

ISSN 2687-0509

ТИХООКЕАНСКАЯ ГЕОГРАФИЯ



4(8).2021

ТИХООКЕАНСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Научный журнал

Учредитель

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

1 (9). 2022

Журнал основан в 2020 г.

Выходит 4 раза в год

СОДЕРЖАНИЕ

Тихоокеанскому институту географии ДВО РАН – 50 лет

ЖАРИКОВ В.В. Развитие ландшафтного подхода к изучению подводных геосистем в Тихоокеанском институте географии	5
ОСИПОВ С.В., ПАНИЧЕВ А.М., СЕРЁДКИН И.В., РАЗЖИГАЕВА Н.Г., ГАНЗЕЙ Л.А., ЧЕРНОВА Е.Н. Ландшафтно-экологические исследования в Тихоокеанском институте географии ДВО РАН	18

Изучение территориальных социально-экономических систем их компонентов

ВАРДОМСКИЙ Л.Б. Особый режим как фактор экономического развития Калининградской области в меняющихся внешних условиях	35
---	----

Изучение природных геосистем и их компонентов

КОЛОМЫЦ Э.Г. Экспериментальные ландшафтно-экологические исследования в Тихоокеанской переходной зоне Азиатской России: предпосылки научного поиска. Часть 1	45
КРАСНОЯРОВА Б.А., ВИНУКОВ Ю.И., ПУЗАНОВ А.В. Трансграничный Иртыш: особенности национального водопользования и международное сотрудничество	59
НЕВСКИЙ В.Н. Картографирование опасных геоморфологических процессов в прибрежной зоне островов залива Петра Великого (Приморский край) на основе комплексной морфогенетической легенды	68

Хроника

Плейстоценовый парк в устье Колымы. Зимов С.А.	78
Четвертое Сессия Ассоциации по исследованию водных ресурсов Северо-Восточной Азии. Горбатенко Л.В.	83

Памяти коллеги

Памяти Семкина Бориса Ивановича. Варченко Л.И., Петропавловский Б.С.	85
---	----

Правила для авторов	87
---------------------------	----

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

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)
Пинюй 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 Цзилинь	–	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

1 (9). 2022

Founder

Pacific Geographical Institute
Far Eastern Branch
Russian Academy of Sciences

The journal was found in 2020

Periodicity – 4 times a year

CONTENTS

50 years of Pacific Geographical Institute, FEB RAS

ZHARIKOV V.V. Development of a landscape approach to the study of underwater geosystems at the Pacific Geographical Institute FEB RAS	5
OSIPOV S.V., PANICHEV A.M., SERYODKIN I.V., RAZJIGAEVA N.G., GANZEY L.A., CHERNOVA E.N. Landscape-ecological studies in the Pacific Geographical Institute FEB RAS .	18

Examination of the territorial socioeconomic structures and their components

VARDOMSKIY L.B. Special regime as a factor in the economic development of the Kaliningrad region in changing external conditions	35
--	----

Examination of the natural geosystems and their components

KOLOMYTS E.G. Experimental landscape-ecological studies in the Pacific transition zone of Asiatic: background of scientific search. Part 1	45
KRASNOYAROVA B.A., VINOKUROV Yu.I., PUZANOV A.V. Cross-border Irtysh: feature of national water use and international cooperation	59
NEVSKY V.N. Mapping of dangerous geomorphic processes in the coastal zone of the islands of Peter the Great Bay (Primorskii Krai) on the complex morphogenetic base	68

Chronic

Pleistocene Park at the mouth of the Kolyma river. <i>Zimov S.A.</i>	78
The Fourth Meeting of the Northeast Asia Water Research Association. <i>Gorbatenko L.V.</i>	83

In memory of colleague

In memory of Semkin Boris Ivanovich. <i>Varchenko L.I., Petropavlovsky B.S.</i>	85
---	----

Instructions for authors	87
--------------------------------	----

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.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) |



Развитие ландшафтного подхода к изучению подводных геосистем в Тихоокеанском институте географии

Василий Валерьевич ЖАРИКОВ

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия
zhar@tigdvo.ru

Аннотация. Статья представляет собой обзор исследований ТИГ ДВО РАН в области подводных ландшафтов. Рассмотрены методы исследований, направленные на познание пространственной структуры, развития и динамики донных природных комплексов. Показано, что дистанционные методы в комбинации с полевыми наблюдениями, геоинформационными технологиями и моделированием составляют основу этого динамично развивающегося направления исследований. Анализ общих черт композиции морских мелководий привел к типизации подводных ситуаций и разработке типологической номенклатуры. Приведены примеры анализа структуры подводных ландшафтов и их динамики; установлены механизмы изменчивости и устойчивости подводных ландшафтов при антропогенном воздействии; обоснована целесообразность эколого-ландшафтного мониторинга морских мелководий. Результаты исследований отразили существование территориально-акваториальных природных систем или береговых геоструктур, целостность которых обусловлена потоками вещества и энергии в прибрежно-морской зоне. Конфликтные ситуации связаны с приоритетами освоения ресурсов, уязвимостью ландшафтов, а также трансграничным положением береговых геоструктур. Оптимизация природопользования возможна на основе морского пространственного планирования. Перспективы исследований связаны со стационарными исследованиями и моделированием динамики гидродинамических и биогеохимических параметров геосистем. Сопряжение картографических данных с результатами измерений и моделирования позволяет выйти на новый уровень понимания закономерностей функционирования природных систем прибрежно-морской зоны. В области практических приложений стоит задача предоставления базовой эколого-географической информации для целей морского пространственного планирования. Решение этих задач предусматривает приток новых научных кадров, подготовленных по современным учебным программам, разработанным с учетом современных и перспективных проблем прибрежно-морской зоны.

Ключевые слова: морской ландшафт, геосистема, морское ландшафтоведение, прибрежно-морская зона, картографирование.

Для цитирования: Жариков В.В. Развитие ландшафтного подхода к изучению подводных геосистем в Тихоокеанском институте географии // Тихоокеанская география. 2022. № 1. С. 5–17. https://doi.org/10.35735/26870509_2022_9_1.

Development of a landscape approach to the study of underwater geosystems at the Pacific Geographical Institute FEB RAS

VASILII V. ZHARIKOV

Pacific Geographical Institute of the FEB RAS, Vladivostok, Russia, zhar@tigdvo.ru

Abstract. The article presents a review of PGI FEB RAS research in the field of underwater landscapes. Research methods aimed at understanding the spatial structure, development and dynamics of bottom natural complexes are considered. Remote sensing methods in combination with field observations, geoinformation technologies and modeling form the basis for this dynamically developing area of research. An analysis of the common features of the composition of marine shallow waters led to the typification of underwater cases and to the development of a typological nomenclature. The examples of analysis of the structure of underwater landscapes and their dynamics are given. The mechanisms of variability and stability of underwater landscapes under anthropogenic impact have been established. The expediency of ecological and landscape monitoring of marine shallow waters is substantiated. The research results reflected the existence of territorial-aquatorial natural systems or coastal geo-structures, the integrity of which is determined by the flows of matter and energy in the coastal-marine zone. Conflict situations stem from resources exploitation priorities, landscape vulnerability, as well as the transboundary position of coastal geo-structures. Optimization of natural resources management is possible through marine spatial planning. Prospects for further research are associated with the stationary studies and modeling of the dynamics of hydrodynamic and biogeochemical parameters of geosystems. The conjugation of cartographic data with the results of measurements and modeling make possible to reach a new level of understanding of the patterns of functioning of natural systems in the coastal-marine zone. As to the field of practical applications, the task is to provide basic ecological-geographical information for the purposes of marine spatial planning. To solve these problems, an influx of new scientific personnel trained according to modern curricula, including the analysis of modern and future problems of the coastal-marine zone, is required.

Keywords: underwater landscape, geosystem, marine landscape science, coastal-marine zone, mapping.

For citation: Zharikov V.V. Development of a landscape approach to the study of underwater geosystems at the Pacific Geographical Institute FEB RAS. *Pacific Geography*. 2022; (1): 5–17. (In Russ.). https://doi.org/10.35735/26870509_2022_9_1

Введение

Историческим и методологическим аспектам развития идеи целостности ландшафтной сферы, приведшим в середине XX в. к распространению понятия «ландшафт» на морские акватории, как и этапам эволюции представлений о подводных ландшафтах и геосистемах, посвящены достаточно многочисленные обзорные публикации [1–3 и др.]. При всем разнообразии рассматриваемых позиций авторы сходятся во мнении о том, что формирование подводного ландшафтоведения как нового научного направления является вполне естественным этапом развития физической географии.

В Тихоокеанском институте географии подводные ландшафты прибрежно-морской зоны стали изучаться с начала 1980-х гг. Тогда на основе группы исследователей во главе с молодым доктором наук Б.В. Преображенским, перешедшей из Института биологии моря, была создана лаборатория морских ландшафтов. Ее лидеру удалось убедить дирек-

тора института Г.И. Худякова в целесообразности формирования нового направления исследований и соответствующего структурного подразделения. Тогда же были определены цели, намечены методологические подходы и сформулированы первоочередные задачи лаборатории, связанные с типизацией и классификацией подводных геосистем, выявлением особенностей их структуры, функционирования и географического распределению ландшафтов [2].

Целью статьи являются краткий обзор становления направления исследований и результатов выполненных работ.

Материалы, методы и исполнители исследований

В природных системах суши и моря по-разному происходят процессы обмена веществом и энергией, взаимодействие живой и косной компонент. Эти различия, обусловленные, в первую очередь, спецификой водной среды, настолько глубоки, что буквальный перенос положений классического ландшафтоведения в практику подводных исследований не казался бесспорным по логической структуре [3]. Тем не менее развиваемый в ТИГ ДВО РАН подход к изучению морских геосистем связан с наземным ландшафтоведением несомненной общностью теоретической основы, позволяющей вести исследования с использованием методологического каркаса традиционной географической дисциплины.

Представление о пространственной структуре подводных геосистем обобщается при картографировании, при этом применяется специальное оборудование и снаряжение. Использование легководолазной техники стало одним из основных методов проведения исследований [4]. С момента формирования лаборатории организацией водолазных спусков и их техническим обеспечением занимались А.М. Мурахвер и Н.А. Иванов. Александр Мурахвер еще в 1975 г. в составе группы аквалангистов достиг дна оз. Байкал на рекордной для тех времен глубине 93 м. Несколько лет спустя во время работ в Тиморском море (банка Фантом) уже в паре с Николаем Ивановым подготовил и в удобный для этого момент провел погружение на 100 м, достигнув основания рифа. Надо сказать, что удобный момент наступил без ведома начальника экспедиции Б.В. Преображенского. Он хотя и наказал нарушителей, временно отстранив от водолажных работ, но ландшафтные описания и фотографии, сделанные во время несанкционированного погружения, включил в отчет об экспедиции, а впоследствии использовал в монографиях о современных рифах [5].

Физико-математическое образование Н. Иванова и давняя, со времен клуба аквалангистов Харьковского университета, увлеченность подводной фотографией позволили ему разработать методику изучения влияния света на формирование у кораллов и собрать уникальные материалы для диссертации на эту тему. Он сконструировал и изготовил множество боксов для фотоаппаратов, видеокамер и измерительных приборов, используемых при подводных исследованиях [6]. На протяжении многих лет в обязанности Н.А. Иванова входило и поддержание в рабочем состоянии всего технического парка лаборатории.

С середины 1980-х гг. водолажную службу возглавил А.Г. Голосеев, получивший квалификацию водолаза I класса и взявший на себя работу по организации спусков и обеспечению безопасности подводных работ в институте. Полевые работы проводились с борта приобретенного и переоборудованного для подводных исследований тунцеловного бота «Каллисто». Выдающиеся мореходные качества бота в постоянной готовности поддерживали бывалые моряки Михаил Гапенко и Владимир Аксук, пришедшие из Управления научно-исследовательского флота Дальневосточного отделения РАН.

Сложнейшим комплексом методических проблем, связанных с алгоритмами описаний ландшафтов, их типологией и организацией работ коллектива водолазов, направленных на выполнение единой задачи, занимался И.С. Арзамасцев [7, 8]. В содружестве с А.М. Мурахвер и они разрабатывали систему визуальных диагностических признаков, оперативно устанавливаемых под водой подготовленным исследователем, и предложили использовать

классификацию гидробионтов по типу питания и местообитания. Для отражения взаимодействия биоты с донными осадками использовались биоконструкционные признаки грунтов, служащие индикатором их ландшафтных и экологических свойств. Группу вистигивитных признаков, связанных со следами жизнедеятельности организмов на дне, изучал С.В. Багиров.

Влиянием океанографических и гидродинамических факторов на формирование подводных ландшафтов первым в лаборатории занялся В.В. Орбов, обеспечивавший гидродинамические измерения в конкретных ландшафтных обстановках и разработавший оригинальные методы фиксации придонных течений [9]. С.М. Шевейко специализировался на выяснении роли известковых водорослей в образовании коралловых рифов и геоботанических методах описания и выделения ландшафтов. Влиянием факторов среды на формирование раковин брюхоногих моллюсков занимался В.М. Савруев [10]. А.М. Лебедев изучал ландшафтные особенности распределения двустворчатых моллюсков и иглокожих и разрабатывал методику эколого-ландшафтного мониторинга их поселений.

Во второй половине 1980-х гг. в лаборатории появились выпускники географического факультета МГУ В.Г. Папунов и Л.В. Дубейковский. Первый из них, получив образование классического ландшафтоведа и обучаясь в заочной аспирантуре под руководством Н.А. Солнцева, исследовал подводные донные комплексы дальневосточных морей и анализировал перспективы их рационального хозяйственного использования [11]. Второй, закончивший МГУ по специальности океанология, рассматривая многокомпонентность и пространственно-временную неоднородность гидродинамического влияния на распределение донных ландшафтов прибрежного морского мелководья, разрабатывал способы оценки динамики вод для решения проблем рационального использования ресурсов и охраны природы прибрежной зоны [12].

На протяжении многих лет в экспедиционных и камеральных работах лаборатории принимал деятельное участие М.Б. Хрубилов. Совместно с Н.А. Ивановым он участвовал в изготовлении боксов для фото- и видеокамер, проводил их подводные испытания и занимался обслуживанием этой техники при проведении полевых картографических работ.

В середине 1990-х гг. в коллективе появились аспиранты В.В. Сергеев и Я.Ю. Блиновская, занявшиеся под руководством Б.В. Преображенского реализацией ландшафтного подхода к изучению прибрежно-морского природопользования. За короткий период В.В. Сергеевым были освоены компьютерные методики картографических работ и основы создания ГИС-проектов. Целеустремленность Я.Ю. Блиновской, ее организаторские способности и огромная трудоспособность обеспечили успешную защиту кандидатской диссертации по теме «Ландшафтная характеристика и оптимизация природопользования в прибрежно-морской зоне залива Посьета» сразу после окончания аспирантуры. Решением широкого спектра научно-методических вопросов, связанных с проблемами комплексного управления береговыми зонами и морского пространственного планирования, в лаборатории начиная с 2012 г. занимается П.С. Сорокин [13, 14]. С 2007 г. в лаборатории работает Е.Д. Иванова. Она изучает влияние природных и антропогенных факторов на морфологию и экологию бентосных фораминифер в отложениях окраинных морей Дальнего Востока, что обеспечивает как современные, так и палеоландшафтные оценки состояния природной среды [15].

С течением времени техническое обеспечение работ лаборатории совершенствовалось. Спутниковые навигационные системы практически полностью решили проблему позиционирования пространственных данных, детально обсуждавшуюся в ранних публикациях [16]. В настоящее время при картографировании подводных ландшафтов применяются GPS-навигаторы, картплоттеры с функцией постоянной записи показаний эхолота. Данные промеров используются для создания цифровых моделей рельефа исследованных участков дна. Крайне сложный и трудоемкий процесс фото- и видеодокументирования подводных работ радикально упростили цифровые камеры, устанавливаемые на планшете или прикрепленные к маске водолаза. Водолазные ландшафтные профили теперь при

необходимости дополняются точечными погружениями компактной кабельной видеокамеры.

Многие задачи сейчас решаются с помощью телеуправляемых аппаратов (ТПА) [17]. Контролируемый с поверхности группой операторов (пилот, навигатор, специалист по видеосъемке) ТПА не только позволяет получать информацию о состоянии подводных объектов в режиме реального времени, но и обеспечивает возможность видеозаписи для последующего детального анализа. Основными факторами, ограничивающими применение таких аппаратов, являются их дороговизна и высокий уровень необходимой логистической поддержки. В последнее десятилетие в подводных исследованиях стали применяться подводные дроны. Их главными преимуществами являются относительно невысокая стоимость, мобильность и простота использования.

Методы дистанционного зондирования, обеспечивающие оперативность и широкий охват районов, перестали быть лишь дополнением к традиционным методам изучения подводных ландшафтов. Сейчас данные дистанционного зондирования (ДДЗ) в комбинации с полевыми наблюдениями и геоинформационными технологиями составляют основу динамично развивающегося направления географических исследований прибрежно-морской зоны. Методы картографирования подводных ландшафтов с использованием ДДЗ сокращают объемы трудоемких и дорогостоящих подводных работ при изучении структуры и динамики донных природных комплексов. Дистанционные данные обеспечивают охват значительных площадей акваторий и периодичность регистрации изменений. Возможности ГИС-технологий, взаимоувязывающих различную пространственную информацию, позволяют провести сопряженный анализ полевых и дистанционных данных, что повышает эффективность картографирования подводных ландшафтов в сравнении с традиционными методами. Реализация этого потенциала потребовала решения серии методических задач, связанных с критериями подбора снимков, разработкой способов визуального дешифрирования и алгоритмов компьютерной обработки данных.

Пространственная структура подводных геосистем является результатом взаимодействия сложного комплекса факторов. Учет их влияния, как и их интегрального воздействия, остается сложной методической задачей, поскольку об эффекте взаимодействия и характере пространственно-временной изменчивости таких параметров, как температура, соленость, скорость течения, содержание растворенного кислорода, обычно известно намного меньше, чем необходимо для понимания закономерностей дифференциации функционирования донных ландшафтов. Именно эти соображения послужили мотивацией применения в этой области математического моделирования и теории вероятностей. Такой подход уже реализован при определении районов размещения плантаций марикультуры и оценке потенциальной продуктивности культивируемых гидробионтов на основе результатов гидродинамического и биогеохимического моделирования.

Результаты и их обсуждение

В лаборатории была разработана система диагностических признаков, охватывающая свойства рельефа, донных осадков, фито- и зообентоса. Она нашла широкое применение в исследованиях пространственной структуры морских геосистем. Признаки как визуальные, так и получаемые при прямых измерениях или моделировании параметров, характеризующих морфолитогенную основу, гидродинамику и биоту, охватывают все единицы пространственной дифференциации геосистем. Анализ общих черт композиции морских мелководий привел к типизации подводных ситуаций и разработке типологической номенклатуры ландшафтов. Сформулированные принципы выделения донных фаций применялись при проведении подводных ландшафтных исследований в Японском, Охотском, Черном и Каспийском морях, а также на коралловых рифах Вьетнама, Сейшельских островов и Австралии. Как показал опыт картографирования, фации, первона-

чально выделенные на ключевых участках, имеют широкое распространение. Так, фации полигона в бухте Витязь (зал. Посьета в Японском море), на котором в начале 1980-х гг. начинали отрабатываться методики картирования ландшафтов с применением водолазной техники [17], впоследствии распознавались практически на всем российском побережье дальневосточных морей, но описывались в различных вариантах. Рифовые фации, первично выделенные на банке Фантом (Тиморское море), как оказалось, имеют физиономические и функциональные аналоги в других районах Тихого и Индийского океанов [18].

Анализ взаимодействия водных масс, рельефа и донных осадков позволил выделить ряды парагенетических ассоциаций подводных фаций. Каждая из этих ассоциаций, объединяющих элементарные геосистемы, характеризуется обобщенными последовательностями, выражающими закономерности расположения фаций по направлению от береговой линии в глубину. Подводные ландшафтные группировки в зонах, обусловленных в первую очередь гидродинамическими характеристиками, хорошо различаются. Для анализа причин этого были разработаны методики расчета величины волнового потока энергии, поступающего в прибрежную зону, и оценки волнодинамической нагрузки на донные геосистемы. Такой подход позволил получить дробную волноэнергетическую классификацию прибрежных акваторий и количественно охарактеризовать влияние гидродинамики на пространственную структуру и функционирование геосистем береговой зоны зал. Петра Великого и входящих в его состав бухт. Характеристики волновой динамики у дна в значительной степени определяются градиентами затухания волнения, следствием чего является преобладающее расположение фаций на подводном склоне в виде сменяющих друг друга полос, ориентированных параллельно береговой линии. На непосредственно прилегающих к береговой линии мелководных участках в результате волновой трансформации пространственная структура донных геосистем приобретает мозаичный характер.

В ходе картографирования подводных ландшафтов с использованием ДДЗ отработаны критерии отбора спутниковых снимков и апробированы методы их обработки, принципы и алгоритмы дешифрования. Исследования показали, что для детального ландшафтного картографирования морских мелководий методами визуального и автоматического дешифрования необходимы мультиспектральные снимки сверхвысокого пространственного разрешения. Использование таких снимков в комбинации с полевыми методами подводного картографирования в бухте Средней (Дальневосточный морской заповедник) позволило установить, что области, для которых возможно надежное дешифрирование данных IKONOS-2, находятся в диапазоне глубин от 0 до 10 м и занимают большую часть бухты. Анализ соответствий между распределением фаций, выделенных экспертным дешифрированием, и результатами автоматической классификации пикселей уточнил контуры ландшафтных выделов [19]. По данным эхолотных промеров, проведенных полевыми работ построена цифровая модель рельефа дна, которая использовалась для радиометрической коррекции данных Landsat при картографировании распределения зарослей морских трав и классификации биотопов Морского заповедника. Выполненный здесь комплекс полевых работ обеспечил не только коррекцию дистанционных данных, но и проверку результатов классификации. Апробированные методы обработки ДДЗ показали пригодность для организации на их основе мониторинга состояния прибрежных акваторий как на охраняемых акваториях, так и на всей мелководной части зал. Петра Великого. Для этого необходимо отработать процедуры, приводящие архивные ДДЗ в сопоставимый вид, и методы анализа длинных временных рядов спутниковых изображений [20].

Изучение состояния сообществ, ландшафтный мониторинг и оценка изменений окружающей среды являются важнейшими задачами, решаемыми на охраняемых акваториях и территориях. Однако исследования, связанные с изъятием организмов при отборе проб и требующие регулярного посещения заповедных зон специализированными судами, здесь по крайней мере не желательны. Альтернативу отбору проб предоставляют методы, основанные на материалах подводных фото- и видеосъемок. Они не только обеспечивают

комплексную информацию, включая материалы для оценки таксономического состава, характера распределения и плотности поселений бентосных организмов, но и позволяют перейти к комплексному мониторингу ландшафтов и местообитаний. Например, в результате работ, проведенных в Морском заповеднике с использованием легководолазного снаряжения и ТПА SUB FIGHTER 3000, нами построены подробные батиметрические карты и карты распределения биотопов с характерными комбинациями субстратов. По видеозаписям подводного аппарата изучено распределение эпифауны макробентоса, определена плотность поселений таксонов на разных биотопах [21]. Для особо охраняемых видов – дальневосточного трепанга и приморского гребешка картографированы местообитания и выполнены оценки современного состояния поселений в сравнении с историческими данными [22–24]. Накопленные в ходе этих исследований материалы позволяют приступить к составлению атласа подводных ландшафтов заповедника.

Исследование местообитаний и характеристик современных поселений трепанга в Приморье с учетом динамики численности по историческим источникам за более чем столетний период привело А.М. Лебедева к разработке методики оценки запасов этих голотурий на основе анализа ландшафтной структуры прибрежного мелководья. Были установлены размерно-возрастные параметры, плотность поселений и особенности распределения вида в донных ландшафтах, проведен всесторонний анализ современного состояния этого очень ценного ресурса и путей восстановления его запасов [23].

Комплексные физико-географические, геоэкологические и социально-экономические исследования прибрежно-морской зоны в Тихоокеанском институте географии показали существование территориально-акваториальных природных систем или береговых геоструктур, целостность которых обусловлена потоками вещества и энергии двустороннего направления – с суши на море и с моря на сушу [24]. В развитии прибрежно-морского природопользования береговые геоструктуры выполняют связывающую функцию. Их ресурсные свойства оказывают определяющее влияние как на характер хозяйственной деятельности, так и на экологическую и экономическую эффективность природопользования.

В результате исследований, проводимых в зал. Петра Великого, было выполнено картографирование и проведен анализ пространственной структуры территориально-акваториальной природной системы о. Шкота. В рамках этой работы составлена единая структурно-генетическая классификация аэральных и аквальных ландшафтов, отражающая вещественно-энергетические взаимодействия природных комплексов. Анализ выявил ключевую роль климатических, гидродинамических и геолого-геоморфологических ландшафтообразующих факторов в процессе формирования пространственного разнообразия ландшафтов. Для абразионных аэральных и аквальных комплексов прибрежной зоны характерно максимальное напряжение системообразующих и системосвязующих процессов суши и акватории. Таким образом, все структурные части береговой геоструктуры непосредственно связаны и сопряжены между собой совокупностью вещественно-энергетических потоков. Их пространственное сочетание представляет собой целостное географическое образование. Информация о природной организации береговых геоструктур, интегрированная на основе ландшафтного подхода [25, 26], является научной базой морского пространственного планирования, формирования приоритетных направлений прибрежно-морского природопользования, выполнения специальных природно-ресурсных оценок и функционального зонирования прибрежно-морских зон залива Петра Великого [27].

