which depends at the territorial level on the presented landscapes that are characterized by certain heights due to the features of the relief. In mountainous areas, particularly in the Russian Far East, the altitude distribution of brown bears (*Ursus arctos*) is an important element of their spatial distribution, and knowledge of it has a great importance in the population management of this species. We studied annual and seasonal distribution of bears by altitudes in the Kronotsky Reserve (Kamchatka), Kamchatka and Tigil river basins (Kamchatka), Eastern Sakhalin, and Middle Sikhote-Alin using GPS telemetry. Overall 14 brown bears were equipped with GPS-collars in 2005–2018. Brown bears utilized a broad range of altitudes, occupying habitats including coastal areas, river valleys from lower to upper reaches, foothills, mountain slopes, and ridges. During a year, bears used altitudes with medians ranging from 41 m (female in Eastern Sakhalin) to 648 m (female in Kronotsky Reserve) m above sea level. Females in Eastern Sakhalin used relatively lower altitudes than females in Kamchatka (Kronotsky Reserve), due to differences in the topography of these territories. In the Middle Sikhote-Alin, males inhabited throughout the year in the zone of pine-deciduous forests at an altitude with a median of 589 m above sea level. Animals in different seasons more often used lower altitudes compared to those available in their habitat. The choice of habitats with certain altitudes by bears varied from month to month, which determined the vertical movements of animals. The range of altitudes used and the direction of seasonal vertical movements of a brown bear were dependent on the location of their habitat in relation to the landscape. The altitude of the dens in most cases was higher than the median altitudes used by these animals both for the whole year and for separate seasons. Seasonal altitudinal distribution had a territorial specificity and depended on the distribution of food, as well as the availability of places suitable for dens.

Keywords: absolute height, landscape, telemetry, carnivorous, animal ecology

For citation: Seryodkin I.V., Petrunenko Yu.K. Altitude distribution of brown bears in four regions of the Russian Far East. *Pacific Geography*. 2023;(3):90-100. (In Russ.). https://doi.org/10.35735/26870509_2023_15_8.

Введение

Пространственное распределение наземных животных включает их высотное размещение, зависящее на территориальном уровне от представленных ландшафтов, которые благодаря особенностям рельефа характеризуются определенными высотами [1]. Особенно это актуально в горах, где имеется высотная зональность, выраженная в смене

природных зон и условий по мере возрастания абсолютной высоты. Благодаря высотной поясности в горах животным присущи вертикальные перемещения [2, 3], являющиеся проявлениями их адаптации к сезонным изменениям среды. Животные перемещаются, чтобы получить доступ к кормовым ресурсам, убежищам и для поиска половых партнеров [3]. В отличие от горизонтальных миграций вертикальные перемещения позволяют животным менять требуемые сезонные станции без значительных по протяженности переходов и увеличения размеров участков обитания [4, 5].

Для Дальнего Востока России характерна в основном горная местность [1], которая заселена бурыми медведями (*Ursus arctos*), приспособленными к обитанию в широком высотном диапазоне с различными условиями [6]. Фенологические изменения, последовательно проявляющиеся на разных высотах, способствуют сезонным вертикальным перемещениям медведей.

Целью данной работы являлось выявление особенностей распределения бурых медведей по высоте над уровнем моря на Дальнем Востоке России. Исследование заключалось в вычислении и сравнении показателей годового и сезонного высотного распределения медведей, а также самих высот, на которых расположены их берлоги.

Материалы и методы

Исследования проводили в четырех регионах Дальнего Востока России: в Кроноцком заповеднике на Восточной Камчатке в 2005–2006 гг., в бассейнах рек Камчатка и Тигиль на Камчатке в 2005–2006 гг., на Восточном Сахалине (заказник «Восточный» в 2011–2012 гг. и на Среднем Сихотэ-Алине (Сихотэ-Алинский заповедник и окрестности) в 2011–2018 гг. Для всех регионов характерна горная местность.

На Камчатке помимо приморских и моренных равнин высотой до 300 м широко представлены складчато-глыбовые и вулканические низкогорья, среднегорья и высокогорья со средними высотами 500–1000 м и вершинами, поднимающимися на 2000–2500 м над ур. м. [1]. Местообитания бурого медведя на Камчатке представлены березовыми, пойменными и елово-лиственничными лесами, стланиковыми зарослями, равнинными и горными тундрами.

На Восточном Сахалине присутствуют следующие ландшафты: низменные террасированные морские равнины, складчатые и складчато-глыбовые низко- и среднегорья [1]. Расположенный на территории исследования Набильский хребет имеет вершины, достигающие 1600 м. Господствующей растительной формацией здесь является темнохвойная тайга.

На Среднем Сихотэ-Алине ландшафты представлены в основном низко- и среднегорьями, первые из которых имеют водораздельный уровень с абсолютными отметками 300–800 м, а вторые – 700–1500 м [7]. От морского побережья по мере повышения высоты широколиственные леса сменяются кедрово-широколиственными, а затем темнохвойными лесами.

Наблюдение вели за 14 взрослыми бурыми медведями (табл. 1), оснащенными GPS-ошейниками. Самку № 1 в 2005 г. сопровождали два медвежонка второго года жизни. Самка № 6 до августа 2011 г. ходила вместе с медвежонком третьего года жизни, а в 2012 г. у нее были два медвежонка первого года жизни.

Медведей № 1–7 оснастили ошейниками Lotek GPS 4400 (Lotek Wireless, Онтарио, Канада). Ошейники для медведей № 1–4 запрограммировали на определение своего местонахождения приемником GPS один раз каждые 3 ч, для животных № 5–7 – каждый час. Координаты местоположения животных сохранялись на карте памяти ошейников и были получены после их возвращения наблюдателям. Медведей № 8 и 9 снабдили ошейниками «Пульсар» (ЗАО «ЭС-ПАС», Москва, Россия). Спутниковый ошейник данной модели содержит встроенный приемник GPS, определяющий местонахождение меченого животно-

Таблица 1

Характеристика меченых бурых медведей и данные наблюдения за ними на Дальнем Востоке России

Table 1. Characteristics of collared brown bears and their observational data in the Russian Far East

Номер особи	Пол	Возраст, год*	Масса, кг	Длина тела, см	Дата мечения	Дата окончания слежения	Количество локаций
Кроноцкий заповедник, Камчатка							
1	Самка	8–10	120	176	05.06.2005	06.06.2006	1281
2	Самка	12	150	–	05.06.2005	06.06.2006	1089
Бассейны рек Камчатка и Тигиль, Камчатка							
3	Самка	4	120	165	23.06.2005	22.07.2005	211
4	Самец	5	150	175	23.06.2005	09.05.2006	753
Восточный Сахалин							
5	Самка	4	80	161	21.06.2011	24.08.2012	4022
6	Самка	6–7	108	177	25.06.2011	26.08.2012	4090
7	Самец	8–10	275	219	03.07.2011	27.07.2011	313
Средний Сихотэ-Алинь							
8	Самец	8–10	235	218	23.09.2011	26.10.2011	21
9	Самец	6–7	180	194	12.10.2011	18.11.2011	82
10	Самец	7–8	192	203	28.08.2016	02.05.2017	1588
11	Самец	5	150	191	24.10.2016	23.11.2017	2757
12	Самец	10–15	263	221	10.05.2017	02.10.2017	1521
13	Самец	15–20	304	222	24.05.2017	13.11.2017	1827
14	Самец	10	310	225	22.05.2018	04.08.2018	740

Примечание: * – возраст животных определяли по числу линий прироста в зубном цементе передних премоляров, не несущих функциональную нагрузку, а также по состоянию зубов и степени их истертости.

го, и радиопередатчик, посылающий информацию с географическими координатами на спутники системы Argos. С помощью GPS-ошейников «Пульсар» получали в среднем две локаций в сутки на каждого из животных. Медведи № 10–14 носили ошейники Vectronic GPS PLUS Collar Iridium (Vectronic Aerospace GmbH, Берлин, Германия). Локации определялись приемником GPS 1 раз в 2 ч и передавались наблюдателям через систему спутников Iridium.

Слежение за медведями осуществляли от 25 до 431 дня. В анализе использовали 20295 локаций животных (табл. 1). В качестве сезонов выделены календарные весна, лето и осень. Местоположение каждой берлоги включали в выборки весны и осени только 1 раз.

Для каждой локаций определяли высоту над уровнем моря, используя цифровую модель высот радиолокационной топографической миссии шаттла (Shuttle radar topography mission) с разрешением 30 м [8].

В качестве характеристики множества абсолютных высот использовали медиану, поскольку данные были распределены асимметрично и имелись выбросы. Для статистического анализа было обосновано применение непараметрических критериев. Критерий Шапиро – Уилка и построение гистограмм показали распределение, отличающееся от нормального ($W = 0.499–0.983$; $p < 0.001$). Для выборок, требующих парного сравнения, использован U-критерий Манна – Уитни. Для данных, состоящих из нескольких групп, наличие различий выявили критерием Крускала – Уоллиса, а дальнейшее попарное сравнение выполнили U-критерием Манна – Уитни с поправкой Бонферрони.

Для территорий, ограниченных локациями трех групп животных (самок № 1 и 2 в Кроноцком заповеднике на Камчатке, самок № 5 и 6 на Восточном Сахалине и самцов №

10–13 на Среднем Сихотэ-Алине), для которых имелись полноценные выборки используемых животными высот в течение всех сезонов, рассчитали медианы высот из случайно выбранных растровых ячеек площадью 900 м². Для оценки выбора медведями высот из имеющихся на используемом ими пространстве выборки высот этих трех территорий сравнили с выборками высот, использованных обозначенными группами медведей в течение года, сезонов и месяцев. Из-за неоднородности распределения сезонных данных у особей в выделенных группах анализировали количественно равнозначные выборки использованных высот, которые уравнили для каждого животного по минимальному значению.