Научно-практическая деятельность лаборатории морских ландшафтов позволила накопить достаточно богатый опыт, связанный с ландшафтно-экологическим сопровождением проектирования, экспертизой, мониторингом и определением ущерба от различных видов деятельности в прибрежной зоне моря. Так, портовое и гидротехническое строительство в районе портов Находка и Восточный было сопряжено со значительными объемами изъятия строительного песка в бухтах Спокойная и Три Озера [28]. Ландшафтные исследования, проведенные здесь по следам этой деятельности, позволили оценить биологический и экологический ущерб экосистемам, оказавшийся гораздо выше рассчитанного по

общепринятым методикам. Исследования показали, что негативные последствия изъятия песка не всегда неизбежны. Экспериментальные работы по точечному изъятию масс песка продемонстрировали возникновение «оазисов жизни» на относительно малопродуктивных песчаных равнинах за счет накопления дрейфующего растительного детрита в искусственных понижениях дна. Эти накопления служат местом тяготения для масс молоди рыбы и ракообразных, что приводит к повышению продуктивности и биологического разнообразия экосистемы. Ландшафтный контроль дноуглубительных работ при строительстве порта Посьет позволил минимизировать отрицательный эффект дноуглубления для морских акваторий и найти решение размещения изъятых при дноуглублении грунта.

Для районов строительства причальных устройств и портовых сооружений нефтеналивного терминала бухты Козьмино на основе подводного картографирования выполнена детальная оценка основных структурных характеристик донных ландшафтов для обеспечения эколого-ландшафтного мониторинга последствий реализации проекта [29].

Геоэкологическая оценка влияния дампинга на состояние среды в заливе Находка базировалась на геохимических показателях, геоморфологических и гидрографических параметрах, ландшафтных и экосистемных характеристиках района. Полученные результаты были сопоставлены с опубликованными данными о масштабах воздействия, последствиях дампинга и перспективах восстановления ландшафтов и местообитаний [30, 31].

Подходы к организации долговременного эколого-ландшафтного мониторинга отрабатывались в бухте Алексеева (о. Попова, зал. Петра Великого), подвергшейся трансформации в результате марикультурной деятельности. Ретроспективным анализом изменений ландшафтной структуры бухты было установлено, что создание плантации инициировало структурно-функциональные изменения геосистемы. Конструкции установок снизили водообмен в бухте, изменив режим осадконакопления, избыточное поступление органического вещества на дно привело к деградации донных сообществ и перестройке всей ландшафтной структуры. Ландшафтно-экологическое картографирование бухты Алексеева позволило увязать результаты гидробиологических биоценотических исследований, проведенных до размещения плантаций гребешка и мидии, с последствиями марикультурной деятельности, современным состоянием ландшафтной структуры бухты и определить общий характер перестройки экосистемы [32]. Логика управления прибрежным природопользованием требует знания пространственной и функциональной структуры эксплуатируемых экосистем и наличия оценок вариантов пользования угодьями. Основой этого знания может служить прежде всего картографическое отображение ситуации и составление кадастра подводных угодий [33].

Для планирования марикультурной деятельности на основе результатов моделирования выполнены расчеты обеспеченных значений продуктивности плантаций гигантской устрицы *Crassostrea gigas* и тихоокеанской мидии *Mytilus trossulus* в бухте Воевода (о. Русский, зал. Петра Великого, Японское море). Поля гидродинамики и солёности рассчитаны с помощью модели Delft3D Flow с учетом притока пресных вод с водосбора бухты. Параметры продуцирования органического вещества и его перераспределения по акватории рассчитаны с помощью модели DELWAQ [34]. Результаты гидродинамического и биогеохимического моделирования использовались в качестве исходных данных в модели управления марифермами FARM для расчета обеспеченных значений продуктивности гидробионтов. Это позволило построить карты пространственного распределения обеспеченных значений модельной продуктивности придонных и садковых плантаций. Таким образом, полученные на основе моделирования результаты позволяют прийти к заключению, что при использовании вероятностно-статистической оценки продуктивности марикультуры при различных экологических условиях морской среды может быть достигнут значительный экономический и экологический эффект, повышение устойчивости марихозайств. По сравнению с существующими способами определения марикультурного потенциала акваторий, методика, основанная на моделировании, повышает объективность и обоснованность планирования этого вида деятельности [35].

Следует подчеркнуть, что до сих пор преобладающая часть проектов хозяйственной деятельности в береговой зоне моря реализуется без достаточного ландшафтного обоснования. Оценка воздействия на окружающую среду должна включать материалы картографирования подводных природных комплексов с детальным описанием ландшафтной структуры природных систем морских мелководий. На этой основе определяются их природно-инженерные характеристики, емкость и устойчивость к проектным нагрузкам, прогнозируется воздействие на природные комплексы, разрабатываются меры по снижению негативного воздействия, а также обосновываются необходимые рекультивационные мероприятия.

Последствия решений, принятых без достаточного ландшафтного обоснования, хорошо известны. Строительство гидротехнических сооружений, не учитывающих в должной мере изменение вдольберегового потока наносов, приводит к разрушению пляжей, размыву берегов, деформации или уничтожению объектов штормами и необходимости непредусмотренных затрат на восстановительные и берегозащитные мероприятия. При обосновании выбора участков для размещения морских хозяйств и проектирования марикультуры недостаток ландшафтной информации является причиной низкой эффективности выращивания культивируемых организмов. Сброс в море загрязненных вод и грунтов, промышленных отходов без должного ландшафтного обоснования ведет к ухудшению экологического состояния морской среды и ущербу, наносимым объектам морского природопользования.

Детальные процедуры планирования для акваторий прибрежно-морской зоны в России пока не разработаны. Зачастую они осуществляются формально и сводятся к выделению обобщенных зон с наличием предпосылок либо ограничений для некоторых видов хозяйственной деятельности и использования отдельных природных ресурсов. Это приводит к конфликтным ситуациям, связанным с приоритетами освоения ресурсов, различной степенью чувствительности и уязвимости экосистем, а также трансграничным положением береговых геоструктур. Для разрешения конфликтов необходима оптимизация системы природопользования прибрежно-морской зоны. В мировой практике инструментом такой оптимизации является морское пространственное планирование (МПП), призванное обеспечить устойчивое использование морского пространства с учетом особенностей природно-ресурсного потенциала и сложившейся практики морепользования, тенденций экономического развития и требований экологической безопасности. Таким образом, это инструмент планирования, способствующий интегрированному и последовательному принятию решений по использованию прибрежных акваторий и территорий.

Решение задач и достижение целей МПП невозможно без использования результатов комплексных исследований, включающих географическое членение, зонирование, районирование прибрежно-морского пространства, выделение природно-ресурсных сочетаний в акваториальной и морской зонах. С позиций целостности и комплексности в качестве наиболее полного объекта МПП следует выделять сегменты прибрежно-морского пространства. В этой связи важнейшим методологическим принципом следует считать включение в объект планирования тех или иных участков прибрежных территорий. Представляется, что именно этим охватываются природно-ресурсные сочетания, обеспечивающие устойчивое эффективное природопользование. Для устойчивого, комплексного и эффективного природопользования в том или ином сегменте необходима большая и разнообразная информация, рассредоточенная в пространстве и адекватно отображающая это пространство, т.е. геоинформационная основа [26].

Результаты исследований показали, что информационно-картографическое обеспечение позволяет оперативно находить общий язык специалистам различных ведомств и структур, что обусловлено возможностями получения комплексной информации, обеспечивающей проведение аналитических процедур и принятие целесообразных решений. Так, наиболее актуальными и проблемными являются конфликты между следующими видами хозяйственного использования морских акваторий: рыболовство и добывающая де-

тельность, судоходство и рыболовство, судоходство и добывающая деятельность, особо охраняемые природные объекты и производственная активность. При этом в зависимости от сезона площадь их пространственного перекрытия будет изменяться, что связано, например, с зонами распространения промысловых объектов, их нагулом и нерестом, а также особенностями жизненного цикла особо охраняемых природных объектов. Во многих случаях причинами возникновения конфликтов являются «пространственная теснота», несовместимость отдельных видов морской хозяйственной деятельности и отсутствие межведомственного органа управления на региональном уровне. Только геоинформационная основа и соответствующая организация данных позволят своевременно установить проблемные участки и скорректировать деятельность с учетом требований экологической безопасности.

Современные разработки в области геоинформационного картографирования позволяют создавать многофакторные модели природно-хозяйственных систем, благодаря чему становится возможным не просто оценивать ситуацию в различные сезоны и фазы жизненного цикла отдельных компонентов экосистем, но и установить наиболее уязвимые к антропогенной деятельности объекты в определенный сезон. В настоящее время существует большое количество баз данных, агрегирующих информацию об антропогенной деятельности, однако ни одна из них не может в полной мере рассматриваться информационной основой МПП в силу отсутствия единого подхода к организации массива данных.

Заключение и выводы

Подводные ландшафтные исследования играют ключевую роль в решении задач рационального использования природно-ресурсного потенциала, пространственного планирования и организации управления прибрежно-морскими зонами. Отсюда, важнейшая задача подводных ландшафтных исследований на современном этапе – изучение существующих и перспективных проблем прибрежно-морского природопользования для определения требований к составу, полноте и детальности базовой ландшафтной информации, используемой в пространственном планировании морской хозяйственной деятельности. Поэтому должны развиваться методы и технологии подводных географических исследований, обеспечивающие соответствие получаемой информации этим требованиям.

Дальнейшее направление подводных ландшафтных исследований – изучение пространственной структуры подводных геосистем, их классификация, картографирование и моделирование. До сих пор не разработан единый понятийный аппарат и система методов исследования морских ландшафтов. Различается два принципиально разных подхода: применение положений классического ландшафтоведения и природных комплексов суши к морской среде и развитие теоретического аппарата подводного ландшафтоведения с учетом специфики морской среды. При всех различиях оба подхода базируются на представлениях о единстве ландшафтной сферы, связаны несомненной общностью теоретической основы, позволяющей вести исследования с использованием методологического каркаса традиционной географической дисциплины.

Вторая группа проблем связана с экспериментальным исследованием функционирования морских геосистем и использованием геофизических, геохимических, биологических и экологических подходов при изучении сложных природных объектов. Главными формами таких работ, наиболее адекватными природе геосистем, являются детальные стационарные исследования на ключевых участках и моделирование динамики гидродинамических и биогеохимических параметров геосистем. Сопряжение картографических данных о пространственной структуре ландшафтов с результатами моделирования позволяет выйти на новый уровень понимания закономерностей функционирования природных систем прибрежно-морской зоны.

В области практических приложений перед подводным ландшафтным картографированием стоит задача предоставления базовой эколого-географической информации для целей морского пространственного планирования и составление кадастра подводных угодий прибрежного мелководья российских морей.

Решения всех этих задач предусматривает постоянный приток новых научных и научно-инженерных кадров. Для подготовки новых поколений исследователей нужны современные учебные программы теоретических курсов и практик по подводному ландшафтоведению и прибрежному природопользованию для студентов, магистрантов и аспирантов университетов и исследовательских институтов с учетом современных и перспективных исследований прибрежно-морской зоны.

Литература

1. Преображенский Б.В., Жариков В.В., Дубейковский Л.В. Основы подводного ландшафтоведения: (Управление морскими экосистемами). Владивосток: Дальнаука, 2000. 352 с.
2. Преображенский Б.В. Основные задачи морского ландшафтоведения // География и природные ресурсы. 1984. № 1. С. 15–22.
3. Жариков В.В., Преображенский Б.В. Подводные ландшафтные исследования в Тихоокеанском институте географии // География и природные ресурсы. 1999. № 1. С. 153–158.
4. Мурахвер А.М. Методика проведения водолазных маршрутов при детальном ландшафтном картировании // Методы комплексного картирования экосистем шельфа. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. С. 95–106.
5. Preobrazhensky B.V. Contemporary reefs. New Delhi, Bombay, Calcutta: Oxford and IBN Publishing CO LTD, 1993. 319 p.
6. Иванов Н.А., Мурахвер А.М., Обезьянов К.Я. Техника подводной фотодокументации // Методы картографирования экосистем шельфа. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. С. 78–95.
7. Арзамасцев И.С., Мурахвер А.М. Типология мелководных ландшафтов Японского моря на примере бухты риасового типа // Донные ландшафты Японского моря. Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. С. 129–145.
8. Арзамасцев И.С., Преображенский Б.В. Атлас подводных ландшафтов Японского моря. М.: Наука, 1990. 224 с.
9. Орбов В.В. Волновая энергонагруженность литорали на примере полуоткрытой бухты // Донные ландшафты Японского моря. Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. С. 113–118.
10. Савруев В.М. Морские брюхоногие моллюски как элемент подводного ландшафта // Донные ландшафты Японского моря. Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. С. 119–128.
11. Папунов В.Г. Донные комплексы верхнего шельфа Среднего Приамурья // Донные ландшафты Японского моря. Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. С. 73–81.
12. Дубейковский Л.В. Процессы волновой трансформации и их выражение в динамике берегов залива Петра Великого // Вестн. ДВО РАН. 1996. № 3. С. 15–21.
13. Арзамасцев И.С., Сорокин П.С. Как поделить прибрежную зону // Рыбное хозяйство. 2008. № 6. С. 39–41.
14. Сорокин П.С. Оценка уровня конфликтности природопользователей прибрежной зоны Владивостокской агломерации // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2009. № 1. С. 85–89.
15. Иванова Е.Д. Микрофаунистические исследования в прибрежной зоне залива Владимира (Восточное Приморье) // Геосистемы и их компоненты в Северо-Восточной Азии: эволюция и динамика природных, природно-ресурсных и социально-экономических отношений: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2016. С. 188–192.
16. Поярков Б.В., Преображенский Б.В. Принципы картирования экосистем шельфа // Методы комплексного картирования экосистем шельфа. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. С. 7–22.
17. Преображенский Б.В. Морское ландшафтоведение. Технологический аспект // Подводные исследования и робототехника. 2006. № 1. С. 50–58.
18. Преображенский Б.В., Жариков В.В., Лебедев А.М. Подводные ландшафты шельфа дальневосточных морей // Геосистемы Дальнего Востока России на рубеже XX–XXI веков. Т. 1. Природные геосистемы и их компоненты. Владивосток: Дальнаука, 2008. С. 314–347.
19. Жариков В.В., Базаров К.Ю., Егидарев Е.Г. Использование данных дистанционного зондирования при картографировании подводных ландшафтов бухты Средней (залив Петра Великого, Японское море) // География и природные ресурсы. 2017. № 2. С. 190–198.
20. Жариков В.В., Базаров К.Ю., Егидарев Е.Г., Лебедев А.М. Использование данных LANDSAT для картографирования высшей водной растительности Дальневосточного морского заповедника // Океанология. 2018. Т. 58, № 3. С. 521–531.
21. Жариков В.В., Лысенко В.Н. Распределение эпифауны макробентоса в Дальневосточном морском заповеднике ДВО РАН по материалам дистанционной подводной видеосъемки // Биология моря. 2016. Т. 42, № 3. С. 231–240.

22. Лысенко В.Н., Жариков В.В., Лебедев А.М. Численность и распределение дальневосточного трепанга *Apostichopus japonicus* (Selenka, 1867) (Echinodermata: Stichopodidae) в прибрежной зоне Южного участка Дальневосточного морского заповедника ДВО РАН // Биология моря. 2015. Т. 41, № 2. С. 146–149.
23. Лебедев А.М. Ресурсы дальневосточного трепанга *Apostichopus japonicus* в Приморском крае. Владивосток: Дальнаука, 2006. 140 с.
24. Бакланов П.Я., Ганзей К.С., Ермошин В.В. Береговые географические структуры в прибрежно-морском природопользовании // ДАН. 2018. Т. 478, № 2. С. 229–231.
25. Бакланов П.Я., Ермошин В.В., Каракин В.П., Жариков В.В., Нгуен В.К., Дин Ч.Д. Прибрежно-морское природопользование в тихоокеанской России и северном Вьетнаме: понятия, структурные особенности и типы // География и природные ресурсы. 2017. № 4. С. 29–37.
26. Бакланов П.Я. Морское пространственное планирование: теоретические аспекты // Балтийский регион. 2018. Т. 10, № 2. С. 76–85.
27. Ganzei K., Zharikov V., Pshenichnikova N., Lebedev A., Kiselyova A., Lebedev I. Spatial landscape differentiation of the coastal geostructure of the Shkoto island, sea of Japan // J. of Water and Land Development. 2020. Vol. 46. N 7–9. С. 60–70.
28. Жариков В.В., Преображенский Б.В. Рекультивация морских донных экосистем (эколого-экономический аспект) // География и природные ресурсы. 1997. № 1. С. 124–129.
29. Арзамасцев И.С., Жариков В.В., Лебедев А.М., Преображенский Б.В. Подводное ландшафтное картографирование района выносных причальных сооружений нефтепорта Козьмино (залив Находка, Приморский край) как основа для мониторинга последствий строительства // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2012. № 1. С. 23–29.
30. Жариков В.В., Преображенский Б.В., Лебедев А.М. Геоэкологическое состояние полигона дампинга грунта у острова Лисий (залив Находка) // Вестн. ДВО РАН. 2011. № 2 (156). С. 88–97.
31. Жариков В.В. Влияние дампинга на геоэкологическое состояние залива Находка // География и природные ресурсы. 2013. № 4. С. 37–45.
32. Жариков В.В., Преображенский Б.В. Ландшафтный мониторинг бухты Алексеева (залив Петра Великого, Японское море) // Подводные исследования и робототехника. 2010. № 2 (10). С. 72–84.
33. Жариков В.В., Преображенский Б.В. Теоретическое обоснование кадастра морских рыбопромысловых участков // Изв. ТИНРО. 2004. Т. 137. С. 271–284.
34. Катрасов С.В., Бугаец А.Н., Жариков В.В., Ганзей К.С., Гончуков Л.В., Соколов О.В., Лебедев А.М., Пшеничникова Н.Ф., Краснопеев С.М. Определение районов размещения плантаций марикультуры на основе результатов гидродинамического моделирования // Океанология. 2021. Т. 61, № 3. С. 433–443.
35. Катрасов С.В., Бугаец А.Н., Жариков В.В., Масленников С.И., Лысенко В.Н., Барабанщиков Ю.А., Тищенко П.Я. Оценка продуктивности плантаций двустворчатых моллюсков на основе результатов моделирования // Океанология. 2021. Т. 61, № 5. С. 759–768.

References

1. Preobrazhensky, B.V.; Zharikov, V.V.; Dubeikovsky, L.V. Basics of underwater landscape studies (management of marine ecosystems). Dalnauka: Vladivostok, Russia. 2000. 352 p. (In Russian)
2. Preobrazhensky, B.V. The main tasks of marine landscape science. *Geography and natural resources*. 1984, 1, 15–22. (In Russian)
3. Zharikov, V.V.; Preobrazhensky, B.V. Underwater Landscape Research at the Pacific Institute of Geography. *Geography and Natural Resources*. 1999, 1, 153–158. (In Russian)
4. Murakhveri, A.M. Methods of carrying out diving routes with detailed landscape mapping. In *Methods of integrated mapping of shelf ecosystems*. Far East Scientific Center of Academy of Sciences of the USSR: Vladivostok, Russia, 1980, 95–106. (In Russian)
5. Preobrazhensky, B.V. Contemporary reefs. New Delhi, Bombay, Calcutta: Oxford and IBH Publishing CO LTD, 1993, 319 p
6. Ivanov, N.A.; Murakhveri, A.M.; Obezyanov, K.Ya. Underwater photo documentation technique. In *Methods for mapping shelf ecosystems*. Far East Scientific Center of Academy of Sciences of the USSR: Vladivostok, Russia, 1980, 78–95. (In Russian)
7. Arzamastsev, I.S.; Murakhveri, A.M. Typology of shallow-water landscapes of the Sea of Japan on the example of a rias-type bay. In *Bottom landscapes of the Sea of Japan*. Far East Branch of Academy of Sciences of the USSR: Vladivostok, Russia, 1987, 129–145. (In Russian)
8. Arzamastsev, I.S.; Preobrazhensky, B.V. Atlas of Underwater Landscapes of Sea of Japan. Nauka: Moscow, Russia, 1990, 224 p. (In Russian)
9. Orbov, V.V. Wave energy loading of the littoral on the example of a semi-open bay. In *Bottom landscapes of the Sea of Japan*. Far East Branch of Academy of Sciences of the USSR: Vladivostok, Russia, 1987, 113–118. (In Russian)
10. Savruev, V.M. Marine *Gastropoda* as an element of the underwater landscape. In *Bottom landscapes of the Sea of Japan*. Far East Branch of Academy of Sciences of the USSR: Vladivostok, Russia, 1987, 119–128. (In Russian)

11. Papunov, V.G. Bottom complexes of the upper shelf of the Middle Amur region. In *Bottom landscapes of the Sea of Japan*. Far East Branch of Academy of Sciences of the USSR: Vladivostok, Russia, 1987, 73–81. (In Russian)
12. Dubeikovskiy, L.V. Wave transformation processes and their expression in the dynamics of the shores of Peter the Great Bay.). *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*. 1996, 3, 15–21. (In Russian)
13. Arzamastsev, I.S.; Sorokin, P.S. How to divide the coastal zone. *Fisheries*. 2008, 6, 39–41. (In Russian)
14. Sorokin, P.S. Assessing the level of conflict among nature users in the coastal zone of the Vladivostok agglomeration. *Geoecology. Engineering geology, hydrogeology, geocryology*. 2009, 1, 85–89. (In Russian)
15. Ivanova, E.D. Microfaunistic studies in the coastal zone of the Gulf of Vladimír (Eastern Primorye). In *Geosystems and their components in Northeast Asia: evolution and dynamics of natural, natural resource and socio-economic relations*. PGI FEB RAS: Vladivostok, Russia, 2016, 188–192. (In Russian)
16. Poyarkov, B.V.; Preobrazhensky, B.V. Principles of mapping of shelf ecosystems. In *Methods of integrated mapping of shelf ecosystems*. Far East Scientific Center of Academy of Sciences of the USSR: Vladivostok, Russia, 1980, 7–22. (In Russian)
17. Preobrazhensky, B.V. Marine landscape science. Technological aspect. *Underwater investigations and robotics*. 2006, 1, 50–58. (In Russian)
18. Preobrazhensky, B.V.; Zharikov, V.V.; Lebedev A.M. Underwater landscapes of the shelf of the Far Eastern Sea. In *Geosystems of the Russian Far East at the turn of the XX–XXI centuries. T.I. Natural geosystems and their components*. Dalnauka: Vladivostok, 2008, 314–347.
19. Zharikov, V.V.; Bazarov, K.Y.; Egidarev, E.G. Use of remotely sensed data in mapping underwater landscapes of Srednyaya Bay (Peter the Great Gulf, Sea of Japan). *Geography and Natural Resources*. 2017, 38(2), 190–198. (In Russian)
20. Zharikov, V.V.; Bazarov, K.Y.; Egidarev, E.G.; Lebedev A.M. Application of Landsat Data for Mapping Higher Aquatic Vegetation of the Far East Marine Reserve. *Oceanology*. 2018, 58(3), 521–531. (In Russian)
21. Zharikov, V. V.; Lysenko, V. N. The distribution of macrobenthic epifauna in the Far Eastern Marine Reserve based on remote underwater video data. *Russian Journal of Marine Biology*. 2016. 42(3), 231–240. (In Russian)
22. Lysenko, V.N.; Zharikov, V.V.; Lebedev, A.M. The abundance and distribution of the Japanese sea cucumber, *Apostichopus japonicus* (Selenka, 1867) (Echinodermata: Stichopodidae), in nearshore waters of the southern part of the Far Eastern State Marine Reserve. *Russian Journal of Marine Biology*. 2015. 41(2), 146–149. (In Russian)
23. Lebedev, A.M. Resources of the Far Eastern trepang *Apostichopus japonicus* in Primorsky Krai. Dalnauka: Vladivostok, 2006, 140 p. (In Russian)
24. Baklanov, P.Y.; Ganzei, K.S.; Ermoshin, V.V. Coastal Geographic Structures in Coastal-Marine Environmental Management. *Doklady Earth Sciences*. 2018. 478(1), 229–231. (In Russian)
25. Baklanov, P.Y.; Ermoshin, V.V.; Karakin, V.P.; Zharikov, V.V.; Van Cu N.; Cham D.D. Coastal-marine nature management in Pacific Russia and Northern Vietnam: Notions, structural features, and types. *Geography and Natural Resources*. 2017, 38(4), 29–37. (In Russian)
26. Baklanov, P.Y. Marine spatial planning: Theoretical aspects. *Baltic Region*. 2018, 10(2), 76–85.
27. Ganzei, K.; Zharikov, V.; Pshenichnikova, N.; Lebedev, A.; Kiselyova, A.; Lebedev, I. Spatial landscape differentiation of the coastal geostructure of the Shkoda island, sea of Japan. *Journal of Water and Land Development*. 2020, 46(7–9), 60–70.
28. Zharikov, V.V.; Preobrazhensky, B.V. Recultivation of marine bottom ecosystems (ecological and economic aspect). *Geography and Natural Resources*. 1997, 1, 124–129 (In Russian)
29. Arzamastsev, I.S.; Zharikov, V.V.; Lebedev, A.M.; Preobrazhensky, B.V. Underwater landscape mapping of projecting moorage region of Kozmino oil harbour (Nakhodka gulf, primorsky territory) as the base for monitoring of construction consequences. *Environmental protection in oil and gas complex*. 2012, 1, 23–29. (In Russian)
30. Zharikov, V.V.; Preobrazhensky, B.V.; Lebedev, A.M. Geoecology of marine dumping site of Lissi island (Nakhodka bay). *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2011, 2(156), 88–97. (In Russian)
31. Zharikov, V. V. Influence of dumping upon the geoecological state of Nakhodka Bay. *Geography and Natural Resources*. 2013, 34(4), 37–45. (In Russian)
32. Zharikov, V.V.; Preobrazhensky, B.V. Ecosystem transformation and its eventual landscape manifestation in the aquaculture-affected Alekseeva bay (Peter the Great Bay, Sea of Japan). *Underwater research and robotics*. 2010, 2(10), 72–84.
33. Zharikov, V.V.; Preobrazhensky, B.V. Theoretical basis of the cadastre of marine fishing grounds. *Izvestia TIN-RO*. 2004, 137, 271–284. (In Russian)
34. Katrasov, S.V.; Bugaets, A.N.; Zharikov, V.V.; Ganzei, K.S.; Gonchukov, L.V.; Lebedev, A.M.; Pshenichnikova N.F.; Krasnopeev S.M.; Sokolov O.V. Site Selection for Marine Aquaculture Using Hydrodynamic Simulation. *Oceanology*. 2021, 61(3), 433–443. (In Russian)
35. Katrasov, S.V.; Bugaets, A.N.; Zharikov, V.V.; Maslennikov, S.I.; Lysenko, V.N.; Barabanshchikov, Y.A.; Tishchenko, P.Y. Estimation of bivalve mollusk plantation productivity based on simulation results. *Oceanology*. 2021, 61(5), 759–768. (In Russian)

Статья поступила в редакцию 19.01.2022; одобрена после рецензирования 07.01.2022; принята к публикации 11.02.2022.