Статистический анализ данных проводили в программе R (v. 4.2.0), а графическую обработку и геометрические расчеты – в программе QGIS (v. 3.4.1).

Результаты и обсуждение

Распределение высот нахождения медведей за год

Медианы используемых в течение года высот (когда имеются локации за все сезоны) определены для двух самок из Кроноцкого заповедника, одного самца с территории бассейнов рек Камчатка и Тигиль, двух самок с Восточного Сахалина и четырех самцов со Среднего Сихотэ-Алиня. Наименьшие высоты использовали самки на Восточном Сахалине, а наибольшие – самка № 1 в Кроноцком заповеднике (табл. 2). Медиана высот для двух самок из Кроноцкого заповедника составила 538 м над ур. м., тогда как для двух самок с Восточного Сахалина – 154 м над ур. м. Данный показатель для четырех самцов со Среднего Сихотэ-Алиня составил 526 м над ур. м. Эта высота на Сихотэ-Алине соответствует поясу кедрово-широколиственных лесов [9].

Таблица 2

Распределение используемых мечеными бурыми медведями абсолютных высот во внеберложный и берложный периоды на Дальнем Востоке России

Table 2. Distribution of absolute altitudes used by collared brown bears during non-denning and denning periods in the Russian Far East

Номер особи	Пол	Медиана высот локаций, м над ур. м.				Высота расположения берлоги, м над ур. м.
		Год	Весна	Лето	Осень	
Кроноцкий заповедник, Камчатка						
1	Самка	648	449.5	642	696	820
2	Самка	515	450	513	740	399
Бассейны рек Камчатка и Тигиль, Камчатка						
3	Самка	–	–	307	–	–
4	Самец	282	954	284	276	796
Восточный Сахалин						
5	Самка	184	299	126	221	312
6	Самка	41	40	30	207	261
7	Самец	–	–	5	–	–
Средний Сихотэ-Алинь						
8	Самец	–	–	–	583	–
9	Самец	–	–	–	521	–
10	Самец	582	753	582	537	796
11	Самец	625	590,5	672	605	624
12	Самец	375	309	420	252	–
13	Самец	449	582	424	453	–
14	Самец	–	505	460	–	–

В Кроноцком заповеднике самки медведей обитали на территории с медианой абсолютных высот 708 м, самки на Восточном Сахалине – 267 м, а самцы на Среднем Сихотэ-Алине – 589 м. Во всех трех случаях реально используемые медведями в течение всего года высоты были меньше имеющихся на этих территориях высот ($U = 9.9\text{--}25.1$; $df = 1414\text{--}3634$; $p < 0.001$).

Использование медведями пространства, характеризующегося определенными высотами в течение года, несомненно, зависит от регионального ландшафта, в пределах которого обитают особи или их группировки. Поскольку такие регионы, как п-ов Камчатка, о-в Сахалин и горная система Сихотэ-Алинь почти полностью заселены бурыми медведями [6], а их рельеф имеет разные высотные уровни [1], соответственно и участки обитания животных в разных частях Дальнего Востока России расположены в местах с различным спектром абсолютных высот.

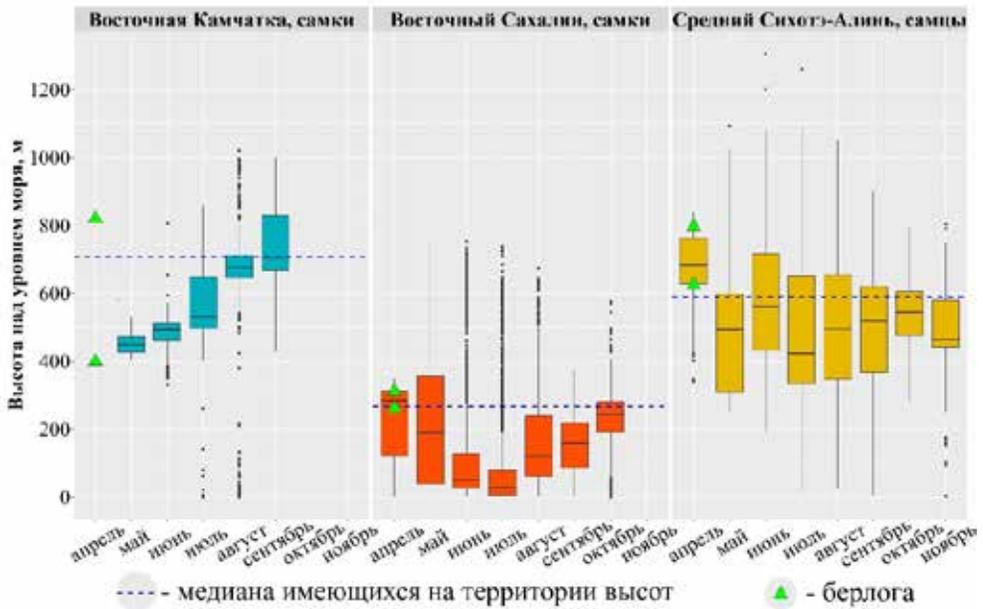
Ареал бурого медведя представлен разнообразными ландшафтами с большим диапазоном абсолютных высот: от морского побережья до высокогорий [10]. На побережье Тихого, Атлантического и Северного Ледовитого океанов местообитания медведей начинаются с нулевого высотного уровня. На северо-востоке Дальнего Востока в горно-тундровых низкогорных ландшафтах животные обитают на высоте 50–300 м [11]. На Памире, Тянь-Шане и Гималаях имеются высокогорные популяции, где бурые медведи осваивают высоты до 4–5 тыс. м [12, 13].