The article was submitted 19.01.2022; approved after reviewing 07.01.2022; accepted for publication 11.02.2022.

Ландшафтно-экологические исследования в Тихоокеанском институте географии ДВО РАН

Сергей Владимирович ОСИПОВ, Александр Михайлович ПАНИЧЕВ,
Иван Владимирович СЕРЕДКИН, Надежда Глебовна РАЗЖИГАЕВА,
Лариса Анатольевна ГАНЗЕЙ, Елена Николаевна ЧЕРНОВА

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия

Автор, ответственный за переписку: Сергей Владимирович Осипов, sv-osipov@yandex.ru

Аннотация. В Тихоокеанском институте географии ДВО РАН с момента его организации в 1971 г. проводятся разноплановые ландшафтно-экологические исследования. В его тематике устойчиво представлен целый ряд направлений: экология видов (в том числе биология, экология, география и охрана редких видов); экология сообществ; палеоландшафтные реконструкции; био-геохимическая индикация среды; изучение катастрофических процессов; математические методы в географии и экологии; тематическое картографирование ландшафтных компонентов и др. В статье приведены некоторые результаты отдельных направлений, позволяющие представить спектр ландшафтно-экологических исследований в институте. Изложены факторы и закономерности развития ландшафтов в плейстоцене–голоцене на Курильских островах и юге Приморья (побережье зал. Петра Великого и предгорья Восточно-Маньчжурских гор). Отмечена значительная роль пожаров, которые происходили на юге Дальнего Востока задолго до освоения территории. Показаны био-геохимические особенности массовых видов гидробионтов прибрежных вод Японского и Белого морей. Показано, что концентрация тяжелых металлов может быть не только повышена в связи с наличием природных и антропогенных источников относительно фоновое уровня, но и понижена. Значительно углублены представления о геофагии (литофагии) среди растительноядных животных, предложена принципиально новая гипотеза, суть которой в том, что геофагия в большинстве случаев обусловлена нарушениями соотношения поступающих в организм животного редкоземельных элементов, входящих в состав нервно-гуморальной регуляторной системы, влияющей на многие процессы в организме, прежде всего, на минеральный обмен в целом. Определены особенности берложных стадий бурого и гималайского медведей в Приморском крае, бурого медведя в Камчатском крае и Сахалинской области. Для всех районов характерно обустройство медведями берлог в труднодоступных местах. Выявлены закономерности смен растительности и экосистем некоторых природных и техногенных ландшафтов Дальневосточного региона. Намечена методология ландшафтного анализа при изучении экологических сукцессий и разработке матрицы местообитаний. В заключение отмечено, что незаменимость ландшафтного подхода в экологических исследованиях состоит в том, что именно он позволяет рассматривать среду обитания во всех аспектах: с точки зрения и строения, и функционирования, и развития.

Ключевые слова: ландшафт, геосистема, экосистема, ландшафтная экология, геоэкология.

Для цитирования: Осипов С.В., Паничев А.М., Серёдкин И.В., Разжигасева Н.Г., Ганзей Л.А., Чернова Е.Н. Ландшафтно-экологические исследования в Тихоокеанском институте географии ДВО РАН // Тихоокеанская география. 2022. № 1. С. 18–34 . https://doi.org/10.35735/26870509_2022_9_2.

Landscape-ecological studies in the Pacific Geographical Institute FEB RAS

S.V. OSIPOV, A.M. PANICHEV, I.V. SERYODKIN, N.G. RAZJIGAEVA,
L.A. GANZEY, E.N. CHERNOVA

Pacific Geographical Institute of the FEB RAS, Vladivostok, Russia
Corresponding author: sv-osipov@yandex.ru

Abstract. Since its organization in 1971, the Pacific Geographical Institute FEB RAS has been conducting very diverse landscape-ecological studies. A number of scientific areas are consistently represented in its topics: ecology of species (including biology, ecology, geography and protection of rare species); ecology of communities; paleolandscape reconstructions; biogeochemical indication of the environment; study of catastrophic processes; mathematical methods in geography and ecology; thematic mapping of landscape components, etc. The article presents some results of the areas, allow us to present the range of landscape-ecological studies in the Institute. Factors and features of landscape development in the Pleistocene-Holocene on the Kuril Islands and the south of Primorye (the coast of Peter the Great Bay and the foothills of the Eastern Manchurian Mountains) are described. The essential role of fires that occurred in the south of the Far East long before the mastering of the territory was noted. The biogeochemical features of the mass species of hydrobionts of the coastal waters of the Japanese and White Seas are shown. It is proved that the concentration of heavy metals can be not only increased, but also lowered relative to the background level. The concepts of geophagy (lithophagy) among herbivorous animals have been significantly deepened, a fundamentally new hypothesis has been proposed, the essence of which is that geophagy in most cases is due to violations of the ratio of rare earth elements entering the animal organism, which are part of the neuro-humoral regulatory system that affects many processes in the organism, primarily mineral metabolism in general. The features of the denning stations of the brown and Asiatic black bears in the Primorsky Territory, the brown bear in the Kamchatka Territory and the Sakhalin Region are determined. All areas are characterized by the arrangement of bears' dens in hard-to-reach places. The regularities of changes in vegetation and ecosystems of some natural and man-made landscapes of the Far Eastern region are revealed. The methodology of landscape analysis in the study of ecological successions and the development of a habitat matrix is outlined. In conclusion, it is noted that the irreplaceability of the landscape approach in environmental research is that it allows you to structure the habitat in all aspects: from the point of view of structure, functioning, and development.

Keywords: landscape, geosystem, ecosystem, geocomplex, structure, functioning, dynamics, landscape ecology, geoeology.

For citation: Osipov S.V., Panichev A.M., Seryodkin I.V., Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Chernova E.N. Landscape-ecological studies in the Pacific Geographical Institute FEB RAS. Pacific Geography. 2022;(1): 18–34. (In Russ.). https://doi.org/10.35735/26870509_2022_9_2.

Введение

В Тихоокеанском институте географии с момента его организации в 1971 г. разрабатываются различные вопросы, стоящие на пересечении географических и экологических дисциплин. В частности, в его тематике устойчиво представлен целый ряд направлений ландшафтно-экологических исследований: экология видов (в том числе биология, экология, география и охрана редких видов); экология сообществ; палеоландшафтные реконструкции; биогеохимическая индикация среды; изучение катастрофических процессов; математические методы в географии и экологии; тематическое картографирование

ландшафтных компонентов и др. Исследования проводились в нескольких структурных подразделениях. Изначально их постановка и развитие связаны с именами Ю.Г. Пузаченко, Э.Г. Коломыца, Б.И. Семкина, В.Г. Коноваленко, Б.В. Пояркова. В последующие десятилетия эта тематика развивалась в работах Б.С. Петропавловского, А.М. Короткого, Д.Г. Пикунова, В.П. Селедца, Б.В. Преображенского, Н.К. Христофоровой, А.Н. Качура, В.М. Урусова, С.Б. Симонова, Л.Д. Филатовой, А.Н. Киселева, Б.И. Семкина, В.В. Суханова, Л.В. Созинова, В.А. Немченко. В настоящее время ландшафтно-экологические исследования представлены в работах С.А. Зимова, Н.К. Христофоровой, В.В. Жарикова, В.Н. Бочарникова, С.П. Давыдова, Ю.К. Петруненко, С.И. Коженковой, П.С. Симонова, Л.А. Майоровой, И.Ф. Скириной, Е.П. Кудрявцевой, Е.В. Ивакиной, Н.Ф. Пшеничниковой, Т.А. Гребенниковой, В.Б. Базаровой, П.С. Белянина, М.С. Лящевской и других сотрудников, а также авторов этой статьи. В данной статье приведены лишь некоторые результаты, которые в совокупности позволяют представить спектр ландшафтно-экологических исследований в Тихоокеанском институте географии ДВО РАН.

Реконструкции развития ландшафтов в плейстоцене–голоцене

Для Курильских островов восстановлены этапы развития ландшафтов при климатических изменениях плейстоцена–голоцена [1, 2]. По сравнению с континентальным побережьем и крупными островами климатические изменения в голоцене на Курилах проявились менее контрастно. Большую роль в развитии растительности играло смещение теплых и холодных морских течений, что усиливало или смягчало эффект климатических изменений. Наиболее значительный сдвиг границ растительных зон на север произошел в оптимум голоцена (около 6800 кал. л.н.). Установлено, что соотношение климатогенного и вулканогенного факторов в развитии ландшафтов в разных частях островной дуги в голоцене существенно различалось [3, 4]. Роль вулканизма была особенно высока на Центральных и Северных Курилах, что выражалось в несинхронности палеоландшафтных смен на разных островах. Большинство этих островов были изолированными при регрессивном положении уровня моря в последнюю ледниковую эпоху, и развитие их ландшафтов шло по пути изменения соотношения площадей, занятых группировками, представленными в современном растительном покрове. Так, на Центральных Курилах потепления выражались в расширении площадей, занятых березовыми лесами, похолодания – в увеличении роли тундровых ландшафтов. Более ярким был холодный «сигнал», восстановленный по расширению участков приморских тундр. В условиях частых извержений широкое развитие получали разнотравно-злаковые и разнотравные луга. В периоды покоя большое развитие получали кустарниковые сообщества. Прохладные условия с обильными снегопадами привели к широкому распространению в позднем голоцене кедрового стланика [5–7].

Ход развития ландшафтов Южных Курил во многом определил распад сухопутного моста, связывающего Курильские острова с о. Хоккайдо и материком в последнюю ледниковую эпоху, завершившийся в среднем голоцене [8, 9]. Разрыв ареалов растительности и невозможность повторного заселения с сопредельных островов во многом определило облик современных ландшафтов. Особенности рельефа островов и увеличение океаничности климата затруднили заселение видов с прилегающих территорий. Древесная растительность, существовавшая здесь в плейстоцене [10], достаточно быстро деградировала, стали развиваться лугово-болотные ландшафты. На последующее развитие биотических компонентов существенное влияние оказали тектоническое погружение, способствовавшее повышению уровня грунтовых вод, усиление роли холодного течения Оясио и вулканические пеплопады с сопредельных островов. Выделены стадии развития болотных ландшафтов с конца плейстоцена и установлены периоды обводнения и иссушения древних торфяников. Засушливые условия, как правило, наблюдались в кратковременные похолодания [11]. На основе палеоданных доказано, что на крупных островах наряду с ан-

тропогенными травяными сообществами были развиты природные луговые ландшафты, возникшие на ветробойных участках во время похолоданий в позднем голоцене. Выпадение вулканических пеплов и привнос эолового песка изменяли свойства почв и сильно влияли на растительные ассоциации [12].

В развитии биотических компонентов на островах велика роль рефугиумов, некоторые из реликтовых растительных сообществ сохранились с холодных эпох позднего плейстоцена, другие являются реликтами теплых периодов голоцена. Доказано, что реликтовые дубняки на Тихоокеанском побережье Итурупа сохранились в этой части острова с оптимума голоцена [13, 14]. Северная граница широколиственных лесов, по-видимому, располагалась на о. Уруп, где исчезновение широколиственных пород произошло в малый ледниковый период [15]. На примере лиственничников о. Шикотан установлены факторы, способствующие сохранению растительности рефугиума. Сделан вывод, что рефугиумы, оставшиеся от холодных эпох, в условиях островной суши являются более устойчивыми к изменениям климата (температурного режима и влагообеспеченности), чем реликты теплых эпох. Значительное снижение уровня океана (до 130 м) и образование обширной суши в условиях холодного климата в большей степени способствовали продвижению на юг северных видов, чем южных на север во время потеплений, сопровождавшихся трансгрессиями и распадом сухопутных мостов на отдельные острова [16].

На основе новых высокоразрешающих летописей восстановлены этапы развития ландшафтов на юге Приморья в позднем плейстоцене–голоцене (побережье зал. Петра Великого и предгорья Восточно-Маньчжурских гор), что позволило значительно детализировать представление об эволюции растительного покрова. В начале среднего голоцена на горных склонах были развиты дубово-ильмовые леса с сосной корейской, а на прибрежных равнинах – луга. В оптимум голоцена в горах произошел расцвет полидоминантных лесов, в конце среднего голоцена распространились темнохвойные и мелколиственные леса. В середине позднего голоцена доминировали сообщества с сосной густоцветковой, сосной корейской, дубом монгольским и др. [17, 18]. Установлены фазы развития ландшафтов п-ва Муравьев-Амурский за последние 5950 кал. лет [19]. Полидоминантные широколиственные леса в начале позднего голоцена заместились кедрово-широколиственными. Роль хвойных сильно возросла во время похолодания на границе суббореал–субатлантиск. Растительность быстро отреагировала на потепление около 2340–2050 кал. л.н., когда в лесах возросла роль неморальных элементов. Широкое развитие ольховников на побережье связано со снижением уровня моря около 1760 кал. л.н. Существенные ландшафтные изменения произошли во второй половине малого ледникового периода: увеличилась роль хвойных, на побережье – площадь безлесных участков.

Одним из факторов, влияющих на развитие ландшафтов, являются пожары, которые происходили на юге Дальнего Востока задолго до освоения территории. Снижение температур и ландшафтные изменения создавали условия для увеличения масштабов пожаров около 4000–800 кал. л.н., ведущей причиной становится освоение территории древним человеком [20].

Биогеохимические особенности морского макробентоса в различных эколого-географических условиях

Известно, что содержание микроэлементов в водных организмах зависит от геохимических особенностей прибрежных вод [21]. Кроме геохимических особенностей водных объектов (в том числе источников загрязнения) на микроэлементный состав организмов оказывает влияние их биология, биохимия, морфология, трофический уровень. Был изучен микроэлементный состав массовых видов гидробионтов Японского и Белого морей с целью их дальнейшего использования в программах биомониторинга загрязнения тяжелыми металлами морских прибрежных акваторий. Эколого-географический аспект

исследований заключался в выявлении связей между ландшафтно-морфологическими и гидрологическими характеристиками береговой зоны морей и уровнями накопления химических элементов в растительности литорали и верхней сублиторали.

Геохимические особенности вод Белого моря, по сравнению с Японским, заключаются в повышенных концентрациях в них ряда тяжелых металлов – железа, марганца, меди, цинка, никеля [21, 22]. Это связано с вкладом в Белое море речного стока, одного из главных источников поступления этих микроэлементов в морскую среду [21, 23]. Объем Японского моря составляет 1631 тыс. км³, объем материкового стока 210 км³. Материковый сток, в связи с его незначительностью, оказывает свое влияние только на прибрежные районы моря. Объем Белого моря в 300 раз меньше Японского – 5376 км³. Величина его речного стока – около 215 км³, что сопоставимо с величиной речного стока в Японское море. Коэффициент удельного водосбора Японского моря, определяемый как отношение площади водосбора моря к площади его акватории, составляет 0.35, Белого моря – 8.3, это является наибольшим показателем для всех окраинных морей Северного Ледовитого океана [24]. Средняя соленость прибрежных вод Японского моря – 32.5–33.5 ‰, Белого – 25 ‰. Коэффициент водообмена у Белого моря низкий [25], т.к. оно сообщается с соседним Баренцевым, узким и мелководным «горлом», на что дополнительно указывает пониженная соленость его вод. Японское море свободно обменивается водными массами с океаном через многочисленные проливы [26].

В макрофитах литорали Белого моря – массовых видах бурых водорослей семейства фукусовые (*Fucus vesiculosus*, *F. distichus*, *F. cernatus*) – концентрации Fe и Mn повышены, по сравнению с япономорскими водорослями того же рода (*F. distichus* sbsp *evanescens*). Но если в Белом море концентрации Fe и Mn в воде и водорослях повышены, то концентрации биофильных микроэлементов и их химических аналогов (Zn, Cd) в организмах существенно снижены, а концентрации Cu сопоставимы с таковыми в япономорских гидробионтах [27, 28].

Причина такого несоответствия между содержанием металлов в воде и организмах находится в других ландшафтно-морфологических особенностях литорали двух морей. В частности, строение береговой линии западной части Японского моря и низкая амплитуда приливов (0.3–1 м) сформировали узкую литораль, что не предполагает развития на ней большой биомассы продуцентов. Биомасса макрофитов распределена мозаично и колеблется от 0.5–5 кг/м² на каменисто-галечных россыпях литорали и верхней сублиторали, и только в сублиторали повышается до 10–40 кг/м² [29]. В Белом море ширина прибрежной приливно-отливной полосы, занятой зарослями макрофитов, достигает нескольких километров [24] благодаря мелководности и высокой амплитуде приливов. Макрофиты на ней распределены практически сплошным поясом, наибольшая биомасса отмечена на Мурманском побережье – 6–46 кг/м², в Кандалакшском заливе – до 26 кг/м², что составляет 279 т/км² воды [24]. Слабый водообмен Белого моря приводит к изъятию биологически важных для жизнедеятельности элементов и их аналогов высокой биомассой литорали и сублиторали, на единицу которой приходится более низкие их концентрации.

Аналогичная картина распределения биофильных микроэлементов (снижение по сравнению с открытыми акваториями) наблюдается в макрофитах некоторых бухт южного Приморья (бухта Экспедиции, зал. Посыета), которые характеризуются мелководностью, закрытостью, высокими продуктивностью и биомассой по сравнению с более открытыми акваториями с низким уровнем антропогенного пресса [27–28, 30].

И в Японском, и в Белом море активно ведутся работы по выращиванию моллюсков в толще воды на подвесных конструкциях. Пониженный фон некоторых биологически важных микроэлементов, в частности цинка, в организмах прибрежных вод Белого моря сформировал также различия в динамике микроэлемента в сезонном репродуктивном цикле культивируемых моллюсков *Mytilus edulis* по сравнению с близкородственными япономорскими *M. trossulus* [31]. У более холодноводных беломорских мидий летом, в связи с выметом половых продуктов при нересте, происходит уменьшение массы мягких

тканей на 30–40 %, тогда как у более тепловодных черноморских и япономорских – на 50 % и выше [31]. Перед нерестом в беломорских мидиях происходит перераспределение очень важного для гаметогенеза цинка из соматических тканей в половые продукты, что приводит к существенной потере элемента при нересте. Более высокая концентрация цинка в половых продуктах мидий из Японского моря и их соматических тканях не требует перераспределения элемента. В результате после нереста концентрация цинка в мидиях Белого моря достоверно снижается, а в мидиях Японского – возрастает (см. табл.). В период покоя, приходящегося на осенние месяцы, концентрация цинка в беломорских и япономорских мидиях увеличивается. В Японском море этому способствует осенний паводок, приносящий с суши дополнительное количество микроэлементов. В Белом море это происходит при отсутствии осеннего паводка и соответственно без дополнительного поступления металла с суши [31].

Таблица. Изменения концентрации (мкг/г) и содержания Zn (мкг/особь) в мягких тканях культивируемых мидий (*Mytilus edulis* из Белого моря и *M. trossulus* из Японского моря) на разных стадиях репродуктивного цикла
 Table. Changes in the concentration (µg/g) and the content of Zn (µg/body) in the soft tissues of cultured mussels (*Mytilus edulis* from the White Sea and *M. trossulus* from the Sea of Japan) at different stages of the reproductive cycle

Параметр	Стадии репродуктивного цикла					
	Преднерест		Посленерест		Стадия медленного гаметогенеза	
	<i>M. edulis</i>	<i>M. trossulus</i>	<i>M. edulis</i>	<i>M. trossulus</i>	<i>M. edulis</i>	<i>M. trossulus</i>
Концентрация, мкг/г	46 ± 21	128 ± 26	33 ± 10	170 ± 45	50 ± 22	197 ± 44
Содержание, мкг/особь	53 ± 28	197 ± 56	27 ± 8	126 ± 59	48 ± 28	183 ± 75
Число проб	25	20	21	20	16	20

Таким образом, на распределение микроэлементов в тканях водных организмов оказывают влияние не только геохимические особенности вод, биологические и биохимические особенности вида, но и ландшафтно-морфологические характеристики побережья – водообмен, закрытость, мелководность акватории, формирующие объем водной продукции и биомассы.

Исследования геофагии среди растительноядных животных

В Тихоокеанском институте географии с 1980 г. проводятся исследования, связанные с определением причины геофагии (литофагии) среди растительноядных животных – явления, характерного лишь для некоторых местообитаний, преимущественно в горных регионах Земли. Следует заметить, что тема геофагии в России еще до недавнего времени была представлена только в ТИГе, в то время как за рубежом работы по данной тематике давно ведутся во многих научных учреждениях. Лишь в самые последние годы под влиянием идей, развиваемых в нашем институте, эта тема обозначилась и в российских вузах, в частности в МГУ им. М.В. Ломоносова и в Томском политехническом университете. Тему геофагии в нашем институте предложил и начал разрабатывать А.М. Паничев при поддержке Г.И. Худякова.

Ландшафтно-экологический аспект в теме геофагии до середины 2010-х гг. практически всеми исследователями определялся лишь с позиции представлений о натриевом голоде, который, как считалось, испытывают растительноядные, преимущественно копытные, животные, обитающие в натрийдефицитных ландшафтах. После обнаружения во многих поедаемых землях повышенного содержания натрия и особенно после натурных экспериментов с животными, которым предлагали на выбор различные соли [32], недостаток натрия в диете долго считался почти доказанной и безальтернативной причиной

потребления животными землистых веществ. И это несмотря на то, что в значительной доле случаев доступного животным натрия в поедаемых минеральных веществах было не больше, чем в окружающих почвах. В 2016 г. А.М. Паничевым после проведения большого объема исследований химического состава потребляемых животными минеральных веществ в Сихотэ-Алине [33], Горном Алтае [34] и на Кавказе [35], а также анализа данных зарубежных авторов [36] была предложена принципиально новая «редкоземельная» гипотеза [37]. Ее суть в том, что геофагия если не во всех, то в большинстве случаев напрямую не связана с дефицитом натрия в диете, а обусловлена нарушениями у животных соотношения поступающих в организм редкоземельных элементов, входящих в состав нервно-гуморальной регуляторной системы, влияющей на многие процессы в организме, прежде всего на минеральный обмен в целом. Инстинктивное потребление животными глинистых и других минеральных сорбентов – это естественный и эффективный способ изъятия из организма избытка ряда химических элементов, в первую очередь редкоземельных элементов тяжелой подгруппы, поступающих в составе пищи и питьевой воды и определяющих стресс-состояние иммунной системы организма.

Однозначно доказать это удалось только в 2020 г. после проведения комплексных ландшафтно-биогеохимических исследований в трех районах Приморского края, где ранее была выявлена активная геофагия среди животных (всего на территории Приморья выявлено семь таких районов). Как было определено нами ранее, общими минералогическими особенностями всех семи районов в Сихотэ-Алине, где встречается геофагия, является наличие одновозрастных ранне-среднекайнозойских ареалов риолитового вулканизма с характерной сильно выраженной поствулканической цеолитовой минерализацией, а также их редкометалльно-редкоземельная и часто золото-серебряная рудная специализация.

Для детальных исследований были выбраны три района из семи: один в верховьях р. Милоградовка, на территории национального парка «Зов тигра», второй в окрестности г. Солонцовая на территории Сихотэ-Алинского биосферного заповедника, и третий – в приводораздельной части рек Бикин и Максимовка. Во всех трех районах отбирались водные пробы, пробы горных пород, в том числе поедаемых животными на солонцах-кудурах (рис. 1), а также пробы кормовой растительности. Кроме того, в каждом районе добыто по 1 благородному оленю, от которых взяты биохимические пробы. Собранный материал изучен в Аналитическом центре Дальневосточного геологического института ДВО РАН, а также в специализированных лабораториях Томского политехнического института. Основные методы: ИСР-спектроскопия; сканирующая электронная микроско-



Рис. 1. Типичный солонец-кудур в верховьях р. Пешерка (бассейн р. Бикин). Лоси и изюбры поедают глинисто-цеолитовые породы по риолитовым туфам палеоценового возраста. Фотоловушка, 2021 г.

Fig. 1. A typical solonets-kudur in the upper reaches of Pescherka River (Bikin River basin). Mooses and red deers eat clay-zeolite rocks on rhyolite tuffs of Paleocene age. Photo trap, 2021

пия; рентгенографический минералогический анализ и петрография с использованием оптического микроскопа. В подавляющем большинстве исследованные воды оказались ультрапресными гидрокарбонатно-натриево-кальциевыми, в незначительном количестве – сульфатно-натриево-кальциевыми с малой долей хлорид-ионов. Минерализация их колеблется в среднем от 20 до 100 мг/л; pH гидрокарбонатных вод колеблется от 6.00 до 7.00, сульфатных – от 3.50 до 5.00. Среднее содержание сумм редкоземельных элементов в водах изученных районов оказалось резко повышенным, превышающим средние показатели по речным водотокам Приморья и Мира в десятки и сотни раз. Особенно большой разрыв в показателях наблюдается по редкоземельным элементам тяжелой подгруппы.

Согласно данным электронной микроскопии, во всех образцах исследованных пород обнаружены фазы редкоземельных элементов, представленные фосфатами (монацит, рабдофан, ксенотим), встречаются также карбонаты (бастнезит, паризит), силикаты (ортит) и труднодиагностируемые минеральные фазы сложного состава. Кроме того, обнаружены легко растворимые вторичные минералы редкоземельных элементов, близкие по составу рабдофану, а также вторичный бастнезит.

На высокий фон редкоземельных элементов в ландшафтных компонентах в пределах исследованных территорий указывает также факт их накопления в растительности. Показано, что максимальные концентрации редкоземельных элементов обнаруживаются в папоротниках (в среднем в 10–30 раз больше, чем в прочих травах). Однако в наиболее поедаемых видах трав, в лабазнике и осоках, относительно больше накапливается редкоземельных элементов тяжелой подгруппы, особенно европия. Картина накопления европия в кормовой растительности оказалась хорошо коррелируемой с концентрированием европия в головном мозге и крови оленей, добытых в районах исследований. У оленей, которые добыты на удалении от районов исследований, пика европия в мозге не выявлено.

Сопоставление химического состава поедаемых горных пород и копролитов оленей показало, что породы, взаимодействуя в пищеварительном тракте с биологическими электролитами, отдают в организм существенные количества натрия (от 3 до 4 г/кг), а калий, кальций, магний и фосфор активно сорбируют. В составе микроэлементов наиболее активно сорбируются редкоземельные элементы тяжелой подгруппы.

Выявленные факты, частично опубликованные [38], указывают на то, что проживание животных в условиях ландшафтных аномалий редкоземельных элементов создает избыточное «давление» неблагоприятного геохимического фактора на организм, что может проявляться при достижении в организме критического порога концентрации в мозге редкоземельных элементов тяжелой подгруппы в виде специфической поведенческой реакции – геофагии. Аналогичные стресс-реакции с геофагией наблюдались в эксперименте на мышах, имеющих признаки нарушений минерального обмена. У людей, проживающих в условиях аномалий редкоземельных элементов, в частности в Индии и Африке, выявлены тяжелые эндемические заболевания сердечной мышцы (эндомиокардиальный фиброз Леффлера).

Природными минеральными сорбентами, которыми пользуются животные, могут выступать глины различного минерального состава, цеолиты, разнообразные силициты (опоки, трепелы) и т.п. Руководствуясь способностью сенсорно ощущать вещества, обогащенные ионами натрия, животные отыскивают и потребляют в первую очередь натрийсодержащие минеральные сорбенты. Когда натрия в сорбентах мало, животные могут довольствоваться подходящими аналогами с низким его содержанием. В Горном Алтае, к примеру, поедаемые животными глинистые грунты, формируемые на основе метаморфических сланцев протерозоя, состоят преимущественно из иллит-хлоритовых глин и кварцполевошпатового песка и содержат в 10–100 раз меньше биодоступных форм натрия в сравнении с потребляемыми сорбентами Сихотэ-Алиня, тем не менее они достаточно эффективно сорбируют редкоземельные элементы тяжелой подгруппы.

Выявленные факты открывают целое поле новых направлений исследований.

Особенности берложных стаций бурого (*Ursus arctos*) и гималайского (*U. thibetanus*) медведей

Зимний период является для медведей наиболее критичным для выживания из-за неблагоприятных условий, кроме того в это время у самок рождаются медвежата. От выбора животными пригодных для устройства берлог мест с определенными характеристиками ландшафтов, обладающими защитными свойствами, зависит благополучие популяций этих хищных млекопитающих. Характеристики ландшафтов в местах расположения берлог изучали для бурых и гималайских медведей в Приморском крае [39] и для бурых медведей в Камчатском крае [40] и Сахалинской области [41]. При обнаружении берлоги оценивали такие характеристики места положения убежища, как высота над уровнем моря, экспозиция склона, крутизна склона (в %), позиция берлоги на склоне (верхняя треть, средняя треть или нижняя треть), тип и особенности растительности.

В Приморском крае исследования проходили в Сихотэ-Алинском государственном природном заповеднике и в его окрестностях. В 1993–2002 гг. было обнаружено 20 берлог бурых медведей (11 берлог семи самцов и 9 берлог семи самок) и 31 берлога гималайских медведей (21 берлога 12 самцов и 10 берлог четырех самок). Все берлоги принадлежали меченным радиоошейниками животным и были обнаружены при помощи радиотелеметрии.

У бурых медведей берлоги самцов располагались в среднем на высоте 872 м н.у.м., тогда как самок – 655 м н.у.м. Берлоги самцов располагались достоверно выше берлог самок. Самцы бурых медведей выбирали большие высоты по сравнению с позициями, выбранными случайно (100 случайных точек на территории исследования, где определяли высоту над уровнем моря). Все берлоги бурых медведей были на склонах. Самцы выбирали более крутые склоны, чем склоны из случайной выборки. Кроме того, берлоги самцов располагались на склонах с большим уклоном (в среднем 39 %), чем берлоги самок (в среднем 34 %). Медведи предпочитали для устройства берлог верхние трети склонов. В нижней трети склона была только одна берлога, в средней – шесть, тогда как в верхней трети – 13. На склонах восточной (40 %) и северной (30 %) экспозиций берлоги размещались чаще, чем на южной (20 %) и западной (10 %). Таким образом, бурые медведи на Сихотэ-Алине предпочитают при выборе места для берлог относительно высокие и крутые верхние трети склонов восточной и северной экспозиций [39].

Из 20 берлог бурых медведей 13 были расположены в лесах, в составе древостоя которых преобладали хвойные породы деревьев (ель аянская, пихта почкочешуйная, сосна корейская, лиственница Каяндера). Остальные семь берлог обнаружены в лиственных лесах (березняки, осинники и дубняки). В большинстве случаев берложные места имели высокие защитные свойства: высокую степень густоты древостоя, обилие кустарников и подроста. Большинство берлог находились в высотном поясе растительности, представленном пихтово-еловыми лесами.

У гималайских медведей берлоги самцов располагались на больших высотах по сравнению с берлогами самок (в среднем 629 и 491 м н.у.м. соответственно), но они находились ниже, чем места из случайной выборки [39]. В отличие от бурых медведей у гималайских берлоги часто были расположены в поймах рек и ключей (10 берлог). Другие берлоги были расположены на северных (7 берлог), западных (5 берлог), восточных (3 берлоги), южных склонах (3 берлоги) и хребтах (3 берлоги). Выбор гималайскими медведями пойм рек связан с обустройством ими зимних убежищ в дуплах толстоствольных деревьев (рис. 2).

В Камчатском крае исследования проходили в 2005–2006 гг. в бассейне р. Шумная в Кроноцком государственном природном заповеднике. Берлоги бурых медведей обнаруживали при целенаправленном поиске в местах, потенциально пригодных для их обустройства; в местах визуальной регистрации медведей, находящихся у берлог в постберложный период и при посещении мест нахождения животных, меченных GPS-ошейниками.

Было обнаружено 17 берлог. Из них одно зимнее убежище находилось в кальдере вулкана Узон, шесть в бассейне р. Гейзерная (окрестности Долины гейзеров) и 10 на левобережье среднего течения р. Шумная. Последние 10 берлог были расположены на небольшом участке верхней трети юго-западного склона, каньоном обрывающегося в Шумную на площади всего 12 км².

Все берлоги были расположены на склонах. Большая их часть (80 %) находилась в верхней трети склона (из них 13.3 % на хребте), а 20 % – в средней трети склона. Берлоги располагались на склонах с крутизной от 29 до 51 % (в среднем 41 %). Средняя высота над уровнем моря составила 512.8 м при максимуме 863 и минимуме 333 м. Одиннадцать берлог находились на склонах юго-западной экспозиции, еще две на близких к ней южной и западной, остальные распределялись на склонах разных экспозиций [40].

Одиннадцать берлог были в березовом лесу с доминированием в древостое березы Эрмана, остальные – в зоне произрастания только стланиковых форм кустарников. Ольховый стланник присутствовал у всех 17 берлог, кедровый стланник рядом с семью. В радиусе 10 м у 64.7 % берлог присутствовали деревья и во всех случаях кустарники (только один раз кустарники были единичны).

Таким образом, бурый медведь, обитающий в Кроноцком заповеднике, предпочитает устраивать берлоги на склонах, близких к юго-западной экспозиции, в зоне березовых лесов и стлаников.

В Сахалинской области в 2013 г. обнаружено две берлоги бурых медведей в бассейне р. Венгери в заказнике «Восточный». Обе берлоги принадлежали самкам, оснащенным GPS-ошейниками.

Берлоги были расположены на высотах 246 и 317 м н.у.м. на склонах восточной и северо-восточной экспозиций крутизной 40 и 44 %, обе в верхней трети склона. В обоих случаях убежища располагались в густых зарослях кедрового стланика в лесах с преобладанием в верхнем ярусе лиственницы Каяндера [41].

В целом для всех регионов, где проходили исследования, характерно обустройство медведями берлог в труднодоступных местах: для бурых медведей – в горной местности, на относительно больших высотах, в верхних частях крутых склонов, для гималайских медведей – в долинах рек (рис. 2) и на склонах разных экспозиций. Для увеличения выживаемости и воспроизводства медведей даны рекомендации по защите потенциальных мест обустройства берлог от вырубki леса и регулированию сезонов и методов охоты на медведей для снижения смертности взрослых самок [39, 40].



Рис. 2. Берлога гималайского медведя в дупле тополя, расположенная в пойме р. Джигитовка на Сихотэ-Алине

Fig. 2. The den of an Asiatic black bear in a hollow poplar tree, located in the floodplain of the Dzhigitovka River on Sikhote-Alin

Ландшафтный анализ при изучении экологических сукцессий

Изучение разнообразных смен растительности и экосистем практически невозможно без разнопланового анализа ландшафта – реального географического и абстрактного факторного пространства, среды экологических сукцессий. Этот вопрос рассмотрен на примере как природных, так и техногенных ландшафтов.

В горных таежных и гольцовых ландшафтах Буреинского нагорья (природные ландшафты в верховьях р. Бурей) выявлены пирогенные катастрофические смены и послепожарные демулационные (восстановительные) сукцессии (6 серий) [42]. Один из ведущих факторов, обуславливающих направление восстановительных сукцессий в этом регионе, – теплообеспеченность местообитания. Определение уровня теплообеспеченности проведено на основе жизненной формы растительного сообщества [43], поясно-зонального положения участка, экспозиции (инсоляционной и циркуляционной) и уклона поверхности, глубины залегания многолетней мерзлоты, типа почвообразования и других характеристик растительности и местообитания [44, 45].

Охарактеризован растительный покров участков золотодобычи нижнего Приамурья (техногенные горнопромышленные ландшафты бореально-лесной (таежной) зоны) [46]. После разработки месторождения на полигоне представлены существенно различные местообитания, поэтому в последующем растительный покров любого полигона представляет собой комбинацию нескольких сукцессионных серий. Серия 1 приурочена к высоким (3–5 м) дражным отвалам, сложенным крупной галькой. На этих участках грунт характеризуется высокой пористостью и практически полным отсутствием мелкозема. Для них характерны промывной (провальный) режим увлажнения, вынос элементов минерального питания и мелкозема (притом, что процессы выветривания весьма замедлены), контрастный температурный суточный режим вегетационного сезона (сильный нагрев в солнечные дни, охлаждение в ясные ночи). Серия 2 представлена там, где поверхностный слой дражных отвалов образован легко выветриваемыми породами или содержит включения глины или древесины (встречается в отвалах при плохой расчистке полигона). Эта же серия представлена на дражных отвалах после технической рекультивации и даже после разового прохождения бульдозера, в результате чего уменьшается пористость грунта и верхний слой оказывается образованным не только каменистой, но и более мелкими фракциями. Серия 3 характерна для эфелных отвалов, как рекультивированных, так и не затронутых рекультивацией. Серия 4 представлена на вскрышных отвалах, верхний слой которых сложен подпочвенными аллювиальными или делювиальными отложениями (в основном это относительно мощные отвалы высотой несколько метров). Серия 5 характерна для вскрышных отвалов, верхний слой которых сложен преимущественно почвенными горизонтами (в основном это маломощные отвалы). Серия 6 представлена в тех пазухах и отстойниках, где образуется пойма. Серия 7 приурочена к более или менее замкнутым отстойникам и, изредка, пазухам. На дражных полигонах основную площадь занимает серия 2, на участках, отработанных гидромеханизированным способом, преобладает серия 3. Дана количественная оценка влияния трех факторов – возраста техногенного рельефа, географического положения и топографического положения – на серийную растительность участков золотодобычи [46].

Изучены процессы самовосстановления растительного покрова в карьерно-отвальных комплексах Павловского угольного месторождения Приханкайской равнины (техногенные горнопромышленные ландшафты дальневосточной лесостепи) [47]. Типы местообитания выделены на основе сходства экологически значимых характеристик всех компонентов ландшафта, в том числе самой растительности как важного индикатора экологических условий. В результате выявлено, что наиболее контрастные территориальные смены местообитаний в изученных карьерно-отвальных комплексах связаны со сменой субстрата (горных пород, формирующих поверхностные отложения) и геохимическими особенностями местоположения. На рис. 3 многомерная матрица местообитаний показав-

на в виде проекции именно на эти ведущие факторы. Элювиальные и трансэлювиальные местоположения – это вершины, склоны разных экспозиций и крутизны, бугры. Аккумулятивные и трансаккумулятивные местоположения – это склоновые шлейфы, понижения между отвалами, западины, террасированные присклоновые участки. Субаквальные местоположения – это заполненные водой выемки, траншеи, понижения. Мезоморфная серия приурочена к весьма благоприятному по условиям увлажнения и минерального питания растений субстрату – отвалам четвертичных глин, суглинков и супесей. Ксеромезоморфная серия охватывает весьма разные субстраты, которые характеризуются довольно высокой скелетностью или плотностью. Гигромезоморфная серия охватывает весь спектр субстратов. Сходство или относительная биологическая равноценность ее местообитаний определяется, судя по всему, аккумулятивными и трансаккумулятивными местоположениями, которые характеризуются накоплением мелкозема (даже при большой каменистости горной породы) и относительно высокой влажностью. Гидроморфная серия приурочена к мелководьям глубиной до 0.5 м, где так же скапливается значительное количество мелкозема. Дана характеристика вариантов и стадий сукцессионных серий [47].

Горные породы	Местоположения		
	Элювиальные и трансэлювиальные	Аккумулятивные и трансаккумулятивные	Субаквальные
Глины, суглинки и супеси	М	ГМ	Г
Галечники, гравийники, пески и песчаники	КМ		
Аргиллиты, алевролиты, алевроиты и бурые угли			
Эффузивы и сланцы			

Рис. 3. Матрица местообитаний и экологические ареалы сукцессионных серий в карьерно-отвальных комплексах Павловского угольного месторождения. Экологические ареалы сукцессионных серий: М – мезоморфной, КМ – ксеромезоморфной, ГМ – гигромезоморфной, Г – гидроморфной

Fig. 3. The matrix of habitats and the ecological areas of successional series in the pit-dump complexes of the Pavlovsky coal field. The ecological areas of successional series: М – mesomorphic, КМ – xeromesomorphic, ГМ – hygromesomorphic, Г – hydromorphic

Разноплановый анализ ландшафта и разработка матрицы местообитаний позволяют отобразить не только смены растительности, но и экосистем в целом [48–50].

Заключение

В статье приведены некоторые результаты ландшафтно-экологических исследований, проводимых в Тихоокеанском институте географии ДВО РАН: реконструкция развития ландшафтов, изучение биогеохимических особенностей морского макробенто-

са, исследование геофагии у животных, анализ медвежьих берложных стадий, выявление сукцессионных смен экосистем. Использование ландшафтного подхода (ландшафтной концепции, понятий и методов ландшафтоведения) создает базис для углубленного разнопланового и разноуровневого анализа географической среды. Незаменимость ландшафтного подхода в экологических исследованиях состоит в том, что именно он позволяет рассматривать среду обитания во всех аспектах: с точки зрения и строения, и функционирования, и развития.

Литература

1. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Белянина Н.И., Мохова Л.М., Арсланов Х.А., Чернов С.Б. Эволюция ландшафтов Курильских островов в голоцене // Изв. РАН. Серия геогр. 2014. № 3. С. 43–50.
2. Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Belyanina N.I., Mokhova L.M., Arslanov Kh.A., Chernov S.B. Holocene climatic changes and vegetation development in the Kuril Islands // Quaternary International. 2013. Vol. 290–291. P. 126–138.
3. Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Arslanov Kh.A., Grebennikova T.A., Belyanina N.I., Mokhova L.M. Paleoenvironments of Kuril Islands in Late Pleistocene-Holocene: climatic changes and volcanic eruption effects // Quaternary International. 2011. Vol. 237. P. 4–14.
4. Ganzey L.A., Razjigaeva N.G., Grebennikova T.A., Lyashevskaya M.S., Il'ev A.Ya., Kaistrenko V.M., Kharlamov A.A. Influence of natural catastrophes for development of Southern Kuril Island landscapes in Holocene // Quaternary International. 2011. Vol. 237. P. 15–23.
5. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Мохова Л.М., Арсланов Х.А., Копотева Т.А., Рыбин А.В. Развитие озерно-болотных обстановок древней кальдеры о. Расшуа (Центральные Курилы) в голоцене // Тихоокеанская геология. 2012. Т. 31, № 4. С. 74–86.
6. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Белянина Н.И., Гребенникова Т.А., Арсланов Х.А., Пшеничникова Н.Ф., Рыбин А.В. Соотношение климатического и вулканогенного факторов в развитии ландшафтов острова Симушир (Центральные Курилы) в среднем–позднем голоцене // Тихоокеанская геология. 2013. Т. 32, № 3. С. 66–78.
7. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Арсланов Х.А., Мохова Л.М., Дегтерев А.В., Ганзей К.С., Пшеничникова Н.Ф., Максимов Ф.Е., Старикова А.А., Петров А.Ю. Запись палеогеографических событий позднеледниковья–голоцена в органогенных отложениях острова Матуа (Центральные Курилы) // Тихоокеанская геология. 2018. Т. 37, № 5. С. 48–64.
8. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Белянина Н.И. Первые данные о развитии ландшафтов на юге Курильских островов на рубеже плейстоцена–голоцена // Доклады Российской академии наук. 2010. Т. 430, № 1. С. 108–113.
9. Лящевская М.С., Гребенникова Т.А., Разжигаева Н.Г., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Старикова А.А. Деградация лесной растительности при изменении площади островной суши в голоцене (юг Малой Курильской гряды) // Изв. РАН. Серия геогр. 2018. № 1. С. 52–62.
10. Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Belyanina N.I., Kuznetsov V.Yu., Maksimov F.E. Last Interglacial climate changes and environments of the Lesser Kuril Arc, north-western Pacific // Quaternary International. 2011. Vol. 241, N 1–2. P. 35–50.
11. Макарова Т.Р., Гребенникова Т.А. Реконструкция изменений ландшафтов островов Малой Курильской гряды на основе состава диатомовой флоры позднеледниковья–голоценовых торфяников // География и природные ресурсы. 2015. № 2. С. 124–133.
12. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Мохова Л.М., Пшеничникова Н.Ф. Луговые ландшафты Южных Курил: происхождение, возраст и развитие // География и природные ресурсы. 2011. Т. 32, № 3. С. 96–104.
13. Короткий А.М., Разжигаева Н.Г., Гребенникова Т.А., Мохова Л.М., Базарова В.Б., Сулержицкий Л.Д., Лутаенко К.А. Осадконакопление и палеоландшафты позднего плейстоцена–голоцена бассейна р. Курилки (о. Итуруп, Курильские острова) // Тихоокеанская геология. 2000. Т. 19, № 5. С. 61–77.
14. Лящевская М.С., Ганзей К.С. Развитие природной среды центральной части острова Итуруп в среднем – позднем голоцене (Курильские острова) // Вестн. КРАУНЦ. Сер. Науки о Земле. 2011. № 1, вып. 17. С. 35–45.
15. Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Belyanina N.I., Ganzey K.S., Kaistrenko V.M., Arslanov Kh.A., Maksimov F.E., Rybin A.V. Multiproxy record of late holocene climatic changes and natural hazards from paleolake deposits of Urup Island (Kuril islands) // J. of Asian Earth Sciences. 2019. Vol. 181. P. 103916.
16. Разжигаева Н.Г., Белянина Н.И., Ганзей Л.А., Арсланов Х.А., Чернов С.Б. Происхождение и эволюция реликтовых лиственничников о. Шикотан (Малая Курильская гряда) в голоцене // География и природные ресурсы. 2013. № 2. С. 125–131.
17. Андерсон П.М., Белянин П.С., Белянина Н.И., Ложкин А.В. Эволюция растительного покрова западного побережья залива Петра Великого в позднем плейстоцене–голоцене // Тихоокеанская геология. 2017. Т. 36, № 4. С. 99–108.
18. Белянин П.С., Андерсон П.М., Ложкин А.В., Белянина Н.И., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Горнов Д.А. Изменения растительности на юге российского Дальнего Востока в среднем и позднем голоцене // Изв. РАН. Серия геогр. 2019. № 2. С. 69–84.

19. Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Lyashevskaya M.S., Makarova T.R., Kudryavtseva E.P., Grebennikova T.A., Panichev A.M., Arslanov Kh.A., Maksimov F.E., Petrov A.Yu., Malkov S.S. Climatic and human impacts on landscape development of the Murav'ev Amursky Peninsula (Russian South Far East) in the Middle/Late Holocene and historical time // *Quaternary International*. 2019. Vol. 516. P. 127–140.
20. Базарова В.Б., Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Копотева Т.А., Мохова Л.М., Паничев А.М., Климин М.А. Пирогенные события на юге Дальнего Востока в позднем плейстоцене–голоцене // *География и природные ресурсы*. 2017. № 4. С. 122–132.
21. Патин С.А., Морозов Н.П. Микроэлементы в морских организмах и экосистемах. М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. 152 с.
22. Шулькин В.М. Металлы в экосистемах морских мелководий. Владивосток: Дальнаука, 2004. 279 с.
23. Шулькин В.М. Сравнительная оценка азрального и флювиального поступления вещества в морские экосистемы (на примере Японского моря) // *География и природные ресурсы*. 2012. № 2. С. 135–140.
24. Кузнецов В.В. Белое море и биологические особенности его флоры и фауны. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. 322 с.
25. Система Белого моря. Том 2. Водная толща и взаимодействующие с ней атмосфера, криосфера, речной сток и биосфера. М.: Научный мир, 2012. 784 с.
26. Залогин Б.С., Косарев А.Н. Моря. М.: Мысль, 1999. 400 с.
27. Чернова Е.Н., Коженкова С.И. Определение пороговых концентраций металлов в водорослях-индикаторах прибрежных вод северо-западной части Японского моря // *Океанология*. 2016. Т. 56, № 3. С. 393–402.
28. Чернова Е.Н. Биогеохимический фон и особенности накопления металлов бурими водорослями рода *Fucus* из прибрежных вод Японского, Охотского и Белого морей // *Биология моря*. 2016. Т. 42, № 1. С. 60–68.
29. Калита Т.Л., Скрипцова А.В. Сублиторальные сообщества макрофитов Уссурийского и Амурского заливов (Японское море) в современных условиях // *Биология моря*. 2014. Т. 40, № 6. С. 427–434.
30. Чернова Е.Н., Христофорова Н.К., Вышкварцев Д.И. Тяжелые металлы в морских травах и водорослях залива Посыета Японского моря // *Биология моря*. 2002. № 6. С. 425–430.
31. Чернова Е.Н. Изменение концентраций тяжелых металлов в тканях беломорской мидии в связи с репродуктивным циклом // *Биология моря*. 2010. Т. 36, № 1. С. 63–69.
32. Stockstad D.S., Morris M.S., Lory E.C. Chemical characteristics of natural licks used by big game animals in western Montana // *Transactions of the North American Wildlife and Natural Resources Conference*. 1953. Vol. 18. P. 247–257.
33. Panichev A.M., Seryodkin I.V., Zaumyslova O.Yu., Wach E.A., Stolyarova T.A., Sergievich A.A., Popov V.K., Chekryzhov I.Yu., Blokhin M.G., Khoroshikh P.P. Results of geological and geochemical investigations of Kaplanov kudurs in Sikhote-Alin, Russian Far East // *Arabian Journal of Geosciences*. 2018. Vol. 11 (493).
34. Panichev A.M., Seryodkin I.V., Kalinkin Y.N., Makarevich R.A., Stolyarova T.A., Sergievich A.A., Khoroshikh P.P. Development of the “rare-earth” hypothesis to explain the reasons of geophagy in Teletskoye Lake are kudurs (Gorny Altai, Russia) // *Environmental Geochemistry and Health*. 2018. Vol. 40 (4). P. 1299–1316.
35. Panichev A.M., Trepet S.A., Chekryzhov I.Yu., Seryodkin I.V., Vakh E.A., Makarevich R.A., Eskina T.G., Bibina K.V., Stolyarova T.A., Mitina E.I., Ivanov V.V., Ostapenko D.S., Kholodov A.S., Golokhvast K.S. A study of kudurs used by wild animals located on the water sources high in REE content in the Caucasus Nature Reserve // *Environmental Geochemistry and Health*. 2021. Vol. 43 (1). P. 91–112.
36. Panichev A.A., Popov V.K., Chekryzhov I.Yu., Seryodkin I.V., Stolyarova T.A., Zakusin S.V., Sergievich A.A., Khoroshikh P.P. Rare earth elements upon assessment of reasons of the geophagy in Sikhote-Alin region (Russian Federation), Africa and other world regions // *Environmental Geochemistry and Health*. 2016. Vol. 38 (6). P. 1255–1270.
37. Паничев А.М. Литофагия: причины феномена // *Природа*. 2016. № 4. С. 25–34.
38. Паничев А.М., Барановская Н.В., Чекрыжов И.Ю., Середкин И.В., Вах Е.А., Беляновская А.И. Редкоземельные элементы как причинный фактор геофагии среди растительноядных животных // *Докл. Российской академии наук. Науки о Земле*. 2021. Т. 499, № 1. С. 82–86.
39. 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 (2). P. 153–161.
40. Seryodkin I.V., Zhakov V.V., Paczkowski J. Brown bear (*Ursus arctos*) (Carnivora, Mammalia) dens of the Kronotsky Nature Reserve // *Поволжский экологический журнал*. 2018. № 1. С. 101–105.
41. Середкин И.В. Географическая характеристика мест обустройства берлог бурым медведем на Дальнем Востоке России // *Материалы XV совещания географов Сибири и Дальнего Востока (г. Улан-Удэ, 10–13 сентября 2015 г.)*. Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2015. С. 452–454.
42. Осипов С.В. Динамика растительного покрова таежных и гольцовых ландшафтов в верховьях реки Бурея (дальневосточный сектор Азии) // *Сибирский экологический журн*. 2012. № 3. С. 325–335.
43. Крылов А.Г. Жизненные формы лесных фитоценозов. Л.: Наука, 1984. 182 с.
44. Осипов С.В. Понятия «плакор» и «зональное местообитание» и их использование при выявлении зональной растительности и зональных экосистем // *Изв. РАН. Серия геогр.* 2006. № 2. С. 59–65.
45. Осипов С.В. Растительный покров природного заповедника «Буреинский» (горные таежные и гольцовые ландшафты Приамурья). Владивосток: Дальнаука, 2012. 219 с.