Сезонное распределение высот нахождения медведей

В Кроноцком заповеднике для двух самок медианы высот составили 450, 530 и 742 м над ур. м. для весны, лета и осени соответственно. Данный показатель рассчитали также для двух самок с Восточного Сахалина: весна – 214, лето – 51, осень – 218 м над ур. м. На Среднем Сихотэ-Алине медиана высот для самцов весной была равна 578, летом – 502 и осенью – 497 м над ур. м. Для всех трех региональных групп животных выявлена достоверная разница имеющихся и использованных медведями высот весной, летом и осенью ($U = 2.5\text{--}54.6$; $df = 401\text{--}11191$; $p \leq 0.01$). При этом только в Кроноцком заповеднике осенью использованные самками высоты превышали имеющиеся на территории. В остальные сезоны в Кроноцком заповеднике, на Восточном Сахалине и Среднем Сихотэ-Алине медведи выбирали меньшие высоты по сравнению с выборкой существующих на этих территориях высот.

Помесячное распределение медиан высот, на которых были расположены локации медведей, демонстрирует сезонные тенденции выбора медведями высот (см. рис.), а сравнение этих значений оказалось достоверным для Кроноцкого заповедника ($X^2 = 1215$; $df = 4$; $p < 0,001$), Восточного Сахалина ($X^2 = 1596$; $df = 6$; $p < 0.001$) и Среднего Сихотэ-Алиня ($X^2 = 526$; $df = 7$; $p < 0,001$). В Кроноцком заповеднике достоверная разница в использованных высотах для самок была между всеми парами месяцев внеберложного периода ($U = 6.8\text{--}52.6$; $df = 441\text{--}818$; $p < 0.001$), при этом медианы высот увеличивались с каждым месяцем от мая до сентября (см. рис.). На Восточном Сахалине используемые самками высоты в апреле были достоверно больше, чем в июне – сентябре ($U = 6.5\text{--}13.6$; $df = 270\text{--}349$; $p < 0.001$), в мае – больше, чем в июне – сентябре ($U = 5.5\text{--}10.8$; $df = 456\text{--}525$; $p < 0.001$), а в июле меньше, чем в каждом из месяцев с августа по октябрь ($U = 11.7\text{--}28.2$; $df = 2722\text{--}3348$; $p < 0.001$). На Среднем Сихотэ-Алине самцы в апреле использовали большие высоты по сравнению со всеми остальными месяцами ($U = 12.8\text{--}25.9$; $df = 380\text{--}1388$; $p < 0.001$), в июне – по сравнению с маем – ноябрем ($U = 5.3\text{--}13.1$; $df = 394\text{--}2300$; $p < 0.001$), в августе и октябре – с июлем ($U = 3.4\text{--}6.9$; $df = 1570\text{--}22112$; $p < 0.001$), а также в октябре по сравнению с сентябрем и ноябрем ($U = 5.9\text{--}9.0$; $df = 595\text{--}1714$; $p < 0.001$).

Максимальные высоты над уровнем моря, на которых присутствовали наблюдавшиеся медведи, были следующими: 1022 м среди самок в Кроноцком заповеднике (особь № 2 в августе), 1109 м у самца № 4, обитавшего в бассейнах рек Камчатка и Тигиль (в марте),



Помесячное распределение абсолютных высот, использованных бурыми медведями на Дальнем Востоке России

Monthly distribution of absolute heights used by brown bears in the Russian Far East

752 м среди самок на Восточном Сахалине (особь № 1 в июне). На Среднем Сихотэ-Алине медведи не избегали абсолютных высот свыше 1000 м во все сезоны. Так, самец № 9 на высоте 1421 м находился в октябре, самец № 13 – на высоте 1306 м в июне, самец № 11 – на высоте 1093 м в мае, а самец № 10 – на высоте 1002 м в декабре. При этом высота в 1514 м была максимальной на территории, осваиваемой мечеными самцами на Сихотэ-Алине. Самки как на Камчатке (Кроноцкий заповедник), так и на Восточном Сахалине не использовали верхний высотный пояс на территориях, ограниченных участками их обитания. Максимальные абсолютные высоты насчитывали 2237 и 889 м на этих двух территориях соответственно.

Результаты демонстрируют, что в разных районах исследования использование медведями местообитаний в разновысотных элементах рельефа носит сезонный характер, но тенденции на разных территориях не одинаковы. Это обусловлено в первую очередь особенностями сезонной смены кормов, а также временным пребыванием животных вблизи берложных стаций в весенний и позднесенний периоды.

На Восточном Сахалине самки медведей использовали наименьшие высоты летом, поскольку в это время питались лососями на побережье в устье р. Венгери, а также в нижнем ее течении [14], где высота над уровнем моря небольшая. По этой же причине для самца № 7 летом используемые высоты имели минимальную медиану в сравнении со всеми остальными медведями (табл. 2). Подобная ситуация, когда летом медведи спускаются с гор для питания лососями, наблюдается на Аляске [15–17]. Осенью как на Восточном Сахалине, так и на Камчатке медведи потребляют меньше лососей и переходят на питание орехами кедрового стланика, который произрастает на горных склонах и хребтах на больших высотах. На Среднем Сихотэ-Алине сравнительно близкие значения медиан высот в разные сезоны объясняются относительно равномерным сезонным распределением кормов, важнейшее значение среди которых кроме травы имеют орехи сосны корейской, желуди дуба монгольского и ягоды брусники [18].

Особенностью образа жизни бурых медведей в горах являются сезонные высотные перемещения, имеющие в ряде регионов признаки миграций. В горах животные используют

главным образом лесной пояс, откуда периодически, в зависимости от высоты снежного покрова и сезонного распределения кормов, переходят вверх в альпийский пояс или вниз в предгорья [19]. Такие закономерности высотного распределения медведей описаны для Карпат [20], Кавказа [21], Саян [22], севера Дальнего Востока [11] и других регионов.

Высота расположения берлог

Высота над уровнем моря была определена для берлог семи меченых медведей. У пяти из них (самка № 1 и самец № 4 на Камчатке, самки № 5 и № 6 на Восточном Сахалине и самец № 10 на Среднем Сихотэ-Алине) высота расположения берлог была больше медиан высот, используемых этими животными за весь год и за все сезоны по отдельности (см. табл. 2, рис.). Расширенные выборки данных о размещении берлог медведей из двух районов исследования также указывают на их относительно высокое расположение и предпочтение устраивать их на склонах верхних частей сопок. В Кроноцком заповеднике медвежьих берлоги располагались в среднем на высоте 513 м над ур. м. [23], а на Среднем Сихотэ-Алине зимние убежища самцов – в среднем на высоте 872 м над ур. м. [24]. Известно, что на Сихотэ-Алине медведи, в большей степени самцы, выбирают места для берлог на относительно удалении от предпочитаемых ими внеберложных мест обитания [25].

В одних и тех же регионах берлоги бурых медведей располагаются в широком диапазоне абсолютных высот. На тихоокеанском о-ве Кадьяк берложные местообитания преобладают на высотах 300–760 м [26], на Украинских Карпатах – 500–1200 м [27], на Алтае и в Саянах – 800–2200 м [28], а на Кавказе – 800–2900 м [21].

Бурые медведи, обитающие в высокогорье, могут устраивать берлоги на значительных высотах. Так, в Скалистых горах в штате Монтана (США) большая часть берлог расположена в диапазоне высот от 2050 до 2500 м над ур. м. [29]. В Йеллоустонском национальном парке медведи зимуют на высоте 2000–3050 м, при этом скопление берлог наблюдается в диапазоне 2450–2750 м над ур. м. [30]. На Тянь-Шане и Джунгарском Алатау берлоги находятся на высоте 2000–3500 м, а на Памире – 3600–4000 м над ур. м. [12]. Расположение берлог на возвышенных и относительно крутых склонах обусловлено наличием в таких местах пригодных условий для устройства медведями долговременных убежищ: хорошего дренажа грунта; более длительного периода устойчивого снежного покрова, имеющего изолирующие свойства; длительную задержку снега, заполняющего чело убежища; наличие относительно глубокого слоя грунта над камерой берлоги, что создает большую теплоизоляцию и дополнительную защиту от обрушения [24, 29–32].

Заключение

Бурые медведи используют большой диапазон высот, осваивая местообитания морского побережья, долин рек от нижнего до верхнего течения, предгорий, горных склонов и хребтов. Выбор животными местообитаний с определенными высотными характеристиками носит сезонный характер. Сезонное высотное распределение имеет территориальную специфику и зависит от распределения кормов, а также наличия мест, удобных для устройства берлог. От расположения участка обитания медведя по отношению к ландшафту зависит диапазон используемых высот и направленность вертикальных сезонных перемещений особи.