46. Осипов С.В. Серийная растительность участков золотодобычи в таежной зоне Нижнего Приамурья // Ботан. журн. 2006. Т. 91, № 4. С. 521–532.
47. Осипов С.В., Ивакина Е.В. Растительный покров карьерно-отвалных комплексов в дальневосточных лесостепных ландшафтах // Ботан. журн. 2016. Т. 101, № 1. С. 45–63.
48. Осипов С.В., Бисеров М.Ф. Пойменные серии растительного покрова и населения птиц в горно-таежных ландшафтах Буреинского нагорья // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биол. 2016. Т. 121, вып. 1. С. 43–52.
49. Осипов С.В., Бисеров М.Ф. Пирогенная динамика растительного покрова и населения птиц горно-таежного ландшафта (на материале исследований в Буреинском нагорье) // Изв. РАН. Серия биол. 2017. № 4. С. 454–464.
50. Осипов С.В., Бисеров М.Ф. Население птиц в бореальном горно-долинном ландшафте, нарушенном золотодобычей // Экология. 2017. № 1. С. 28–34.

References

1. Razzhigaeva, N.G.; Ganzei, L.A.; Grebennikova, T.A.; Belyanina, N.I.; Mokhova, L.M.; Arslanov, Kh.A.; Chernov, S.B. Landscape evolution of Kuril Islands in the Holocene. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*. 2014, 3, 43–50. (In Russian)
2. Razzhigaeva, N.G.; Ganzei, L.A.; Grebennikova, T.A.; Belyanina, N.I.; Mokhova, L.M.; Arslanov, Kh.A.; Chernov, S.B. Holocene climatic changes and vegetation development in the Kuril Islands. *Quaternary International*. 2013, 290–291, 126–138.
3. Razzhigaeva, N.G.; Ganzei, L.A.; Arslanov, Kh.A.; Grebennikova, T.A.; Belyanina, N.I.; Mokhova, L.M. Paleoenvironments of Kuril Islands in Late Pleistocene-Holocene: climatic changes and volcanic eruption effects. *Quaternary International*. 2011, 237, 4–14.
4. Ganzei, L.A.; Razzhigaeva, N.G.; Grebennikova, T.A.; Lyashevskaya, M.S.; Il'ev, A.Ya.; Kaistrenko, V.M.; Kharlamov, A.A. Influence of natural catastrophes for development of Southern Kuril Island landscapes in Holocene. *Quaternary International*. 2011, 237, 15–23.
5. Razzhigaeva, N.G.; Ganzei, L.A.; Grebennikova, T.A.; Mokhova, L.M.; Arslanov, Kh.A.; Kopoteva, T.A.; Rybin, A.V. Development of lacustrine-boggy sedimentary environments in the ancient Rasshua Island caldera (Central Kuril Islands) in the Holocene. *Russian Journal of Pacific Geology*. 2012, 31, 4, 74–86. (In Russian)
6. Razzhigaeva, N.G.; Ganzei, L.A.; Belyanina, N.I.; Grebennikova, T.A.; Arslanov, Kh.A.; Pshenichnikova, N.F.; Rybin, A.V. Role climatic and volcanogenic factors in the formation of organogenic sediments and the development of landscape on Simushir Island (Central Kurils) in the Middle-Late Holocene. *Russian Journal of Pacific Geology*. 2013, 32, 3, 66–78. (In Russian)
7. Razzhigaeva, N.G.; Ganzei, L.A.; Arslanov, Kh.A.; Mokhova, L.M.; Degterev, A.V.; Ganzei, K.S.; Pshenichnikova, N.F.; Maksimov, F.E.; Starikova, A.A.; Petrov, A.Yu. Record of Late Glacial–Holocene Paleogeographical Events in Organogenic Deposits of Matua Island (Central Kurils). *Russian Journal of Pacific Geology*. 2018, 37, 5, 48–64. (In Russian)
8. Razzhigaeva, N.G.; Ganzei, L.A.; Belyanina, N.I. First Data on Landscape Evolution in the South Kurile Islands at the Pleistocene-Holocene transition. *Doklady Earth Science*. 2010, 430(1), 108–113. (In Russian)
9. Lyashevskaya, M.S.; Grebennikova, T.A.; Razzhigaeva, N.G.; Arslanov, Kh.A.; Maksimov, F.E.; Starikova, A.A. Degradation of forest vegetation under island area variations in Holocene (the south of Lesser Kuril Ridge). *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*. 2018, 1, 52–62. (In Russian)
10. Razzhigaeva, N.G.; Ganzei, L.A.; Grebennikova, T.A.; Belyanina, N.I.; Kuznetsov, V.Yu.; Maksimov, F.E. Last Interglacial climate changes and environments of the Lesser Kuril Arc, north-western Pacific. *Quaternary International*. 2011, 241, 1–2, 35–50.
11. Makarova, T.R., Grebennikova, T.A. Reconstructing the natural conditions of the islands of the Lesser Kuril Ridge from the composition of diatom flora of the Late Pleistocene–Holocene peat deposits. *Geography and Natural Resources*. 2015, 36(2), 124–133. (In Russian)
12. Razzhigaeva, N.G.; Ganzei, L.A.; Mokhova, L.M.; Pshenichnikova, N.F. Meadow landscapes of Southern Kurils: origin, age and developments. *Geography and Natural Resources*. 2011, 32(3), 96–104. (In Russian)
13. Korotkiy, A.M.; Razzhigaeva, N.G.; Grebennikova, T.A.; Mokhova, L.M.; Bazarova, V.B.; Sulerzhitskiy, L.D.; Lutaenko, K.A. Late Pleistocene-Holocene sedimentation and paleolandscapes of the Kurilka River basin (Iturup Island, Kuriles). *Russian Journal of Pacific Geology*. 2000, 19(5), 61–77. (In Russian)
14. Lyashevskaya, M.S.; Ganzei, K.S., Environmental evolution of Iturup island in Holocene, Kurile islands. *Bulletin of Kamchatka regional association "Educational-Scientific center"*. *Earth Sci*. 2011, 1, 7, 35–45. (In Russian)
15. Razzhigaeva, N.G.; Ganzei, L.A.; Grebennikova, T.A.; Belyanina, N.I.; Ganzei, K.S.; Kaistrenko, V.M.; Arslanov, Kh.A.; Maksimov, F.E.; Rybin, A.V. Multiproxy record of late holocene climatic changes and natural hazards from paleolake deposits of Urup Island (Kuril islands). *Journal of Asian Earth Sciences*. 2019, 181, 103916.
16. Razzhigaeva, N.G.; Belyanina, N. I.; Ganzei, L.A.; Arslanov, Kh.A.; Chernov, S.B. The origin and evolution of relict larch stands on Shikotan Island (Lesser Kuril Ridge) in the Holocene. *Geography and Natural Resources*. 2013, (2), 125–131. (In Russian)

17. Anderson, P.M.; Belyanin, P.S.; Belyanina, N.I.; Lozhkin, A.B. Evolution of the vegetation cover of Peter the Great Bay western coast in the late Pleistocene-Holocene. *Russian Journal of Pacific Geology*. 2017, 36(4), 99–108. (In Russian)
18. Belyanin, P.S.; Anderson, P.M.; Lozhkin, A.B.; Belyanina, N.I.; Arslanov, Kh.A.; Maksimov, F.E.; Gornov, D.A. Vegetation changes in the south of the Russian Far East in the middle and late Holocene. *Izvestiya RAN. Seriya Geograficheskaya*. 2019, 2, 69–84. (In Russian)
19. Razjigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Lyashevskaya, M.S.; Makarova, T.R.; Kudryavtseva, E.P.; Grebennikova, T.A.; Panichev, A.M.; Arslanov, Kh.A.; Maksimov, F.E.; Petrov, A.Yu.; Malkov, S.S. Climatic and human impacts on landscape development of the Murav'ev Amursky Peninsula (Russian South Far East) in the Middle/Late Holocene and historical time. *Quaternary International*. 2019, 516, 127–140.
20. Bazarova, V.B.; Razzhigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Kopoteva, T.A.; Mokhova, L.M.; Panichev, A.M.; Klimin, M.A. Pyrogenic events in the south of the Far East in the late Pleistocene-Holocene. *Geography and Natural Resources*. 2017, 4, 122–132. (In Russian)
21. Patin, S.A.; Morozov, N.P. Microelements in marine organisms and ecosystems. *Legkaya i pischevaya promyshlennost*: Moscow, Russia, 1981, 152 p. (In Russian)
22. Shulkin, V.M. Metals in the ecosystems of marine shallow waters. *Dal'nauka*: Vladivostok, Russia, 2004, 279 p. (In Russian)
23. Shulkin, V.M. Comparative assessment of the aerial and fluvial inputs of matter into marine ecosystems. *Geography and Natural Resources*. 2012, 2, 135–140. (In Russian)
24. Kuznetsov, V.V. White Sea and Biological Characteristics of its Flora and Fauna. *Akad. Nauk SSSR*: Moscow, Russia, 1960, 322 p. (In Russian)
25. White Sea system. Volume II. The water column and the atmosphere, cryosphere, river runoff and biosphere interacting with it. *Nauchnyi mir*: Moscow, Russia, 2012, 784 p. (In Russian)
26. Zalogin, B.S.; Kosarev, A.N. The Seas. *Mysl*: Moscow, Russia, 1999, 400 p. (In Russian)
27. Chernova, E.N.; Kozhenkova, S.I. Determination of Threshold Concentrations of Metals in Indicator Algae of Coastal Waters in the Northwest Sea of Japan. *Oceanology*. 2016, 56(3), 363–371. (In Russian)
28. Chernova, E.N. The Biogeochemical Background and Trace Metal Accumulation by Brown Algae of the Genus *Fucus* in Coastal Waters of the Sea of Japan, the Sea of Okhotsk, and the White Sea. *Russian Journal of Marine Biology*. 2016, 42(1), 60–68. (In Russian)
29. Kalita, T.L.; Skriptsova, A.V. The current state of subtidal macrophyte communities of Ussuriysky and Amursky Bays, Sea of Japan. *Russian Journal of Marine Biology*. 2014, 40(6), 427–434. (In Russian)
30. Chernova, E.N.; Khristoforova, N.K.; Vyshkvartsev, D.I. Heavy metals in sea grasses and algae in the Pos'et Bay of the Sea of Japan. *Russian Journal of Marine Biology*. 2002, 6, 425–430. (In Russian)
31. Chernova, E.N. Changes in trace metal concentrations in the tissues of the White Sea mussel *Mytilus edulis* over the reproductive cycle. *Russian Journal of Marine Biology*. 2010, 36(1), 63–69. (In Russian)
32. Stockstad, D.S.; Morris, M.S.; Lory, E.C. Chemical characteristics of natural licks used by big game animals in western Montana. *Transactions of the North American Wildlife and Natural Resources Conference*. 1953, 18, 247–257.
33. Panichev, A.M.; Seryodkin, I.V.; Zaumyslova, O.Yu.; Wach, E.A.; Stolyarova, T.A.; Sergievich, A.A.; Popov, V.K.; Chekryzhov, I.Yu.; Blokhin, M.G.; Khoroshikh, P.P. Results of geological and geochemical investigations of Kaplanov kudurs in Sikhote-Alin, Russian Far East. *Arabian Journal of Geosciences*. 2018, 11(493).
34. Panichev, A.M.; Seryodkin, I.V.; Kalinkin, Y.N.; Makarevich, R.A.; Stolyarova, T.A.; Sergievich, A.A.; Khoroshikh, P.P. Development of the “rare-earth” hypothesis to explain the reasons of geophagy in Teletskoye Lake are kudurs (Gorny Altai, Russia). *Environmental Geochemistry and Health*. 2018, 40(4), 1299–1316.
35. Panichev, A.M.; Trepet, S.A.; Chekryzhov, I.Yu.; Seryodkin, I.V.; Vakh, E.A.; Makarevich, R.A.; Eskina, T.G.; Bibina, K.V.; Stolyarova, T.A.; Mitina, E.I.; Ivanov, V.V.; Ostapenko, D.S.; Kholodov, A.S.; Golokhvast, K.S. A study of kudurs used by wild animals located on the water sources high in REE content in the Caucasus Nature Reserve. *Environmental Geochemistry and Health*. 2021, 43(1), 91–112.
36. Panichev, A.A.; Popov, V.K.; Chekryzhov, I.Yu.; Seryodkin, I.V.; Stolyarova, T.A.; Zakusin, S.V.; Sergievich, A.A.; Khoroshikh, P.P. Rare earth elements upon assessment of reasons of the geophagy in Sikhote-Alin region (Russian Federation), Africa and other world regions. *Environmental Geochemistry and Health*. 2016, 38(6), 1255–1270.
37. Panichev, A.M. Litophagy: the causes of the phenomenon. *Priroda*. 2016, 4, 25–34. (In Russian)
38. Panichev, A.M.; Baranovskaya, N.V.; Chekryzhov, I.Yu.; Seryodkin, I.V.; Vakh, E.A.; Belyanovskaya, A.I. Rare earth elements as a causal factor of geophagy among herbivorous animals. *Reports of the Russian Academy of Sciences. Earth Sciences*. 2021, 499, 1, 82–86. (In Russian)
39. 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.
40. 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.
41. Seryodkin, I.V. Geographic Characteristics of Locations of Brown Bear Dens in the Russian Far East. In *Proceedings of the 15th Scientific Meeting of Geographers of Siberia and the Far East (Ulan-Ude, 10–13 September, 2015)*; V.B. Sochava Institute of Geography of the SB RAS: Irkutsk, Russia, 2015, 452–454. (In Russian)

42. Osipov, S.V. Vegetation dynamics of taiga and alpine landscapes in the upper part of the Bureya River basin. *Contemporary Problems of Ecology*. 2012, 5(3), 235–243.
43. Krylov, A.G. Life forms of forest phytocoenoses. Nauka: Leningrad, 1984, 182 p. (In Russian)
44. Osipov, S.V. The concepts of “plakor” and “zonal sites” and their usage for disclosing of zonal vegetation and zonal ecosystems. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*. 2006, 2, 59–65. (In Russian)
45. Osipov, S.V. Vegetation cover of the Bureya Nature Reserve (Mountain taiga and golets (alpine) landscapes of the Amur River region). Dalnauka: Vladivostok, Russia, 2012, 219 p. (In Russian)
46. Osipov, S.V. Serial vegetation of gold mining sites in the taiga zone of the lower Amur River basin. *Botanicheskiy Zhurnal*. 2006, 91(4), 521–532. (In Russian)
47. Osipov, S.V.; Ivakina, E.V. Vegetation cover of the pit-dump complexes in the Far Eastern forest-steppe landscapes. *Botanicheskiy Zhurnal*. 2016, 101(1), 45–63. (In Russian)
48. Osipov, S.V.; Biserov, M.F. Floodplain series of vegetation cover and bird population in mountain-taiga landscapes of the Bureya Mountains. *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological ser.* 2016, 121(1), 43–52. (In Russian)
49. Osipov, S.V.; Biserov, M.F. Pyrogenic dynamics of vegetation cover and bird population in a mountain taiga landscape (a case study at the Bureya Mountains). *Biology Bulletin*. 2017, 44(4), 449–459.
50. Osipov, S.V.; Biserov, M.F. Population of birds in the boreal mountain-valley landscape disturbed by gold mining. *Russian Journal of Ecology*. 2017, 48(1), 45–50.

Статья поступила в редакцию 10.07.2021; одобрена после рецензирования 11.01.2022; принята к публикации 17.01.2022.

The article was submitted 10.07.2021; approved after reviewing 11.01.2022; accepted for publication 17.01.2022.



Особый режим как фактор экономического развития Калининградской области в меняющихся внешних условиях

Леонид Борисович ВАРДОМСКИЙ

Институт экономики РАН, Москва, Россия, wardom@yandex.ru

Аннотация. Геополитическое и транспортное положение Калининградской области при ограниченном региональном рынке определяет необходимость государственной поддержки социально-экономического развития в виде установления для нее особого (преференциального) налогового и таможенного режима. На протяжении 30 лет происходила его адаптация к меняющимся внешним условиям, связанным с расширением ЕС и НАТО, заключением соглашения о Восточном партнерстве, вступлением России в ВТО, реализацией проекта Новый шелковый путь, созданием ЕАЭС, усилением экономического и политического давления Запада на Россию. В 1990-е и первой половине 2000-х годов преобладали идеи развития Калининградской области как «пилотного региона российско-европейской экономической интеграции». Но затем с учетом охлаждения отношений с западными соседями и роста потенциала ШОС и БРИКС произошел переход к многовекторной модели развития внешнеторговых связей. В их структуре на ведущие роли выходят такие страны как КНР, Республика Корея, Бразилия. Обострение геополитических противоречий с Западом вызвало потребность в активизации интеграции в рамках Союзного государства России и Беларуси. В этом процессе значимую роль может и должна сыграть Калининградская область, которая имеет потенциал для выполнения функции «пилотного региона» евразийской интеграции и Большого евразийского партнерства. Эффективность преференциального механизма для области во многом выражается в восходящем развитии компаний, способных использовать его возможности. Такие компании как «Содружество» и «Автотор» в прошедшие годы обеспечивали более высокие темпы роста региональной экономики по сравнению со среднероссийскими. Эти компании играют все более весомую роль во внешних и внутрироссийских связях региона и обеспечивают развитие региона в меняющихся условиях.

Ключевые слова: Калининградская область, эксклав, страны ЕС, геополитика, особая зона, внешняя торговля, компании, Беларусь, Союзное государство, Шелковый путь, транзит.

Для цитирования: Вардомский Л.Б. Особый режим как фактор экономического развития Калининградской области в меняющихся внешних условиях // Тихоокеанская география. 2022. № 1. С. 35–44. https://doi.org/10.35735/26870509_2022_9_3.

Special regime as a factor in the economic development of the Kaliningrad region in changing external conditions

LEONID B. VARDOMSKIY

Institute of Economics of RAS, Moscow, Russia, wardom@yandex.ru

Abstract. The geopolitical and transport position of the Kaliningrad region with a limited regional market determines the need for state support for its socio-economic development in the form of establishing a special (preferential) tax and customs regime for it. For 30 years, the region has been adapting to changing external conditions related to the expansion of the EU and NATO, the conclusion of the Eastern Partnership Agreement, Russia's accession to the WTO, the implementation of the new 'silk road' project, creation of the EAEU, and enhancement of the economic and political pressure of the West to Russia. In the 1990s and the first half of the 2000s, the ideas of the development of the Kaliningrad region as the "pilot region of Russian-European economic integration" were dominated. Then, taking into account the cooling of relations with the Western neighbors and the growth of the potential of the SCO and BRICS, there was a transition to a multi-vector model for the development of foreign trade relations. In their structure, the countries such as the PRC, the Republic of Korea, and Brazil take the leading roles. Aggravation of geopolitical contradictions with the West caused the need to enhance integration within the framework of the Union State of Russia and Belarus. In this process, the Kaliningrad region, which has the potential to serve as a "pilot region" of Eurasian integration and a greater Eurasian partnership, can and should play a significant role. The effectiveness of the preferential mechanism for the region is largely expressed in the upward development of companies that are capable to use its capabilities. Companies such as "Sodruzhestvo" and "Avtotor" in recent years have provided higher growth rates for the regional economy compared to the Russian average. These companies play an increasingly significant role in the region's external and domestic ties and ensure the development of the region in a changing environment.

Keywords: Kaliningrad region, exclave, EU countries, geopolitics, special zone, foreign trade, companies, Belarus, Union State, Silk Road, transit.

For citation: Vardomskiy L.B. Special regime as a factor in the economic development of the Kaliningrad region in changing external conditions. *Pacific Geography*. 2022; (1): 35–44. (In Russ.). https://doi.org/10.35735/26870509_2022_9_3.

Введение

Для России, страны с громадным и сильно дифференцированным по условиям социально-экономического развития пространством, большое значение имеет использование особых режимов, выравнивающих эти условия. Этот вопрос возник еще в конце существования СССР, когда на советскую почву пытались перенести хорошо зарекомендовавшие себя в КНР специальные экономические зоны. Преференциальные модели развития в том или ином формате пытались и пытаются применить в России. Но результативность особых режимов, как показал опыт, сильно зависит, с одной стороны, от способности частных компаний его эффективно использовать в конкретных геоэкономических и геополитических условиях, а с другой – от своевременности и адекватности создаваемых государством на федеральном и региональном уровнях специальных институтов развития в виде законодательно закреплённых преференциальных норм ведения бизнеса. В статье рассматривается опыт применения преференциальных режимов в Калининградской об-

ласти (КО) для нивелирования действия эксклавного положения и быстро меняющихся геополитических условий, который может быть полезен и для регионов российского Дальнего Востока.

Материалы и методы

После распада СССР кардинально изменились условия развития КО, которой посвящено множество монографий и докладов, выпущенных в России и за рубежом. Среди широкого круга авторов, исследовавших модель экономического развития КО, следует упомянуть Е.Ю. Винокурова, Ю.М. Зверева, А.П. Ершова, А.П. Клемешева, С.Д. Козлова, О.В. Кузнецову, Ю.С. Маточкина, Ж. Сапира, Н.В. Смородинскую, Г.М. Федорова. Настоящая статья опирается на научные разработки этих ученых, а также публикуемые федеральными и региональными ведомствами официальные материалы. Главная идея настоящей статьи заключается в том, что географическое положение является важным ресурсом развития региона, оно достаточно динамично с точки зрения его внешних составляющих, но для его активного и эффективного использования важны совместные усилия региональных и федеральных органов власти, бизнеса и сообществ.

Калининградская область расположена внутри северной части пространства между Балтийским и Черным морями, именуемого в литературе Балто-черноморским междуморьем (БЧММ), занимаемого странами восточной периферии ЕС и западной части СНГ. Это пространство образует своего рода перешеек между Западной Европой и Россией [1, 2]. В этом контексте вполне очевидна необходимость широкого включения области в международные экономические связи.

Сегодня КО – один из наиболее открытых регионов РФ. Отношение внешнеторгового оборота к ВРП у региона по данным на 2019 г. почти в 3 раза больше, чем у РФ, соответственно 118.4 % и 45.5 %. Но при этом областная экономика с ее ограниченным внутренним рынком несет существенные транспортные издержки при осуществлении связей с другими регионами России из-за неизбежности больших транзитных затрат при сухопутном варианте сообщения и многократных перегрузок и увеличения продолжительности сообщения – при морском варианте. В этой связи через порты области не проходят значимые внешнеторговые потоки других российских регионов [3]. Таким образом, условия эксклава с выходом к морю создают и предпосылки, и ограничения для развития области. К сожалению, для большинства внешних и российских инвесторов более существенны ограничения в виде оторванности области от российского рынка, сохраняющихся важных оборонных функций и большой чувствительности к меняющимся геополитическим условиям. В силу этого в статье при оценке динамики внешних связей и стимулирующих их преференциальных режимов использованы элементы регионального геополитического анализа.

Постановка задачи

До начала 2000-х гг. преобладали идеи развития БЧММ как зоны контакта Европы и России. Бывшие страны СЭВ активно поддерживали рыночную трансформацию и продвижение европейских ценностей в Россию и другие постсоветские государства. На фоне успешной европейской интеграции выдвигалась идея формирования Большой Европы от Лиссабона до Владивостока. В этом контексте КО рассматривалась как «пилотный регион российско-европейской экономической интеграции», как зона контакта России со странами Восточной Европы – новыми членами ЕС [4, 5]. В 1990-е гг. активно налаживались торговые связи с балтийскими соседями области. Этому способствовало введение преференциального таможенного режима в рамках учрежденной в 1991 г. «свободной эко-

номической зоны «Янтарь», которая с 1996 г. стала действовать на основе федерального закона под названием «особой экономической зоны» (ОЭЗ). Упор в рамках ОЭЗ на режим свободной таможенной зоны (СТЗ) в ограниченной степени стимулировал экспортное производство из-за его низкой конкурентоспособности, но активно содействовал росту импорту, замещающему связи с остальной Россией. В период с 1992 по 2005 г. экспорт КО (товары и услуги) увеличился в 22 раза, а импорт в 77 раз [6]. Импорт оказывал двоякое влияние на региональную экономику: с одной стороны, он способствовал развитию сборочных и перерабатывающих производств импортозамещающего характера, но работающих на импортных компонентах, материалах и сырье, а с другой – разрушительно влиял на те сегменты региональной экономики, которые опирались на местные ресурсы и ресурсы, поставляемые из других регионов России. В связи с вступлением в ЕС соседних Литвы и Польши режим СТЗ многократно корректировался с целью преодоления противоречий с внутренним законодательством и меняющимися внешними условиями и, в частности, ухудшением условия коммуникации области с основной Россией [5].