Литература

1. Исаченко А.Г. Ландшафты СССР. Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1985. 320 с.
2. Барабаш-Никифоров И.И., Формозов А.Н. Терриология. М.: Высшая школа, 1963. 396 с.

3. John C., Post E. Seasonality, niche management and vertical migration in landscapes of relief // *Ecography*. 2022. e05774.
4. Körner C. The use of 'altitude' in ecological research // *Trends in Ecology and Evolution*. 2007. Vol. 22. P. 569–574.
5. Klings D.H., Scheffers B.R. Microgeography, not just latitude, drives climate overlap on mountains from tropical to polar ecosystems // *American Naturalist*. 2020. Vol. 197. P. 75–92.
6. Медведи: бурый медведь, белый медведь, гималайский медведь / под ред. М.А. Вайсфельда, И.Е. Честина. М.: Наука, 1993. 519 с.
7. Ветренников В.В. Геологическое строение Сихотэ-Алинского заповедника и Центрального Сихотэ-Алиня. Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1976. 167 с.
8. NASA Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Global. Distributed by OpenTopography. 2013. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.5069/G9445JDF> (дата обращения: 20.02.2023).
9. Растения, грибы и лишайники Сихотэ-Алинского заповедника / под ред. Е.А. Пименовой. Владивосток: Дальнаука, 2016. 557 с.
10. Bears of the World: Ecology, Conservation and Management / eds V. Penteriani, M. Melletti. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. 406 p.
11. Железнов Н.К. Пространственная структура населения бурых медведей на северо-востоке и Камчатке // *Медведи в СССР*. Новосибирск: Наука, 1991. С. 190–211.
12. Жиряков В.А., Грачев Ю.А. Бурый медведь. Центральная Азия и Казахстан // *Медведи: бурый медведь, белый медведь, гималайский медведь*. М.: Наука, 1993. С. 170–206.
13. Nawaz M.A., Swenson J.E., Zakaria V. Pragmatic management increases a flagship species, the Himalayan brown bears, in Pakistan's Deosai National Park // *Biological Conservation*. 2008. Vol. 141. P. 2230–2241.
14. Серёдкин И.В., Лисицын Д.В., Борисов М.Ю. Изучение бурого медведя на Сахалине // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2012. Т. 14, № 1 (8). С. 1925–1928.
15. Schoen J.W., Lentfer J.W., Beier L. Differential distribution of brown bears on Admiralty Island, Southeast Alaska: a preliminary assessment // *International Conference on Bear Research and Management*. 1986. Vol. 6. P. 1–5.
16. Belant J.L., Follmann E.H. Sampling considerations for American black and brown bear home range and habitat use // *Ursus*. 2002. Vol. 13. P. 299–315.
17. Collins G.H., Kovach S.D., Hinkes M.T. Home range and movements of female brown bears in southwestern Alaska // *Ursus*. 2005. Vol. 16, N 2. P. 181–189.
18. Серёдкин И.В. Сравнительный анализ спектров питания бурого и гималайского медведей на Среднем Сихотэ-Алине // *Известия Иркутского государственного университета. Серия «Биология. Экология»*. 2015. Т. 14. С. 32–38.
19. Тихонов А.Н. Систематика, биология и экология бурого медведя гор СССР // *Экология медведей*. Новосибирск: Наука, 1987. С. 6–12.
20. Pop I.M., Bereczky L., Chiriac S., Iosif R., Nita A., Popescu V.D., Rozyłowicz L. Movement ecology of brown bears (*Ursus arctos*) in the Romanian Eastern Carpathians // *Nature Conservation*. 2018. Vol. 26. P. 15–31.
21. Кудакин А.Н., Честин И.Е. Бурый медведь. Кавказ // *Медведи: бурый медведь, белый медведь, гималайский медведь*. М.: Наука, 1993. С. 136–170.
22. Зырянов А.Н. Биотопическое размещение и поведение бурого медведя в Саянах // *Медведи в СССР*. Новосибирск: Наука, 1991. С. 171–181.
23. Seryodkin I.V., Zhakov V.V., Paczkowski J. Brown bear (*Ursus arctos*) (Carnivora, Mammalia) dens of the Kronotsky Nature Reserve // *Поволжский экологический журн*. 2018. № 1. С. 101–105.
24. Seryodkin I.V., Kostyria A.V., Goodrich J.M., Miquelle D.G., Smirnov E.N., Kerley L.L., Quigley H.B., Hornocker M.G. Denning ecology of brown bears and Asiatic black bears in the Russian Far East // *Ursus*. 2003. Vol. 14, N 2. P. 153–161.
25. Seryodkin I.V., Paczkowski J., Goodrich J.M., Petrunenko Y.K. Locations of dens with respect to space use, pre- and post-denning movements of brown bears in the Russian Far East // *Nature Conservation Research*. 2021. Vol. 6, N 3. P. 97–109.
26. Lentfer J.W., Hensel R.J., Miller L.H., Glenn L.P., Berns V.D. Remarks on denning habits of Alaska brown bears // *International Conference on Bear Research and Management*. 1972. Vol. 2. P. 125–132.
27. Слободян А.А. Бурый медведь. Украина // *Медведи: бурый медведь, белый медведь, гималайский медведь*. М.: Наука, 1993. С. 67–91.
28. Собанский Г.Г., Завацкий Б.П. Бурый медведь. Алтай и Саяны // *Медведи: бурый медведь, белый медведь, гималайский медведь*. М.: Наука, 1993. С. 214–249.
29. Servheen C., Klaver R. Grizzly bear dens and denning activity in the Mission and Rattlesnake Mountains, Montana // *International Conference on Bear Research and Management*. 1983. Vol. 5. P. 201–207.
30. Judd S.L., Knight R.R., Blanchard B.V. Denning of grizzly bears in the Yellowstone National Park area // *International Conference on Bear Research and Management*. 1986. Vol. 6. P. 111–117.
31. Vroom G.W., Herrero S., Ogilvie R.T. The ecology of winter den sites of grizzly bears in Banff National Park, Alberta // *International Conference on Bear Research and Management*. 1980. Vol. 4. P. 321–330.