Для повышения инвестиционной привлекательности области стал использоваться инструмент федеральных целевых программ развития области с бюджетным финансированием инфраструктурных, социальных и производственных объектов. Новый федеральный закон о Калининградской ОЭЗ от 2006 г. при сохранении режима таможенной зоны для ряда производств ввел в деятельность зоны институт резидентства и налоговые льготы для российских и зарубежных инвесторов, готовых участвовать в проектах стоимостью более 150 млн руб. [7].

Вступление соседей КО в НАТО стало фактором, вызвавшим нарастающее разобщение России и ее западных соседей. Обострение отношений началось с запуском проекта Восточного партнерства, но резко активизировалось в результате государственного переворота в Украине и последующих за ним военно-политических событий. Главный смысл приверженности стран БЧММ к «кордонной политике» связан с их стремлением через НАТО укрепить свою безопасность в условиях политического и экономического усиления РФ, одновременно увеличив ренту от соседского с ней положения (доходы от транзита и гранты из фондов ЕС). При этом все они рассчитывают посредством усиления давления ослабить Россию, принудить ее к лояльности западному миру со всеми последующими политическими и экономическими для себя дивидендами.

Попутно страны БЧММ при поддержке США нацелены на решение национальных стратегических задач: Польша стремится потеснить Германию в управлении европейским интеграционным процессом, а также возродить в приемлемых формах «Речь Посполитую», Румыния пытается решить свою историческую задачу – присоединить к себе Молдову, Литва опасается возможных планов России создать прямой коридор в Калининградскую область и одновременно хотела бы усилить свое влияние в союзной РФ Беларуси, а элиты Латвии и Эстонии видят для себя риски от политической активности русскоязычной диаспоры, Украина же стремится вернуть утраченные территории и утвердиться как «АнтиРоссия». Отражением «кордонной» политики стали экономические и политические санкции, «информационная война», выдвижение сил НАТО на границы России и военное освоение блока пространства Украины.

В ответ РФ проводит меры оборонного характера, ввела встречные торговые санкции, усиливает азиатский вектор своей внешней торговли, осуществляет политику импортозамещения, стремится укрепить евразийскую интеграцию, создает альтернативную инфраструктуру, позволяющую снизить возросшие в 2010-е гг. геополитические и экономические риски [8]. В особой мере последнее касается транзита углеводородов через Украину и страны Балтии, от сокращения которого пострадал экспорт и бюджетные доходы КО, равно как и Республики Беларусь (РБ), не дающей сомкнуться балтийскому и черноморскому флангам геополитического «кордона»¹.

¹ Геополитические последствия отрыва Беларуси от России для КО подробно описаны в статье С. Суханкина, опубликованной в 2021 г. в трудах Джеймстаунского фонда [9].

Ответ России обусловлен не только стремлением побудить страны-соседи к изменению «кордонной» политики через лишение их части доходов, но и задачами обеспечения своей безопасности в осуществлении внешнеэкономических связей и создания инфраструктуры, соответствующей современным экономическим и экологическим требованиям. В этой политике России центральное место занимает КО, в настоящее время сочетающая определенным образом миссии «непотопляемого авианосца России» и региона, активно включенного в глобальные и региональные экономические связи. В этом контексте важную роль играет особый экономический режим и его постоянная адаптация к меняющимся условиям.

Результаты и их обсуждение

В 1990-е гг. внешнеторговый оборот области быстро увеличивался в результате либерализации российской экономики и действия зональных таможенных льгот. В 1997 г. внешняя торговля области достигла своего пика: объем экспорта составил около 400 млн, а объем импорта – более 1 млрд долл. При этом значительная часть этого оборота приходилась на импорт в основную Россию. В 1997 г. в первой десятке стран по объемам внешней торговли, прошедшей через областную таможню, было 8 европейских стран (табл. 1). При этом три четверти внешнеторгового оборота приходилось на страны-члены и кандидаты в члены ЕС и всего около 3–4 % на страны СЭВ [6].

Таблица 1. Ведущие внешнеторговые партнеры Калининградской области в 1997 и 2020 гг.
Table 1. Leading foreign trade partners of the Kaliningrad region in 1997 and 2020

1997 г.		2020 г.	
Страны	%	Страны	%
Германия	21.7	Республика Корея	15.1
Польша	20.2	КНР	11.1
Литва	14.8	Германия	8.0
Великобритания	3.6	Бразилия	7.2
Нидерланды	3.5	Словакия	6.0
Бельгия	3.0	Беларусь	5.8
США	2.8	США	5.1
Республика Корея	2.8	Чехия	4.1
Италия	2.3	Польша	3.9
Беларусь	2.1	Парагвай	3.7
Всего первая «десяетка»	76.8	Всего первая «десяетка»	70.0

Источники: [6, 10].

В 2000–2005 гг., до принятия федерального закона о ОЭЗ, экспорт области вырос с 519 до 2005 млн долл., а импорт с 884 до 4194 млн долл. Доля стран ЕС в 2004 г. в экспорте равнялась 76.6 %, в импорте – 65.7 % [5, с. 103–109].

В 2007–2020 гг. экспорт области был неустойчив с тенденцией к росту в части несырьевых товаров. В 2007 г. он составил 598, в 2014 г. – 3549 млн долл., а в 2020 г. – 1716 млн долл. Импорт имел примерно такую же динамику: в 2007 г. он равнялся 7.9 млрд долл., в 2014 г. достиг 15.7 млрд долл., в 2019 г. вернулся на уровень 2007 г., но в «ковидном» 2020 г. сократился до 6.8 млрд долл. [6, 10, 11]. Эти перепады во внешней торговле были связаны с неустойчивой мировой конъюнктурой, геополитической ситуацией, транзитной политикой Беларуси и Литвы, проводимой РФ политикой импортозамещения и изменениями правил предоставления преференций в рамках ОЭЗ, а также расширением пропускной способности портов Финского залива, на которые переключалась часть грузопотока. Определенное влияние на динамику внешней торговли КО оказало вступление РФ в ВТО,

последующая либерализация торговли и одновременно противодействие данной международной организации государственному субсидированию экспорта.

Образование единого таможенного пространства в рамках ЕАЭС также потребовало отладки таможенных процедур в КО, обеспечивающих свободу торговли стран-участниц. В этой связи следует упомянуть, что с 1 апреля 2016 г. при вывозе с территории КО на территорию стран ЕАЭС продуктов переработки, в процессе производства которых были использованы иностранные товары, помещенные ранее под таможенную процедуру СТЗ, осуществляется уплата таможенных пошлин, что вызвало увеличение затрат калининградских предприятий. В это же время был запущен механизм компенсации части затрат на железнодорожные грузоперевозки из Калининградской области в Россию и в обратном направлении. Но эту льготу получили в основном крупные калининградские компании [7].

Последней из льгот стал введенный с 1 января 2018 г. в рамках действующей ОЭЗ более благоприятный налоговый режим, предусматривающий дифференцированные требования к объемам обязательных инвестиций для разных отраслей экономики. На начало 2021 г. в единый реестр резидентов ОЭЗ включены 260 российских компаний штатной численностью персонала около 40 тыс. чел., а также 42 международные компании и один международный фонд в специальном административном районе на о. Октябрьский в Калининграде. Срок действия ОЭЗ продлен до 2045 г. [12].

К 2019 г. заметно сократилась доля ЕС во внешнеторговых связях области: до 46.8 % в экспорте и 35.9 % в импорте, это примерно столько же, сколько у РФ в целом [11].

Рост экспорта и изменения его географии произошли за счет «продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья». Доля этой товарной группы в вывозе области выросла с 18.4 % в 2007 г. до 78.6 % в 2020 г. В ней в 2020 г. на соевое масло приходилось 23.1 %, рапсовое масло – 14.9 %, шрот – 15.5 %, пшеницу и кукурузу – 10.1 %. Все остальные товарные группы свои доли в вывозе существенно сократили: «машины, оборудование и транспортные средства» с 23 % в 2007 г. до 6 % в 2020 г., «минеральные продукты» с 17.9 до 4.2 %, «древесина и целлюлозно-бумажные изделия» с 15.9 до 2.8 % и т.п. В экспорте региона первую пятерку в 2020 г. составили Китай, Норвегия, Литва, Беларусь и Алжир – потребители соевого и рапсового масла, шрота, зерновых культур [11].

В импорте ведущее место занимают две товарные статьи: «машины, оборудование и транспортные средства» (48.6 %), и «продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье» (29.7 %). В 2007 г. на упомянутые ведущие товарные группы приходилось соответственно 59.1 % и 16.3 %. Доли других значимых статей импорта: «продукции химической промышленности» и «металлов и изделий из них» были сравнительно стабильны, изменяясь в пределах соответственно 6–7 % и 5–6 %. Первую пятерку стран в импорте в 2020 г. составляли Республика Корея, Германия и Словакия – поставщики комплектующих для сборки автомобилей, Бразилия – поставщик сои и КНР – поставщик разнообразных товаров [11].

Таким образом, динамика внешней торговли КО сегодня определяется динамичным развитием пищевой промышленности, которое опирается на накопленные в регионе компетенции, приморское положение, региональные агроклиматические и морские биоресурсы, федеральные преференции. Ощутимый рывок в развитии отрасли произошел в 2000-е гг. в результате строительства трех маслоэкстракционных заводов, работающих на импортной сое и рапсе. Новое ускорение отрасли было вызвано закрытием российского рынка для продовольствия, поступающего из стран, которые ввели в 2014 г. экономические санкции против России. Развитие регионального сельского хозяйства и пищевой промышленности повысило продовольственную безопасность и нарастило экспортную базу КО. Импорт и собственное производство сельскохозяйственного сырья и его глубокая переработка стали основой вывоза широкой гаммы продукции за рубеж и на российский рынок. Ведущую роль в увязке местных ресурсов, импорта и экспорта сыграла группа компаний «Содружество» (международный агропромышленный холдинг с активами в России, Беларуси, Бразилии, Парагвае, Турции и Украине), которая является крупнейшим инвестором Калининградской ОЭЗ и главным плательщиком в областной бюджет [7, 12, 13].

Другой крупный участник внешнеторговой деятельности – АО «Автотор», возникшее в 1996 г. Эта бюджетообразующая компания, осуществляющая сборку иностранных марок автомобилей, изначально опиралась на местные кадры машиностроителей, пустующие производственные площади и свободу ввоза комплектующих и необходимого оборудования. Продукция компании почти полностью шла на российский рынок. При этом ввоз комплектующих и вывоз готовой продукции ориентируются преимущественно на морской транспорт. Это иная модель интеграции области во внешнеэкономические связи, в которой центральное место занимает российская компания, включенная в производственно-сбытовые цепочки автоконцернов Республики Корея и Германии. Устойчивость ее деятельности сильно зависит от состояния российского авторынка и политики федеральных властей, стремящихся повысить уровень локализации автокомпонентов в РФ [14], и геополитических факторов. В этом отношении перспективы АО «Автотор» более неопределенны, чем ГК «Содружество», опирающейся в своем развитии на спрос как внутреннего, так и внешних рынков, а также способность организовывать глобальные цепочки стоимости.

Важным фактором развития ГК «Содружество» в последние годы становится рынок стран СНГ, и прежде всего Беларуси, на которую приходится 70–75 % торговли КО с СНГ. Договорной основой двусторонних связей является Соглашение между Правительствами РФ и РБ «о долгосрочном сотрудничестве Калининградской области с областями, министерствами, органами государственного управления Республики Беларусь» от 14 октября 1999 г. [15]. Но оно реально заработало только после запуска ГК «Содружество» завода по переработке масличных культур в г. Сморгонь. Производственная кооперация этого предприятия и предприятий Группы, расположенных в КО, обеспечила в 2017–2020 гг. рост внешней торговли КО с Беларусью (табл. 2).

Таблица 2. Динамика взаимной торговли Калининградской области и Республики Беларусь

Table 2. Dynamics of mutual trade of the Kaliningrad region and the Republic of Belarus

Годы	Экспорт		Импорт		Оборот	
	млн долл.	% от общего объема	млн долл.	% от общего объема	млн долл.	% от общего объема
2007	61	1.2	89	1.1	149	1.1
2011	74	5.8	53	0.5	127	1.2
2015	93	3.4	117	1.5	210	2.0
2017	20	1.6	82	1.1	102	1.2
2018	145	7.3	254	3.1	399	3.9
2019	105	7.0	290	3.6	395	4.2
2020	146	8.5	343	5.0	489	5.8

Источники: [6, 10, 11].

Развитию взаимных торговых связей КО и Беларуси до этого препятствовали различия в моделях экономического развития, транзитные проблемы, а также бизнес-активность Литвы и Польши на этих соседних для них направлениях. Сегодня эти страны враждебно настроены и к Беларуси, и к России, и эта ситуация вряд ли изменится в обозримом будущем.

Разумеется, Литва и Польша хотели бы минимизировать экономические издержки по обслуживанию деятельности «кордона». В конечном итоге соседство с РФ и Беларусью приносит немалый доход от взаимной торговли и обслуживания транзитных перевозок. Тем не менее в феврале 2022 г. Литва прекратила в рамках европейских санкций транзит белорусских удобрений через порт Клайпеду, лишившись существенных доходов. В ответ РБ запретила транзит по своим железным дорогам литовских нефтепродуктов, химических и минеральных удобрений. Но сохраняется автомобильный транзит, растет транзит контейнеров через морские и «сухопутные» порты. Для Литвы и Польши весьма важен большой геоэкономический интерес КНР к трансматериковым путям, связующим ее с ев-

ропейским рынком. Сокращающаяся контактность БЧММ в части транзита углеводородов замещается наращиванием КНР трансматерикового транзита через это пространство.

Реализация мегапроекта «Экономический пояс шелкового пути» предлагает новый формат регионального сотрудничества – транспортное партнерство по совместному оказанию транспортных услуг на направлении Восток – Запад. Китайский интерес к европейскому рынку действует в направлении ослабления политики «кордона». В этом отношении весьма важна деятельность компании «ОТЛК ЕРА» – совместной компания Беларуси, Казахстана и России, которая осуществляет перевозку большей части контейнеров на направлении Китай – Европа – Китай [16]. В 2020 г. по данным компании было перевезено 547 тыс. контейнеров ДФЭ², в т.ч. из КНР в Европу 348 тыс., во встречном направлении – 199 тыс. контейнеров. При этом в последние годы наиболее динамично китайско-европейский контейнерный транзит растет через КО.

Приведенные примеры свидетельствуют о важности для наращивания взаимного сотрудничества КО и РБ как адекватного государственного регулирования, так и активности крупных компаний, вовлеченных в глобальные связи. Согласованные и своевременные меры, реагирующие на ход мировой экономической и геополитической конъюнктуры, могут нейтрализовать усилия внешних игроков по ослаблению Беларуси и России. В этих условиях актуализировался запрос на углубление интеграции в рамках Союзного государства (СГ), что было отражено в Совместном заявлении руководства РФ и РБ о текущем развитии и дальнейших шагах по углублению интеграционных процессов в рамках Союзного государства от 10 сентября 2021 г. и принятии Основных направлений реализации положений Договора о создании Союзного государства на 2021–2023 гг. и 28 Союзных программ.

Реализация этих документов потребует сближения институтов госуправления экономикой РФ и РБ и создания новых институтов интеграции в рамках СГ, а в дальнейшем и ЕАЭС. Институты, в свою очередь, расширят возможности активизации частной предпринимательской инициативы в традиционных и, что наиболее важно, в новых видах деятельности, таких как «зеленая» и цифровая экономика, экономика, позволяющая создать наиболее благоприятные условия для жизни и здоровья людей. В рамках углубления интеграционных процессов произойдет заметный поворот экономик КО и РБ друг к другу, и их взаимодействие со временем станет значимым фактором евразийской и европейской интеграции, а также Большого евразийского партнерства.

Заключение

Калининградская область в период 2000–2020 гг. показала довольно высокие темпы роста экономики. Валовый региональный продукт в расчете на душу населения по данным Росстата в 1998 г. равнялся 57 %, а в 2019 г. – 80 % от среднероссийского уровня. При этом население области устойчиво увеличивалось в значительной мере за счет миграционного притока населения из других регионов России, стран Балтии и СНГ. В динамичном развитии региона большую роль играет преференциальный режим. Но следует отметить и активность местного руководства, бизнеса и общественности. В результате в быстро меняющихся геополитических условиях удалось создать экономику с многовекторной ориентацией внешних для области связей, опирающейся на широкое использование как импортируемых, так и местных факторов производства. Опыт Калининградской области свидетельствует о важности поиска баланса между институтами развития и имеющимися в регионах ресурсами, или, иными словами, создания адекватной региональным ресурсам модели государственного, частного и общественного партнерства. Это особенно актуально в условиях резкого расширения экономических санкций Запада против России в качестве меры «возмездия» за ее попытку обеспечить свою безопасность и безопасность ДНР и ЛНР

² Двадцатифутовый эквивалент (ДФЭ, англ. TEU).

Литература

1. Ильин М., Барсукова А. Концептуальная карта Европы Стейна Роккана // *Международные процессы*. 2019. № 4. С. 6–21.
2. Цимбурский В.Л. Геополитика для евразийской Атлантиды // *Pro et Contra. Проблемы глобализации*. 1999. № 4. С. 141–175.
3. Волошенко К.Ю., Новикова А.А. Экономико-географический подход к оценке торговых потоков приграничного региона // *Региональные исследования*. 2020. № 4. С. 4–17.
4. Жданов В., Кузнецова О., Мау В., Плюхин В., Приходько С. Проблема экономического развития Калининградской области как эксклавного региона России. Москва. 2002. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.iep.ru/files/text/cepra/kaliningrad.pdf> (дата обращения: 12.11.21).
5. Винокуров Е.Ю. Экономическая специализация Калининградской области / ред. А.П. Клемешев. Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2007. 331 с.
6. Зверев Ю.М. Внешняя торговля Калининградской области: основные тенденции // *Вестник БФУ им. Э. Канта*. 2009. № 3. С. 70–75.
7. Экономическая безопасность регионов Западного побережья России / ред. Г.М. Федоров. Калининград: Изд-во БФУ им. Э. Канта. 2021. С. 190–207.
8. Вардомский Л.Б. Между геополитикой и экономикой: вопросы международного транзита в СССР и России // *Геоэкономика энергетики*. 2021. № 1 (13). С. 24–42.
9. Sukhankin S. The Belarus Factor in Kaliningrad's Security Lifeline to Russia. 29.01.2021 / Jamestown foundation. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://jamestown.org/program/the-belarus-factor-in-kaliningrads-security-lifeline-to-russia/> (дата обращения: 17.11.21).
10. Таможенная статистика внешней торговли. Бюллетень. Январь–декабрь 2020 г. ФТС РФ. Калининградская областная таможня. Калининград. 2021. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://koblt.customs.gov.ru/statistic> (дата обращения: 17.11.21).
11. Таможенная статистика внешней торговли. Бюллетень. Январь–декабрь 2014 г. ФТС РФ. Калининградская областная таможня. Калининград. 2015. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://koblt.customs.gov.ru/statistic> (дата обращения: 11.11.21).
12. Администрация особой экономической зоны в Калининградской области. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://oez.gov39.ru/> (дата обращения: 17.10.21).
13. ГК «Содружество» с 2020 г. экспортирует продукцию в ЕС с отчетом о карбоновом следе/ Интерфакс. Северо-Запад. 21.04.2021. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.interfax-russia.ru/northwest/news/gk-sodruzhestvo-s-2020g-eksportiruet-produkciyu-v-es-s-otchetom-o-karbonovom-slede> (дата обращения: 19.11.21).
14. Это ожидаемо приведет к закрытию всех производств «Автотора». Основатель завода Владимир Щербаков о вирусе, локализации и промполитике // *Коммерсантъ*. № 49. 19.03.2020. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/4292682> (дата обращения: 19.10.21).
15. О сотрудничестве Калининградской области с Республикой Беларусь. МИД РФ. 03.04.2018. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.mid.ru/ru/vnesneekonomiceskie-svazi-sub-ektov-rossijskoj-federacii/-/asset_publisher/ykggrK2nCl8c/content/id/3152683 (дата обращения: 19.10.21).
16. Вардомский Л.Б. Евразийский транзит как отражение развития нового Шелкового пути // *Торговая политика России и стран Восточной Азии: поиск путей для взаимовыгодного сотрудничества* / отв. ред. И.А. Коргун, С.Ф. Сутырин. М.: Изд-во: ИЭ РАН, 2020. С. 106–121.

References

1. Ilyin, M.; Barsukova, A. Stein Rokkan's conceptual map of Europe. *International processes*. 2019, 4, 6–21. (In Russian)
2. Tsimburskiy, V.L. Geopolitics for the Eurasian Atlantis. *Pro et Contra. Globalization problems*. 1999, 4, 141–175. (In Russian)
3. Voloshenko, K.Yu.; Novikova, A. A. An economic-geographical approach to assessing trade flows in the border region. *Regional studies*. 2020, 4, 4–17. (In Russian)
4. Zhdanov, V.; Kuznetsova, O.; Mau, V.; Plyukhin, V.; Prikhodko S. The problem of economic development of the Kaliningrad region as an exclave region of Russia. Moscow. 2002. Available online: <https://www.iep.ru/files/text/cepra/kaliningrad.pdf> (accessed on 12 November 2021). (In Russian)
5. Vinokurov, E.Yu. Economic specialization of the Kaliningrad region. Ed. A.P. Klemeshev. Publishing house of the Russian State University. I. Kanta: Kaliningrad, Russia, 2007, 331 p. (In Russian)
6. Zverev, Yu. M. Foreign trade of the Kaliningrad region: main trends. *Bulletin of the IKBFU. E. Kant*. 2009, 3, 70–75. (In Russian)
7. Economic security of the regions of the Western borderlands of Russia. Ed. G.M. Fedorov. Publishing house of the IKBFU E. Kant: Kaliningrad, Russia, 2021, 190–207. (In Russian)
8. Vardomsky, L.B. Between geopolitics and economics: issues of international transit in the USSR and Russia. *Geoeconomics of energy*. 2021, 1(13), 24–42. (In Russian)

9. Sukhankin, S. The Belarus Factor in Kaliningrad's Security Lifeline to Russia. 29.01.2021 / Jamestown foundation. Available online: <https://jamestown.org/program/the-belarus-factor-in-kaliningrads-security-lifeline-to-russia/> (accessed on 17 November 2021).
10. Customs statistics of foreign trade. Bulletin. January-December 2020. Federal Customs Service of the Russian Federation. Kaliningrad regional customs. Kaliningrad. 2021. Available online: <https://koblt.customs.gov.ru/statistic> (accessed on 17 November 2021). (In Russian)
11. Customs statistics of foreign trade. Bulletin. January-December 2014. Federal Customs Service of the Russian Federation. Kaliningrad regional customs. Kaliningrad. 2015. Available online: <https://koblt.customs.gov.ru/statistic> (accessed on 11 November 2021). (In Russian)
12. Administration of the special economic zone in the Kaliningrad region. Available online: <https://oez.gov39.ru/> (accessed on 17 October 2021). (In Russian)
13. Sodruzhestvo Group of Companies has been exporting products to the EU since 2020 with a report on its carbon footprint / Interfax. Northwest. 04/21/2021. Available online: <https://www.interfax-russia.ru/northwest/news/gk-sodruzhestvo-s-2020g-eksportiruet-produkciyu-v-es-s-otchetom-o-karbonovom-slede> (accessed on 19 November 2021). (In Russian)
14. This will, as expected, lead to the closure of all Avtotor production facilities. The founder of the plant Vladimir Shcherbakov on the virus, localization and industrial policy. Kommersant. № 49. 03/19/2020. page 7. Available online: <https://www.kommersant.ru/doc/4292682> (accessed on 19 October 2021). (In Russian)
15. About cooperation of the Kaliningrad region with the Republic of Belarus. Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation. 04/03/2018. Available online: https://www.mid.ru/ru/vnesneekonomiceskie-svazi-sub-ektov-rossijskoj-federacii/-/asset_publisher/ykggrK2nCl8c/content/id/3152683 (accessed on 19 October 2021). (In Russian)
16. Vardomsky, L.B. Eurasian transit as a reflection of the development of the new Silk Road. In *Trade policy of Russia and the countries of East Asia: search for ways for mutually beneficial cooperation*. Resp. ed. I.A. Korgun, S.F. Sutyryn. Publishing House of Institute of Economy RAS: Moscow, Russia, 2020, 106–12. (In Russian)

Статья поступила в редакцию 21.10.2021; одобрена после рецензирования 31.01.2022; принята к публикации 03.02.2022.

The article was submitted 21.10.2021; approved after reviewing 31.01.2022; accepted for publication 03.02.2022.



Экспериментальные ландшафтно-экологические исследования в Тихоокеанской переходной зоне Азиатской России: предпосылки научного поиска. Часть 1

Эрланд Георгиевич КОЛОМЫЦ

Самарский исследовательский центр РАН, Институт экологии Волжского бассейна РАН,
г. Тольятти, Россия, egk2000@mail.ru

Аннотация. Стратегической целью предлагаемых исследований является дальнейшая разработка концепции «Тихоокеанский мегаэктон Северной Евразии – эволюционная модель континентальной биосферы» на основе эмпирико-статистического моделирования организации биогеосистем и ландшафтов в островодужном и окраинно-материковом секторах мегаэктона. Изложена программа изучения пространственно-временной организации наземных экотонных гео(эко)-систем в североазиатской части Тихоокеанского подвижного пояса как очага эволюционных географических процессов и явлений на современном этапе развития биосферы. Показана необходимость перехода от достаточно проработанного инвентаризационного этапа ландшафтно-экологических исследований на российском Дальнем Востоке к этапу аналитическому – познанию причинных механизмов природных взаимодействий через построение численных эмпирико-статистических моделей. Рассмотрены идеологические основы ландшафтно-экологических экспериментов и представлены наиболее важные стратегические направления научного поиска, предметом которых должны стать биогеоэкологические и ландшафтообразующие процессы и явления в тектонически и климатически активной зоне контакта материка и океана. Изложены некоторые методологические аспекты разномасштабных базовых и прогнозных ландшафтно-экологических работ, с использованием аналитических и картографических методов многомерного моно- и полисистемного моделирования. Рассмотрены основные «пусковые» механизмы формирования зональных (гидротермических) границ при взаимодействии фоновых климатических сигналов и их преломлении литогенными факторами. Выявленная функциональная система формирования зональных границ может рассматриваться как возможный механизм дифференцированных сдвигов зональных рубежей при ожидаемых глобальных изменениях климата. Результаты намечаемых исследований призваны положить начало созданию теоретических и научно-методических основ эволюционного ландшафтоведения как нового направления комплексной физической географии и геоэкологии.

Ключевые слова: Тихоокеанская переходная зона Евразии, экотонные биогеосистемы, островные и окраинно-материковые ландшафты, эволюционное ландшафтоведение, эмпирико-статистическое моделирование.

Для цитирования: Коломыц Э.Г. Экспериментальные ландшафтно-экологические исследования в Тихоокеанской переходной зоне Азиатской России: предпосылки научного поиска. Ч. 1. // Тихоокеанская география. 2022. № 1. С. 45–57. https://doi.org/10.35735/26870509_2022_9_4.

Experimental landscape-ecological studies in the Pacific transition zone of Asiatic: background of scientific search. Part 1

ERLAND G. KOLOMYTS

Samara research center of Russian Academy of Sciences, Institute of Ecology of the Volga River Basin
RAS, Togliatty, Russia, egk2000@mail.ru

Annotation. The strategic goal of the proposed research is the further development of the concept “Pacific mega-ecotone of Northern Eurasia as an evolutionary model of the continental biosphere” based on empirical-statistical modeling of the organization of biogeosystems and landscapes in the island-arc and marginal-continental sectors of the mega-ecotone. The program for studying the spatio-temporal organization of terrestrial ecotonic geo(eco-)systems in the North Asian part of the Pacific mobile belt as a focus of evolutionary geographical processes and phenomena at the present stage of development of the biosphere is outlined. The need to move from a well-developed inventory stage of landscape-ecological studies in the Russian Far East to the analytical stage – the knowledge of the causal mechanisms of natural interactions through the construction of numerical empirical-statistical models is shown. The ideological foundations of landscape-ecological experiments are considered and the most important strategic directions of scientific research are presented, the subject of which should be biogeocoenological and landscape-forming processes and phenomena in the tectonically and climatically active contact zone of the continent and the ocean. Some methodological aspects of various-scale basic and predictive landscape-ecological works are outlined, using analytical and cartographic methods of multidimensional mono- and polysystemic modeling. The main “triggering” mechanisms of the formation of zonal (hydrothermal) boundaries during the interaction of background climatic signals and their refraction by lithogenic factors are considered. The revealed functional system of formation of zonal boundaries can be considered as a possible mechanism of differentiated shifts of zonal boundaries under the expected global climate changes. The results of the planned studies are intended to initiate the creation of theoretical and scientific-methodological foundations of evolutionary landscape science as a new direction in complex physical geography and geoeecology.

Keywords: Pacific transition zone of Eurasia, ecotonic biogeosystems, island and marginal-continental landscapes, evolutionary landscape science, empirical-statistical modeling.

For citation: Kolomyts E.G. Experimental landscape-ecological studies in the Pacific transition zone of Asiatic: background of scientific search. Part 1. *Pacific Geography*. 2022; (1): 45–57. (In Russ.). https://doi.org/10.35735/26870509_2022_9_4.

Введение

Распространение антропогенных воздействий в природной среде осуществляется вещественно-энергетическими потоками и может быть зафиксировано в структуре и функционировании тех сопряженных между собой (парагенетических и парадинамиических) природно-территориальных комплексов (ПТК), которые этими потоками образованы. Именно такие потоковые системы, отличающиеся своей векторной латеральной структурой, функциональной целостностью и резко выраженной горизонтальной контрастностью геофизических и геохимических полей, и должны стать первоочередным объектом ландшафтно-экологических исследований.

Речь идет, таким образом, о географических экотонах как зонах повышенного «напряжения» природных взаимодействий [1], в которых латеральные потоки и соответствующие им межкомплексные связи создают пространственную упорядоченность геосистем всех уровней иерархии – от материкового или океанического сектора до ландшафтной фации. Главными объектами геоэкологических исследований становятся разнопорядковые природные границы как переходные (контактные) зоны и как гео(эко-)системы, образованные пространственным и генетическим сопряжением внутризональных единств. Методологическая новизна данного научного поиска состоит в том, что географические экотоны выделяются и изучаются на основе функционального единства слагающих их ПТК, по принципам контрастности и пространственной упорядоченности их состояний, структур и динамических свойств, в отличие от принципов генетической и морфологической однородности, которые свойственны, как известно, традиционным методам физико-географического анализа территорий.

Российский Дальний Восток входит в обширную переходную зону между материком Евразией и Тихим океаном. Эта зона – граница первого порядка в геосфере, представляющая собой субпланетарный континентально-океанический мегаэктон [2, 3]. Он охватывает как окраины самого материка, так и прилегающие к ним акватории окраинных (в том числе шельфовых) морей и островную сушу – вплоть до районов контакта континентальной (или переходной) земной коры с корой океанического типа. В пределах мегаэктона отчетливо выделяются также экотоны более низких таксономических уровней (макро- и мезоэкотоны), которые образованы широтной и долготно-секторной контрастной дифференциацией радиационно-термических и циркуляционных полей в атмосфере, а также субмеридиональной упорядоченностью морфоструктурных поясов (различных по возрасту и современной тектонической активности) и зон экзогенного рельефообразования, с соответствующими парагенезисами почв и растительности.

Проблема территориальной и функциональной организации природной среды в переходной (контактной) зоне вещественно-энергетического взаимодействия Азиатского материка и Тихого океана составляет один из разделов глобальной географической экологии. Сюда необходимо отнести не только изучение современного состояния природно-территориальных структур в их иерархическом соподчинении, но и нахождение естественных и антропогенных траекторий изменения гео(эко-)систем в различных временных интервалах, оценку устойчивости природных комплексов к внешнему воздействию и выявление их экологических резервов с целью оптимизации природной среды при ее целенаправленном преобразовании. Освещение этой сложной многоплановой проблемы должно вестись с ориентацией на создание региональных моделей географического прогнозирования и рационального природопользования на российском Дальнем Востоке в свете перспектив социально-экономического развития региона.

Специфика системы взаимодействия океан–материк для Тихоокеанского кольца, включая и окраину Азиатской России, состоит в том, что здесь мы имеем дело с наиболее активным и контрастным проявлением эндогенных и экзогенных сил в формировании географической оболочки. Процесс взаимодействия и взаимопревращения двух основных типов географической среды – океанического и материкового – здесь чрезвычайно динамичен, поэтому островные, полуостровные и прибрежно-материковые территории суши, а также сопряженные с ними шельфовые акватории представляют по существу природную лабораторию для изучения современного этапа развития континентальной биосферы, поскольку этот этап наиболее ярко выражен именно в Тихоокеанском подвижном поясе [2, 3].

В задачи данной статьи не входят анализ и обобщение имеющегося к настоящему времени обширного аналитического и картографического материала (как отечественного, так и зарубежного) по дальневосточной природной географии. Проведенные здесь далеко не полные оценки результатов геолого-геоморфологических, биогеографических, почвенных и ландшафтных исследований окраинно-материковой и островной суши российско-

го Дальнего Востока [3] приводят к выводу о завершении первого, инвентаризационного этапа физико- и эколого-географических исследований. Очевидна необходимость перехода к аналитическому этапу – к познанию причинных механизмов базовых и прогнозных природных взаимодействий через построение численных моделей. Стратегической целью должно стать развитие теории и методов экспериментальной географической экологии российского Дальнего Востока на основе синтеза географического и экологического подходов и системного анализа, оснащенного эмпирико-статическим моделированием естественной организации и антропогенной динамики природных гео(эко-)систем.

Азиатско-Тихоокеанский мегаэктон как объект экспериментального эколого-географического исследования

Экологический эксперимент включает в себя пять последовательных стадий: гипотезу, планирование, реализацию, статистический анализ и интерпретацию [4]. При этом первостепенное значение имеют планирование эксперимента и особенности его реализации; они в равной степени определяют обоснованность исследования и его итоги. Статистический же анализ должен «... увеличить четкость, выразительность и объективность, с которыми результаты представляются и интерпретируются» [4, с. 12].

В соответствии с основными положениями геотектоники [5] и глобальной климатологии [6] все континентально-океанические экотонны группируются в два типа – атлантический и тихоокеанский. Тихоокеанскому мегаэктону, в отличие от атлантического, свойственны следующие черты.

1. Более выраженное ритмичное гидротермическое взаимодействие материка и океана муссонного типа. При этом резкая сезонная смена субширотной полярности поля взаимодействия суши и моря создает большое разнообразие ландшафтообразующих сред в пределах относительно небольших территорий и частое перекрытие экологических ниш для почвенно-биотических компонентов. Абиотическая среда «предлагает» биоте целый набор возможных состояний, режимов и структур. Отсюда – повышенная конкурентоспособность видов и целых сообществ, смещение флор и фаун, их известное богатство и пространственное разнообразие по своим жизненным формам [7–9 и др.].

2. В условиях преобладающего климатообразующего воздействия континента создаются резко выраженные региональные и локальные контрасты природно-территориальных структур; это создает высокую мозаичность ПТК, частые зональные и высотно-поясные инверсии (пространственное обращение структур) и в конечном итоге – множественность траекторий поведения гео(эко-)систем при одних и тех же фоновых внешних воздействиях. Именно в таких условиях возможно образование новых видов флоры и фауны, новых категорий биотических сообществ [10–12].

3. Приуроченность мегаэктона к деструктивным литосферным границам (областям субдукции в зонах Заварицкого-Бениофа), т.е. к зонам конвергенции восходящего глобального литодинамического потока и сжатия литосферы, обуславливает длительную тектоническую нестабильность этой материковой окраины с интенсивным проявлением древнего и современного вулканизма, высокую геоморфологическую контрастность (парагенез островодужных горных цепей и глубоководных желобов), наконец, отчетливо выраженную меридиональную возрастную секторность суши. Это пояс не только древнего и современного образования земной коры континентального типа, но и самого возрастного наращивания материка – возвратно-поступательного процесса, который продолжается в течение всего фанерозоя [5]. Пространственное многообразие и контрастность ландшафтообразующих условий создаются здесь, таким образом, не только климатом, но и морфотектоникой [13–15].

4. Тихоокеанский экотон Евразии – это глобальный пояс конвергенции вещественно-энергетических потоков на земной поверхности и, следовательно, один из эволюционных

«очагов» формирования континентальной биосферы [2, 3]. Здесь сосредоточены условия для развития очаговых биоценологических процессов и спонтанной гибридизации, для появления в ландшафтных структурах устойчивых новообразований [7, 9, 10]. Изучение современных ландшафтных связей на разновозрастных морфоструктурах и морфоскульптурах – путь к познанию филогенетических закономерностей длительной геологической траектории ландшафтов суши. Эта траектория начинается стадиями островных дуг с преобладающим вулканогенным рельефом, продолжается далее этапами эпигеосинклинальных орогенов, которым свойственны молодые эрозионно-денудационные морфосистемы, и заканчивается стадиями останцово-денудационных «дряхлах» форм рельефа древних платформ и кристаллических щитов. Наряду с этим прослеживаются и обратные процессы ландшафтно-геоморфологической дезинтеграции, выражающиеся в последовательной смене сводовых пластических деформаций разломами и дифференцированными блоковыми движениями, продлением отдельных участков материка и их опусканием под уровень моря с образованием материковых островов регрессивного ряда. Исследования «опорных механизмов» формирования и распада ландшафтных связей на суше должно несомненно способствовать разработке теоретических и методических основ управления природными процессами и целенаправленного преобразования окружающей среды.

5. Поступательный (эволюционный) и регрессивный ландшафтогенез необходимо рассматривать на фоне динамики разнопорядковых окраинно-материковых морфоструктур, поскольку возникновение и развитие природных комплексов суши, с одной стороны, и их деградация и исчезновение, с другой, непосредственно связаны с соответствующими тектоническими поднятиями и опусканиями, а также с развитием вулканических поясов. Эти движения и пояса, в свою очередь, определяются, как показали геоморфологические исследования [13], тектоно-магматической активностью длительно существующих глубинных разломов в земной коре. Такая цепь причинно-следственных связей позволяет представить глубинные геодинамические процессы, происходящие в земной коре, и процессы экзогенного ландшафтогенеза как нечто целое (хотя и весьма неоднородное по возрастным масштабам эндо- и экзогенных процессов), характеризующее современный этап развития географической оболочки.

6. Весьма примечательны основные черты региональной биоклиматической системы бореальной островодужной Неопацифики в условиях вулканического рельефа. Установлено снижение высотных поясов на Южно-Курильских островах по сравнению со Средним Сихотэ-Алинем [15]. Оно обусловлено существенной разницей этих регионов по степени их океаничности–континентальности, что вписывается в общую картину этих изменений для горных стран с различным уровнем атмосферной увлажненности. С увеличением площади островной суши возрастает степень трансформации ею влажных океанических воздушных масс, повышается уровень конденсации влаги, с более высоких отметок начинается высотная биоклиматическая дифференциация ландшафтов [16], наконец, происходит растяжение самих высотных поясов. Аналогичные закономерности выявляются и в более крупном пространственно-временном масштабе – при переходе субэаральных ландшафтов от островодужной (неопацифической) стадии развития к стадии окраинно-материковой (субпацифической). По суммам активных температур и годовому количеству осадков было установлено положение окраинно-материковых, материково-островных и островодужных ландшафтов юга российского Дальнего Востока в гидротермическом поле бореального пояса на Тихоокеанском мегаэктоне [3].

7. Особую новизну представляют полученные результаты численного моделирования воздействий вулканических геотерм на температурный и влажностный режим почв и соответственно на структуру лесных сообществ, их продуктивность и параметры биологического круговорота [3]. В районах действующих вулканов выявлены близко расположенные к дневной поверхности подводящие каналы магматических парогидротерм, которые вызывают аномальное повышение температуры почвы и тем самым оказывают существенное воздействие на структуру и функционирование лесных экосистем. Эмпи-

рически обосновано положение о геотермической энергии пассивно действующих вулканов как факторе ускоренной эволюции островной фитобиоты. Магматические геотермы способствуют трансгрессии в бореальнолесные экорегионы более южных видов и целых сообществ. Сформировались достаточно устойчивые бореально-суббореальные лесные экосистемы с субтропическими реликтами, а также зачатки буферных лесных сообществ. Под воздействием геотерм произошла перестройка лесного покрова в направлении роста его флоро- и фитоценотического разнообразия. По-видимому, благодаря именно пассивной вулканической энергии в островодужных ландшафтах зарождаются максимально возможные при данных климатических условиях спектры флористических и фитоценологических структур, свойственные зоне перехода от континента к океану.

К созданию теории эволюционного ландшафтоведения

Необходимость четкого разграничения между собой естественных и антропогенных направленных структурно-функциональных изменений в природных экосистемах выдвигает на первый план программы «геоэкотон» вопросы развития и деградации ландшафтов, движущих сил и темпов эволюционного процесса, таксономических и возрастных соотношений структуры и функционирования природных комплексов, их онтогении и филогенетических смен, наконец, закономерностей становления, развития и распада вертикальных и горизонтальных ландшафтных связей на суше. По существу должны рассматриваться те научно-методологические проблемы, которые касаются самих истоков природно-территориальной организации континентальной части географической оболочки Земли. Следовательно, комплексные исследования на географических экотонах Тихоокеанского кольца по своей фундаментальной идеологии должны быть направлены на создание будущей теории эволюционного ландшафтоведения, одной из стратегических задач которого станет разработка научно-методических основ управления природными процессами и создания новых экологических равновесий в природе на грядущем этапе перехода биосферы в ноосферу.

При сравнительном анализе современных ландшафтов Дальнего Востока – островодужных вулканических, окраинно-материковых и материково-островных – можно будет выявить закономерности становления и развития ландшафтных связей на суше, а также их деградации и исчезновения. Несомненно, эволюционную направленность субширотного изменения ландшафтных связей на Азиатско-Тихоокеанском геоэкотоне имел в виду В.Б. Сочава [17], выделяя три секториальных геопространства: Неопацифику, Субпацифику и Палеопацифику.

Выдвигаемые исходные рабочие положения будущей концепции эволюционного ландшафтоведения [3] предусматривают изучение структуры и функционирования островных геосистем в их пространственно-генетическом разнообразии и как составляющих звеньев переходной зоны от материка к океану. При этом исследование пространственно-временной организации островных ландшафтов (как эволюционного развития, так и регрессивного ряда), наряду с оценкой природно-ресурсного потенциала островов и рекомендациями по сохранению их экологического равновесия, должно быть направлено на создание в конечном итоге комплексных и отраслевых физико-географических моделей, имитирующих структурно-функциональные закономерности континентальных ландшафтов. В частности, прибрежно-материковые острова регрессивного ряда (например, острова залива Петра Великого) с их общей тенденцией нисходящих изменений системы ландшафтных связей могут служить натурной моделью того, что ожидает многие внутриконтинентальные районы российского Дальнего Востока в обозримом будущем при планируемой интенсификации освоения их естественных ресурсов и расширении зон техногенеза. Эти острова, находясь на различной стадии антропогенной трансформации и обладая при этом территориальной замкнутостью, представляют собой весьма благоприятный объ-

ект для ускоренной разработки научно-методических вопросов устойчивости природных ландшафтов к внешнему воздействию. Проблема устойчивости геосистем выходит в ранг первоочередных проблем экологии и комплексной физической географии.

Изучение же островной суши с поступательным (эволюционным) развитием ландшафтных связей, т.е. геосинклинальных островов и полуостровов (Курил, Камчатки и Сахалина), будет направлено на познание закономерностей становления и развития ландшафтных связей на суше в процессе ее последовательного перехода от островного режима к материковому. Здесь природа может демонстрировать человеку пути и этапы формирования наиболее устойчивых ландшафтных систем различного уровня развития [18, 19], что будет иметь прямое отношение к проблеме искусственного создания новых экологических равновесий.

Стратегия комплексных экспериментальных ландшафтно-экологических исследований

Конечной целью такой стратегии является дальнейшая разработка концепции «Тихоокеанский мегаэкотон Северной Евразии – эволюционная модель континентальной биосферы» [2, 3] на основе эмпирико-статистического моделирования и прогнозирования структурно-функциональной организации биогеосистем и ландшафтов в островодужном и окраинно-материковом секторах мегаэктона. Изложим стратегию ландшафтно-экологических экспериментов, направленных на создание научно-методических основ комплексных ландшафтно-экологических исследований на Тихоокеанском мегаэктоне Азиатской России. Эти исследования предлагается вести по следующим направлениям.

I. Разработка основных теоретических и методических положений системного подхода к изучению различных природных компонентов как ландшафтообразующих факторов в целях всестороннего анализа ландшафтных структур на разнорядковых геоэктонах и соответствующей диагностики полей вещественно-энергетического переноса. Ландшафтная индикация таких геополей важна для прогнозирования разнообразных последствий территориального распространения нарушений экологического равновесия в окружающей среде под действием сверхдопустимых антропогенных нагрузок, в том числе и для оценки возможной миграции различных загрязнителей природных сред. Одним из разделов данного направления является типизация территорий Азиатско-Тихоокеанского мегаэктона и районирование их по признакам океаничности и континентальности на основе многомерного сравнительного анализа климатических данных.

В качестве основы системного подхода к изучению структуры и динамики геоэктонов можно предложить выдвинутую нами концепцию структурных уровней гео(эко-)систем, опирающуюся на кибернетическую модель природного комплекса как иерархической системы управления [3, 20]. Концепция исходит из положений о единстве и иерархической подчиненности трех начал природно-территориальной организации: 1) физико-географического фона (общего вещественно-энергетического уровня или таксономической «нормы» геосистемы); 2) ландшафтного каркаса – ее изопотенциальной или инвариантной [21] структуры, определяющей набор и сферу действия геопотоков; и 3) ландшафтного узора – эпигенетической структуры как индикатора интенсивности и взаимодействия потоков на изучаемой территории. Онтологическая триада «фон–каркас–узор» созвучна неодокучаевской парадигме в почвоведении – «условия–процесс–структура» [22]. Она рассматривается как некоторая скользящая система, отображающая соподчиненно-вложенный характер природно-территориальной организации.

Для реализации системного подхода необходимо:

а) разработать научно-методические принципы выделения и картографирования компонентных (геолого-геоморфологических, почвенно-геохимических, биоценотических), а также комплексных (ландшафтных) изопотенциальных и эпигенетических структур ос-

новных региональных и локальных уровней; провести классификацию и ранжирование этих геосистемных структур на основе математического анализа геокомпонентной территориальной сопряженности и многомерных отношений типов местоположений разного уровня гомогенитета;

б) для разноуровневых ландшафтных систем и их отдельных компонентов (геоморфологических, почвенных, биоценологических) построить скалярные и векторные поля географических экотонов соответствующих таксономических рангов (от простого урочища до фрагмента материкового сектора); провести типологию и многомерный анализ структуры этих полей с помощью математико-картографических методов анализа.

В процессе системного анализа прежде всего необходимо разработать картографические и математические модели пространственной структуры Тихоокеанского геоэкотона Евразии, обратив особое внимание на сочетания ПТК двух вариантов: векторного, порождающего парадинамические ряды ПТК, и изоморфного, благодаря которому возникает сетепобразующая мозаика геосистем.

II. Разработка моделей (информационно-статистических, теоретико-множественных, кластерных и др.) отображающих особенности функционирования сопряженных гео(эко-) систем разного иерархического уровня: моделей потоков вещества и энергии разного ранга, порождающих векторные связи; моделей массо-энергообмена между соседними ПТК, лежащего в основе изоморфных структур, как локальных, так и региональных. Благодаря особенностям пространственно-временной организации ландшафтов-экотонов последние служат весьма подходящим объектом исследований на пути более глубокого освещения узловой методической проблемы комплексной физической географии – познания механизмов межкомплексных связей и отношений через призму межкомпонентных взаимодействий. В стратегическом плане поставленная задача непосредственно связана с проблемами географического прогноза разноуровневых ландшафтных систем, их экологического нормирования и управления природными процессами.

Парагенетический (он же каскадный, коннекционный и т.п.) принцип выделения и систематизации природных комплексов [23, 24 и др.], как никакой другой методический подход, основан на сопряженном анализе геокомпонентных и геосистемных взаимодействий с учетом их неразрывной взаимосвязи, что должно найти свое выражение в трехмерных моделях векторных природно-территориальных структур. Концептуальная модель ландшафта может быть использована как исходная рабочая топохорическая модель, отображающая одновременно вертикальные и горизонтальные ландшафтные связи.

III. Раскрытие локальных и региональных закономерностей тональности разноранговых ландшафтных переходов, выявление их генетических, функционально-динамических и эволюционных механизмов в основных морфотектонических и макроклиматических секторах мегаэкотона «континент–океан». Стохастичность ландшафтных связей, метакхронность циклических и однонаправленных изменений различных природных компонентов и «нуклеарные» (дальнедействующие) свойства последних – три основные формы причинности, ответственные за «расползание», дифференциацию и слияние частных и комплексных физико-географических границ. Исследования в этом направлении должны предусматривать: а) определение устойчивости отдельных геокомпонентов и пространственных связей между ними; б) выявление нарастающих по гидротермическому тренду динамических тенденций в ландшафте и в) оценку способности природных комплексов к саморегуляции, т.е. гомеостазу, при отрицательных внешних воздействиях.

Региональные закономерности экотонизации ландшафтов восточной Российской окраины Евразийского континента исследуются по двум магистральным профилям: 1) по субширотному профилю Неопацифика–Субпацифика–Палеопацифика [17], который должен начинаться с южных островов Курильской гряды, пересекать южную половину о. Сахалин, проходить далее через хребты и долины Среднего Сихотэ-Алиня и заканчиваться в районах Среднего или Верхнего Приамурья; 2) по субмеридиональному профилю, пересекающему сложную систему хребтов, межгорных впадин и равнин Северо-Востока России

от Охотского моря (района г. Магадан) до побережья Восточно-Сибирского моря (низовьев р. Колыма).

Оба профиля должны включать в себя серию ключевых крупномасштабных участков (ландшафтно-экологических полигонов), по каждому из которых в течение ряда лет проводится однократная съемка не менее чем на 40–50 пробных площадях [20], с получением до 60–70 параметров состояния ландшафтных фаций (биогеоценозов) по системе локальных ландшафтных сопряжений – катен. Этот материал должен быть пригоден для построения топологических эмпирико-статистических моделей вертикальных и горизонтальных ландшафтных связей. В пределах каждого из таких полигонов одновременно выявляются особенности локальных географических экотонов, что позволит в дальнейшем выйти на классификацию, типологию и картографирование векторных природно-территориальных структур регионального масштаба.

В отличие от постулатов островного ландшафтоведения [15, 16 и др.], биогеосистемы вулканических островов следует рассматривать не в контрасте с аналогичными образованиями на материках, а в их динамическом единстве – как определенные звенья единого эволюционного физико-географического процесса, формирующего новые территории континентальной биосферы в подвижном поясе планеты. Основной спектр высотной поясности зарождается на достаточно ранней стадии развития субэаральных ландшафтов, когда поднимающиеся из океанской пучины тектоновулканические массивы еще не выходят за пределы низкогогорного рельефа.

Переход с локального уровня на региональный предлагается провести на основе уже разработанного и апробированного метода индукционно-иерархической экстраполяции, основанного на эмпирически установленном явлении полизональности локальных гео(эко-)систем как формы их реакции на фоновые внешние возмущения [20].