32. Eriksen A., Wabakken P., Maartmann E., Zimmermann B. Den site selection by male brown bears at the population's expansion front // PLoS ONE. 2018. Vol. 13, N 8. e0202653.

References

1. Isachenko, A.G. USSR Landscapes. Leningrad University Press: Leningrad, Russia, 1985; 320 p. (In Russian)
2. Barabash-Nikiforov, I.I.; Formozov, A.N. Teriology. Vysshaya shkola: Moscow, Russia, 1963; 396 p. (In Russian)
3. John, C.; Post, E. Seasonality, Niche Management and Vertical Migration in Landscapes of Relief. *Ecography*. 2022, e05774.
4. Körner, C. The Use of 'Altitude' in Ecological Research. *Trends in Ecology and Evolution*. 2007, 22, 569-574.
5. Klings, D.H.; Scheffers, B.R. Microgeography, Not Just Latitude, Drives Climate Overlap on Mountains from Tropical to Polar Ecosystems. *American Naturalist*. 2020, 197, 75-92.
6. Bears: brown bear, polar bear, Asian black bear / eds. M.A. Vaisfeld, I.E. Chestin. Nauka: Moscow, Russia, 1993; 519 p. (In Russian)
7. Vetrennikov, V.V. Geological Structure of the Sikhote-Alin Reserve and Central Sikhote-Alin. Far Eastern Book Publishing House: Vladivostok, Russia, 1976; 167 p. (In Russian)
8. NASA Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Global. Distributed by OpenTopography, 2013. Available online: <https://doi.org/10.5069/G9445JDF> (accessed on 20 February 2023).
9. Plants, fungi and lichens of the Sikhote-Alin Reserve / ed. E.A. Pimenova. Dalnauka, Moscow, Russia, 2016; 557 p. (In Russian)
10. Bears of the world: ecology, conservation and management / eds. V. Penteriani, M. Melletti. Cambridge University Press: Cambridge, 2021; 406 p.
11. Zhelezov, N.K. Spatial Structure of the Population of Brown Bears in the Northeast and Kamchatka. In *Bears in the USSR*. Nauka: Novosibirsk, Russia, 1991, 190-211. (In Russian)
12. Zhiryakov, V.A.; Grachev, Y.A. The Brown Bear. Central Asia and Kazakhstan. In *Bears: Brown Bear, Polar Bear, Asian Black Bear*. Nauka: Moscow, Russia, 1993, 170-206. (In Russian)
13. Nawaz, M.A.; Swenson, J.E.; Zakaria, V. Pragmatic Management Increases a Flagship Species, the Himalayan Brown Bears, in Pakistan's Deosai National Park. *Biological Conservation*. 2008, 141, 2230-2241.
14. Seryodkin, I.V.; Lisitsyn, D.V.; Borisov, M.Y. Study of Brown Bear at Sakhalin. *Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2012, 14, 1(8), 1925-1928. (In Russian)
15. Schoen, J.W.; Lentfer, J.W.; Beier, L. Differential Distribution of Brown Bears on Admiralty Island, Southeast Alaska: a Preliminary Assessment. *International Conference on Bear Research and Management*. 1986, 6, 1-5.
16. Belant, J.L.; Follmann, E.H. Sampling Considerations for American Black and Brown Bear Home Range and Habitat Use. *Ursus*. 2002, 13, 299-315.
17. Collins, G.H.; Kovach, S.D.; Hinkes, M.T. Home Range and Movements of Female Brown Bears in Southwestern Alaska. *Ursus*. 2005, 16(2), 181-189.
18. Seryodkin, I.V. Diet Composition of Brown Bear and Asiatic Black Bear in the Middle Sikhote-Alin (Russian Far East): Comparative Study. *The Bulletin of Irkutsk State University». Series "Biology. Ecology"*. 2015, 14, 32-38. (In Russian)
19. Tikhonov, A.N. Systematics, biology and ecology of the brown bear in the mountains of the USSR. In *Bears Ecology*. Nauka: Novosibirsk, Russia, 1987, 6-12. (In Russian)
20. Pop, I.M.; Bereczky, L.; Chiriac, S.; Iosif, R.; Nita, A.; Popescu, V.D.; Rozyłowicz, L. Movement Ecology of Brown Bears (*Ursus Arctos*) in the Romanian Eastern Carpathians. *Nature Conservation*. 2018, 26, 15-31.
21. Kudaktin, A.N.; Chestin, I.E. The Brown Bear. The Caucasus. In *Bears: Brown Bear, Polar Bear, Asian Black Bear*. Nauka: Moscow, Russia, 1993, 136-170. (In Russian)
22. Zyryanov, A.N. Habitat Distribution and Behavior of the Brown Bear in the Sayan Mountains. In *Bears in the USSR*. Nauka: Novosibirsk, Russia, 1991, 171-181. (In Russian)
23. Seryodkin, I.V.; Zhakov, V.V.; Paczkowski, J. Brown Bear (*Ursus Arctos*) (Carnivora, Mammalia) Dens of the Kronotsky Nature Reserve. *Povolzhskiy Journal of Ecology*. 2018, 1, 101-105.
24. Seryodkin, I.V.; Kostyria, A.V.; Goodrich, J.M.; Miquelle, D.G.; Smirnov, E.N.; Kerley, L.L.; Quigley, H.B.; Hornocker, M.G. Denning Ecology of Brown Bears and Asiatic Black Bears in the Russian Far East. *Ursus*. 2003, 14(2), 153-161.
25. Seryodkin, I.V.; Paczkowski, J.; Goodrich, J.M.; Petrunenko, Y.K. Locations of Dens with Respect to Space Use, Pre- and Post-Denning Movements of Brown Bears in the Russian Far East. *Nature Conservation Research*. 2021, 6(3), 97-109.
26. Lentfer, J.W.; Hensel, R.J.; Miller, L.H.; Glenn, L.P.; Berns, V.D. Remarks on Denning Habits of Alaska Brown Bears. *International Conference on Bear Research and Management*. 1972, 2, 125-132.
27. Slobodyan, A.A. The Brown Bear. Ukraine. In *Bears: Brown Bear, Polar Bear, Asian Black Bear*. Nauka: Moscow, Russia, 1993, 67-91. (In Russian)

28. Sobanskii, G.G.; Zavatskii, B.P. The Brown Bear. The Altai and Sayan. In *Bears: Brown Bear, Polar Bear, Asian Black Bear*. Nauka: Moscow, Russia, 1993, 214-249. (In Russian)
29. Servheen, C.; Klaver, R. Grizzly Bear Dens and Denning Activity in the Mission and Rattlesnake Mountains, Montana. *International Conference on Bear Research and Management*. 1983, 5, 201-207.
30. Judd, S.L.; Knight, R.R.; Blanchard, B.V. Denning of Grizzly Bears in the Yellowstone National Park Area. *International Conference on Bear Research and Management*. 1986, 6, 111-117.
31. Vroom, G.W.; Herrero, S.; Ogilvie, R.T. The Ecology of Winter Den Sites of Grizzly Bears in Banff National Park, Alberta. *International Conference on Bear Research and Management*. 1980, 4, 321-330.
32. Eriksen, A.; Wabakken, P.; Maartmann, E.; Zimmermann, B. Den Site Selection by Male Brown Bears at the Population's Expansion Front. *PLoS ONE*. 2018, 13(8), e0202653.

Статья поступила в редакцию 27.01.2023; одобрена после рецензирования 15.02.2023; принята к публикации 21.02.2023.

The article was submitted 27.01.2023; approved after reviewing 15.02.2023; accepted for publication 21.02.2023.



Адрес редакции:

690041, Владивосток, ул. Радио, 7, каб. 215
тел. +7 (423) 232-06-46
E-mail: pac_geogr@tigdvo.ru
<http://tigdvo.ru/zhurnal-tihookeanskaya-geografiya/>

Издатель:

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки
Тихоокеанский институт географии
Дальневосточного отделения
Российской академии наук
690041, Владивосток, ул. Радио, 7
Тел. +7 (423) 232-06-72

Выход в свет 29.09.2023 г.

Формат 70 × 108/16

Усл. печ. л. 8,8

Уч.-изд. л. 8,02

Тираж 100 экз. Заказ 12

Цена свободная

Отпечатано:

ИП Мироманова И.В.

690106 г. Владивосток, ул. Нерчинская, 42-102