IV. Анализ межкомпонентных ландшафтных связей во времени, в различных широтно-зональных и долготно-секторных условиях российского Дальнего Востока на основе многолетних режимных наблюдений за основными составляющими балансов тепла и влаги в системе «почво-грунты – растительный покров – приземная атмосфера». Хроноорганизация природных комплексов, т.е. система ландшафтных связей во времени, имеет не менее важное значение в познании механизмов их устойчивости и изменчивости, нежели хронологическая (пространственная) организация. Обмен веществом и энергией между различными природными компонентами, выраженный определенными соотношениями их балансов в каждом звене цепи межкомпонентных связей, составляет существо известной концепции А.А. Григорьева о физико-географическом процессе. К настоящему времени эта концепция развита достаточно полно на глобальном уровне организации географической оболочки [25] и реализована на примере отдельных территорий преимущественно локальной размерности. Однако закономерности пространственных изменений хронологических ландшафтных связей выявлены еще крайне недостаточно. Тем не менее известные к настоящему времени положения геофизики ландшафта должны служить научно-методической базой для дальнейшего поиска закономерностей ландшафтно-геофизических взаимодействий на региональном и локальном уровнях геоэкотонов в системе «континент–океан». Основной методический принцип этих исследований должен состоять в проведении синхронных наблюдений за основными гидрометеорологическими характеристиками и за составляющими радиационного и теплового балансов в целях выявления локального и регионального «отклика» в системе ландшафтных связей на фоновые колебания атмосферных процессов в течение отдельных сезонов года, годовых циклов и многолетних квазициклических периодов. Число «режимных» полигонов и набор площадок наблюдений на них определяются не только общими задачами программы, но и людскими ресурсами, а также наличием необходимых приборов.

Предварительно можно наметить три таких стационарных полигона: 1) побережье Японского моря в лугово-лесных низкогорьях южной части Среднего Сихотэ-Алиня; 2) смешанно- и хвойно-лесные вулканогенные ландшафты острова Кунашир – в южной

части Большой Курильской гряды; 3) участок лесотундровой аллювиально-озерной Яно-Колымской равнины в низовьях р. Колыма.

В своей совокупности указанные полигоны должны охватить достаточно широкий спектр ландшафтно-геофизических режимов по градиентам океаничности–континентальности и самого энергетического уровня ландшафтообразующих процессов (от Субарктики до южной окраины Суббореального пояса). Микроклиматические наблюдения должны вестись круглогодично (на каждом полигоне не менее чем на 8–12 площадках), а актинометрические и теплобалансовые исследования (на двух-четырех площадках) – синхронно в 10–15-дневные «срезки» времени в среднем через каждые 2–2,5 месяца. В эти же синхронные периоды на площадках снимаются среднечастотные режимные характеристики почво-грунтов и растительности: параметры горизонтальных и вертикальных смещений почвенно-грунтового субстрата, поверхностного и подземного стока, геохимические характеристики почвы, структуры фитоценозов, живых и мертвых фитомасс, данные по составу и массе почвенных беспозвоночных и др. Выявление закономерностей хроноорганизации ландшафтов осуществляется на основе многомерного анализа больших массивов данных.

V. Картографирование и пространственный анализ первичной биологической продуктивности коренных и производных ландшафтов на основе расчетов метеоэнергетических параметров и формализованной оценки качества почвенно-климатических компонентов окружающей среды.

Первичная биопродуктивность ландшафтов – один из главных их функциональных параметров, вскрывающий глубинные механизмы ландшафтных связей и позволяющий оценивать степень использования каждым природным комплексом вещественно-энергетических ресурсов среды. Она характеризует уровень структурно-динамического качества геосистемы [26]. С биологической продуктивностью тесно связаны свойства устойчивости и изменчивости ландшафтов, их способность к саморегулированию и самовосстановлению при тех или иных внешних возмущениях. В этом смысле биопродуктивность геосистемы рассматривается как одна из ее инвариантных характеристик [21], которая может служить критерием оценки ландшафтной интеграции различных природных компонентов и их системообразующей роли. В то же время, в колебаниях биопродуктивности находят интегральное отображение различного рода внешние воздействия, что имеет важное значение в плане задач экологического нормирования окружающей среды [27].

В плане решения данной задачи необходимо:

1) провести серию расчетов потенциальной (климатически обусловленной) первичной биопродуктивности ландшафтов российского Дальнего Востока на основе материалов многолетних наблюдений сети Росгидромета по известным методикам [20];

2) дать формализованную оценку почвенному и климатическому компонентам природной среды по определенной методике [28], провести мелкомасштабное (на отдельные районы – среднемасштабное) картографирование потенциальной и реальной биопродуктивности лесных ландшафтов российского Дальнего Востока с проверкой расчетных данных фактическими материалами лесостроительства;

3) на основе ординационного анализа автотрофного биогенеза и детритной ветви биологического круговорота выявить региональные и локальные ландшафтно-экологические оптимумы для конкретных территорий, а также факторальные ряды отклонений от этих оптимумов;

4) провести типологию природных комплексов по признакам качества почвенно-климатических условий.

VI. Разработка региональных прогнозных сценариев изменений состояний ландшафтных и биогеографических систем в различных зональных и секторных условиях мегаэктона по известным моделям современных глобальных изменений климата на период до конца XXI – середины XXII столетия.

Расчеты климатогенных преобразований гео(эко-)систем основываются на уже разработанной методике численного ландшафтно-экологического прогнозирования [20]. Методика доведена до рецептурного уровня. В ней органично сочетается, с одной стороны, достаточно строгий формализованный подход к решению прогнозных задач, а с другой – доступность для широкого круга исследователей процедуры сбора, обработки и анализа эмпирического материала. В отличие от известных отечественных и зарубежных подходов к географическому прогнозированию в данной методике предусмотрен множественный характер трансформации природных комплексов при фиксированном значении климатического тренда. Впервые удалось рассчитать не только вероятности, но и скорости функциональных преобразований ландшафтов и биогеоценозов, что позволило выйти на прогнозные оценки с заданной заблаговременностью. Разработаны два типа прогнозных моделей: хорометрический и хронометрический, по которым представлены региональные и локальные сценарии климатогенных изменений природных комплексов Русской равнины и Большого Кавказа, в том числе его высокогорий. Первый опыт ландшафтно-экологического прогнозирования проведен также для лесных экосистем района вулкана Менделеева (о. Кунашир, Южно-Курильская гряда) и Комсомольского биосферного заповедника в Нижнем Приамурье [3]. Перечисленные научно-методические достижения до сих пор не имеют подобных аналогов ни в нашей стране, ни за рубежом.

Подчеркнем экспериментальный характер данной методики эколого-географического прогнозирования. Сам прогноз является по существу управляемым экспериментом [29]. В расчетных моделях ход прогнозируемых процессов воспроизводится с помощью их эмпирической имитации пространственно-распределенными параметрами базовых экологических ниш изучаемых объектов. Исследователь задает входные параметры в данную операционную систему и получает на выходе картину прогнозируемых структурных и функциональных состояний изучаемых объектов в данной статистической выборке, с выявлением новых вневыборочных объектов. Операционная система включает: 1) локальную эмпирическую имитацию регионального биоклиматического тренда по моделям бинарной гидро- и термоздафической ординации гео(эко-)систем; 2) использование свойства полизоности локальных систем как способа их реакции на глобальные изменения климата; 3) эмпирическую имитацию климатогенных изменений биологического круговорота на основе гидротермического ординационного анализа его параметров

В рамках указанного прогнозного интервала ощутимые территориальные сдвиги природных границ следует ожидать, по-видимому, лишь в масштабе локальных природных комплексов, и главным образом в их почвенно-биотических компонентах. Однако функциональные изменения вертикальных (моносистемных) ландшафтных связей способны проявиться на гораздо более обширных площадях.

Прогнозные разработки реализуются исходя из принципа актуализма на основе уже частично установленных пространственных сопряжений структурных и функциональных характеристик региональных и локальных биогеосистем с климатическими показателями. Для почвенного покрова и ландшафтных комплексов в целом эти работы могут быть начаты лишь при наличии почвенных и ландшафтных карт регионов в необходимых масштабах. Исследования по прогнозной тематике целесообразно проводить прежде всего для материковых и островных регионов юга российского Дальнего Востока – наиболее важных в сельскохозяйственном и лесопромышленном отношениях и наиболее полно обеспеченных информацией по климату, растительности и ландшафтам.

Программа прогнозных исследований предусматривает: а) на основе моделей количественного отображения параметров среды в биогеографических, почвенных и комплексных (ландшафтных) признаках дать прогноз эквифинальных состояний указанных природных систем с построением на отдельные территории эколого-фитоценологических, почвенно- и ландшафтно-экологических карт в региональных и локальных масштабах; б) аналогичным методом дать прогнозную оценку возможных изменений первичной биопродуктивности лесных и луговых ландшафтов юга российского Дальнего Востока, полу-

чив при этом количественные и картографические данные по изменению средних годовых приростов древесины.

VII. Количественная оценка устойчивости лесных биогеосистем на основе их функциональных параметров; анализ связей параметров устойчивости с ведущими региональными и локальными экологическими факторами; установление закономерностей распределения значений устойчивости по разноуровневой системе ландшафтных сопряжений в различных зонально-секторных условиях мегаэкотона.

Впервые в отечественной и мировой геоэкологии разработаны методы расчета и картографирования функциональной устойчивости лесных экосистем как целостных элементарных биохорологических единиц [20], т.е. в духе учения В.Н. Сукачева [30] о биогеоценозах, а не по отдельным их структурным или функциональным характеристикам, что практиковалось ранее. Такой подход является в полном смысле ландшафтно-экологическим. Его эффективность состоит в том, что он опирается на дискретные параметры биологического круговорота. С помощью метрики евклидова расстояния проводится процедура расчетов мобильной (фитоценотической) и инерционной (почвенно-биотической) устойчивости лесных биогеоценозов двух типов: резистентной и упругопластичной. Это позволяет выявить метаболическое разнообразие указанных типов устойчивости в соответствующих индексах. Такие индексы служат комплексными параметрами функционального состояния биогеоценозов. По ним удастся количественно оценить относительный вклад каждого метаболического фактора в тот или иной тип устойчивости и провести верификацию расчетных моделей.

Анализ региональных соотношений упругопластичной устойчивости лесных биогеоценозов и их углеродного баланса по тому или иному сценарию глобальных изменений климата, с оценкой вклада в этот баланс различных углеродных пулов, позволяет оценить механизмы функционирования экосистем при прогнозируемом климатическом тренде и тем самым выявить основные движущие силы положительной или отрицательной регуляции углеродного цикла со стороны изучаемого лесного покрова. Как показали наши исследования [20], в пределах одного и того же экорегиона на локальном уровне складывается целый спектр взаимоотношений устойчивости лесных биогеоценозов с их углеродным балансом. По этим связям выделяются типы функциональных состояний лесных биогеоценозов, каждому из которых отвечают определенное сочетание экстремумов их упругопластичной устойчивости (сукцессионно-восстановительного потенциала) и прогнозируемого углеродного баланса.

Литература

1. Залетаев А.С. Актуальные проблемы изучения экотон // Экотоны в биосфере. М.: Ин-т водных проблем РАН, 1997. С. 5–9.
2. Коломыц Э.Г. Ландшафтные исследования в переходных зонах. М.: Наука, 1987. 117 с.
3. Коломыц Э.Г. Тихоокеанский мегаэкотон Северной Евразии. Эволюционная модель континентальной биосферы. М.: ГЕОС, 2017. 495 с.
4. Хелберт С.Х. Мнимые повторности и планирование экологических полевых экспериментов // Проблемы экологического эксперимента (планирование и анализ наблюдений) / ред. Г.С. Розенберг, Д.Б. Гелашвили. Тольятти: Ин-т экологии Волжского бассейна РАН, 2008. С. 9–45.
5. Герасимов И.П. Проблемы глобальной геоморфологии. Современная геоморфология и теория мобилизма в геологической истории Земли. М.: Наука, 1986. 207 с.
6. Блютген И. География климатов. Т. 2. М.: Прогресс, 1973. 402 с.
7. Юрцев Б.А. Проблемы ботанической географии Северо-Восточной Азии. Л.: Наука, 1974. 159 с.
8. Brigham-Grette J. New perspectives on Beringian Quaternary paleogeography, stratigraphy, and glacial history // Quaternary Sci. Rev. 2000. Vol. 20. P. 15–24.
9. Панфилов В.Д. Центры эволюции и исторические миграции биоты земного шара. Научный дневник. М.: Ин-т географии РАН, 2005. 448 с.
10. Криштофович А.Н. Эволюция растительного покрова в геологическом прошлом и ее основные факторы // Материалы по истории флоры и растительности СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1946. Вып. 2. С. 21–87.

11. Сочава В.Б. Вопросы флорогенеза и фитоценологии маньчжурского смешанного леса // Материалы по истории флоры и растительности СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1946. Вып. 2. С. 283–302.
12. Колесников Б.П. Кедровые леса Дальнего Востока. Труды Дальневост. фил. АН СССР. Т. 2 (4). М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. 263 с.
13. Худяков Г.И. Геоморфотектоника Юга Дальнего Востока. М.: Наука, 1977. 256 с.
14. Урусов В.М. Генезис растительности и рациональное природопользование на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИГ ДВО АН СССР, 1988. 356 с.
15. Ганзей К.С. Ландшафтообразующие факторы и их роль в пространственной дифференциации ландшафтов Курильских островов // Географические и геоэкологические исследования на Дальнем Востоке. Вып. 6. Владивосток: Дальнаука, 2010. С. 22–32.
16. Дьяконов К.Н., Пузаченко Ю.Г. Теоретические вопросы островного ландшафтоведения // Горизонты географии. К 100-летию К.К. Маркова. М.: Геогр. ф-т МГУ, 2005. С. 14–17.
17. Сочава В.Б. Географические аспекты сибирской тайги. Новосибирск: Наука, 1980. 256 с.
18. Жучкова В.К., Зонов Ю.Б., Горяченков В.А. Методические приемы ландшафтных исследований вулканических районов Камчатки // Ландшафтный сборник. М.: Изд-во МГУ, 1973. С. 117–137.
19. Ганзей К.С. Развитие островных геосистем под действием вулканизма (на примере островов-вулканов Курильской дуги) // Вопросы географии. Сб. 138. Горизонты ландшафтоведения. М.: Кодекс, 2014. С. 295–309.
20. Коломыц Э.Г. Экспериментальная географическая экология. Записки географа-натуралиста. М.: КМК, 2018. 716 с.
21. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 319 с.
22. Герасимов И.П. Учение В.В. Докучаева и современность. М.: Мысль, 1986. 124 с.
23. Chorley B.J., Kennedy B.A. Ghysical geography. A system approach. London: Prentice-Hall, 1971. 370 p.
24. Мильков Ф.Н. Физическая география: современное состояние, закономерности, проблемы. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1981. 398 с.
25. Будыко М.И. Глобальная экология. М.: Мысль, 1977. 327 с.
26. Герасимов И.П. Экологические проблемы в прошлой, настоящей и будущей географии Мира. М.: Наука, 1985. 247 с.
27. Шварц С.С. Экологические основы охраны биосферы // Методологические аспекты исследования биосферы. М.: Наука, 1975. С. 100–112.
28. Крутько В.Н., Петов С.А., Хомяков Д.М., Хомяков П.М. Формализация оценки качества компонентов окружающей среды. М.: ВНИИ системных исследований, 1982. Препр. 36 с.
29. Хелберт С.Х. Неверное истолкование мнимых повторностей и сопутствующие проблемы: ответ Л. Оксанену // Проблемы экологического эксперимента (планирование и анализ наблюдений) / ред. Г.С. Розенберг, Д.Б. Гелашвили. Тольятти: Ин-т экологии Волжского бассейна РАН: Нижегород. гос. ун-т им. Н.И. Лобачевского, 2008. С. 61–65.
30. Сукачев В.Н. Избранные труды. Т. 1. Основы лесной типологии и биогеоценологии. Л.: Наука, 1972. 418 с.

References

1. Zaletaev, A.S. Actual problems of studying ecotones. In *Ecotones in the biosphere*. Edited by A.S. Zaletaev. Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences: Moscow, Russia, 1997, 5–9 (In Russian).
2. Kolomyts, E.G. Landscape research in transition zones. Nauka: Moscow, Russia, 1987. 117 p. (In Russian).
3. Kolomyts, E.G. Pacific Ocean Mega Ecotone of Northern Eurasia. An Evolutionary Model of a Continental Biosphere. New York: Nova Science Publishers, USA, 2020. 428 p.
4. Helbert, S.H. Imaginary replicates and planning of ecological field experiments. In *Problems of an ecological experiment (planning and analysis of observations)*. Edited by G.S. Rosenberg and D.B. Gelashvili. Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS: Togliatti. Russia, 2008, 9–45. (In Russian).
5. Gerasimov, I.P. Problems of global geomorphology. Nauka: Moscow, Russia, 1986. 207 p. (In Russian).
6. Blüthgen, I. Geography of climates. Vol. 2. Progress: Moscow, Russia, 1973, 402 p. (In Russian).
7. Yurtsev, B.A. Problems of Botanical Geography of Northeast Asia. Nauka: Leningrad, Russia, 1974, 159 p. (In Russian).
8. Brigham-Grette, J. New perspectives on Beringian Quaternary paleogeography, stratigraphy, and glacial history. *Quaternary Sci. Rev.* 2000, 20, 15–24.
9. Panfilov, V.D. Evolutionary centers and history migrations of biota of Earth. Inst. of Geography RAS: Moscow, Russia, 2005, 448 p. (In Russian).
10. Krištofovič, A.N. Evolution of plant cover in the geological past and its main Factors. In *Materials on history of flora and vegetation of USSR*. Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR: Moscow-Leningrad, Russia, 1946, 2, 21–87. (In Russian).
11. Sochava, V.B. Questions of florogenesis and phytocenology of the Manchurian mixed Forest. In *Materialy on the history of flora and vegetation of the USSR*, edited by V. L. Komarov. Publishing house of the Academy of Sciences

of the USSR: Moscow–Leningrad, Russia, 1946, 283–302. (In Russian).

12. Kolesnikov, B.P. Cedar forests of the Far East. In *Proceedings of the Far Eastern Branch of the Academy of Sciences of the USSR*. Publishing house of the Academy of Sciences of the USSR: Moscow–Leningrad, Russia, 1956, 2(4), 263 p. (In Russian).

13. Khudyakov, G.I. Geomorpho-tectonics of South of Far East. Nauka: Moscow, Russia, 1977, 256 p. (In Russian).

14. Urusov, V.M. Vegetation genesis and rational nature management in the Far East. Pacific Institute of Geography the FEB of the Academy of Sciences: Vladivostok, Russia, 1988, 356 p. (In Russian).

15. Ganzei, K.S. Landscape-forming factors and their role in the spatial differentiation of landscapes of the Kuril Islands. In *Geographic. and geocological. research in the Far East. Issue 6*. Dalnauka: Vladivostok, Russia, 2010, 22–32 (In Russian).

16. Dyakonov, K.N.; Puzachenko, Yu.G. Theoretical issues of the island landscape science. In *Horizons of geography. To the 100th anniversary of K.K. Markov*. Geographical faculty of MSU: Moscow, Russia, 2005, 14–17. (In Russian).

17. Sochava, V.B. Geographic aspects of the Siberian taiga. Nauka: Novosibirsk, Russia, 1980, 256 p. (In Russian).

18. Zhuchkova, V.K.; Zonov, Yu.B.; Goryachenkov, V.A. Methodological techniques for landscape studies of volcanic regions of Kamchatka. In *Landshaftnyy sbornik*. Edited by N.A. Solntsev. Publishing House MSU: Moscow, Russia, 1973, 117–137. (In Russian).

19. Ganzei, K.S. The development of island geosystems under the influence of volcanism (on the example of islands-volcanoes of the Kuril arc). *Problems of Geography. V. 138. Horizons of landscape studies*. «Codex»: Moscow, Russia, 2014, 295–309 (In Russian).

20. Kolomyts, E.G. Experimental geographic ecology. The records of geographer-naturalist. KMK Publishing House: Moscow, Russia, 2018, 716 p. (In Russian).

21. Sochava, V.B. Introduction into the theory of geosystems. Nauka: Novosibirsk, Russia, 1978, 319 p. (In Russian).

22. Gerasimov, I.P. The teachings of V.V. Dokuchaev and modernity. Mysl': Moscow, Russia, 1986, 124 p. (In Russian).

23. Chorley, B.J.; Kennedy, B.A. Physical Geography. A System Approach. Prentice-Hall: London, 1971, 370 p.

24. Mil'kov, F.N. Physical geography: current state, patterns, problems. Publishing House of Voronezh State University: Voronezh, Russia, 1981, 398 p. (In Russian).

25. Budyko, M.I. Global ecology. Mysl': Moscow, Russia, 1977, 327 p. (In Russian).

26. Gerasimov, I.P. Environmental problems in the past, present and future geography of the World. Nauka: Moscow, Russia, 1985, 247 p. (In Russian).

27. Shwartz, S.S. Ecological foundations for the protection of the biosphere. In *Methodological foundations of the study of the biosphere*. Nauka: Moscow, Russia, 1975, 100–112. (In Russian).

28. Krut'ko, V.N.; Pegov, S.A.; Khomyakov, D.M.; Khomyakov, P.M. Formalization of the assessment of the quality of environmental components. Research Institute of System Research: Moscow, Russia, 1982, 36 p. (In Russian).

29. Helbert, S.H. An incredible interpretation of imaginary repetitions and related problems. Answer to L. Oksanen." In *Problems of an ecological experiment (planning and analysis of observations)*. Edited by G.S. Rosenberg and D.B. Gelashvili. Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS: Togliatti. Russia, 2008, 61–65. (In Russian).

30. Sukachev, V.N. Selected Works. Vol. 1. Basics of forest typology and biogeocoenology. Nauka: Leningrad, Russia, 1972, 418 p. (In Russian).

Статья поступила в редакцию 18.11.2021; одобрена после рецензирования 01.02.2022; принята к публикации 04.02.2022.

The article was submitted 18.11.2021; approved after reviewing 01.02.2022; accepted for publication 04.02.2022.

Трансграничный Иртыш: особенности национального водопользования и международное сотрудничество

БЭЛЛА АЛЕКСАНДРОВНА КРАСНОЯРОВА,
ЮРИЙ ИВАНОВИЧ ВИНОКУРОВ,
АЛЕКСАНДР ВАСИЛЬЕВИЧ ПУЗАНОВ

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, Россия

Автор, ответственный за переписку: Бэлла Александровна Красноярова, bella@iwerp.ru

Аннотация. В статье рассматривается бассейн р. Иртыш, расположенный в границах трех государств – Казахстана, Китая и России. Трансграничный характер имеют и два крупных левых притока р. Иртыш – р. Тобол и р. Ишим. На территории бассейна выделено семь национальных сегментов – по две водохозяйственные системы в бассейнах р. Ишима и р. Тобол и три – в бассейне собственно р. Иртыш. Целью данной статьи является оценка процессов водопользования в национальных сегментах этого сложного трансграничного бассейна и международного сотрудничества в нем. В работе выделены основные общесистемные проблемы бассейна. Среди них истощение водных ресурсов в результате растущего забора воды в Китае и Казахстане; потери на испарение из множества водохранилищ разного функционального назначения, расположенных на территории бассейна; высокий уровень загрязнения водных ресурсов тяжелыми металлами и нефтепродуктами промышленными предприятиями, функционирующими в верховьях реки; радиационное загрязнение территории в результате действия Семипалатинского полигона, полигона Лоб-Нор в КНР, ПО «Маяк» и др.; аварийное состояние гидротехнических сооружений; отсутствие или недостаточное развитие правовых механизмов регулирования водопользования в трансграничных государствах. Установлены особенности и острота проявления этих проблем в отдельных национальных сегментах. Наиболее остро вопросы истощения водных ресурсов стоят в бассейне р. Кара-Иртыш в результате растущего изъятия на территории Китая и формирующегося дефицита вод водохранилищ каскада Верхнеиртышских ГЭС, в степных районах Омской и Тюменской областей и в г. Омск, а также в замыкающих створах рек Тобол и Иртыш. Институциональные проблемы международного сотрудничества в области управления водопользованием характерны для всех национальных сегментов, но в отдельных случаях они касаются вопросов водodelения (Казахстан – Китай), в других – мониторинга качества вод и рассогласованности методов и подходов их проведения и оценки (Казахстан – Россия).

Ключевые слова: трансграничный бассейн, Иртыш, загрязнение вод, водodelение, национальное водопользование.

Для цитирования: Красноярова Б.А., Винокуров Ю.И., Пузанов А.В. Трансграничный Иртыш: особенности национального водопользования и международное сотрудничество // Тихоокеанская география. 2022. № 1. С. 59–67. https://doi.org/10.35735/26870509_2022_9_5.

Cross-border Irtysh: feature of national water use and international cooperation

BELLA A. KRASNOYAROVA, YURY. I. VINOKUROV,
ALEKSANDR V. PUZANOV

The Institute for Water and Environmental Problems of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (IWEP SB RAS), Barnaul, Russia

Corresponding author: Bella. A. Krasnoyarova, bella@iwep.ru

Abstract. The article examines the Irtysh river basin, located within the borders of three states – Kazakhstan, China and Russia. The two large left tributaries of the Irtysh, the Tobol and the Ishim, are also transboundary. Seven national segments have been identified in the basin – two water systems each in the Ishim and Tobol basins and three in the Irtysh basin proper. The purpose of this article is to assess the processes of water use in the national segments of this complex transboundary basin and international cooperation in it. The paper highlights the main system-wide problems of the basin. Among them are the depletion of water resources as a result of the growing withdrawal of water in China and Kazakhstan, as well as losses due to evaporation from many reservoirs of various functional purposes located in the basin; a high level of pollution of water resources with heavy metals and oil products by industrial enterprises operating in the upper reaches of the Irtysh; radiation contamination of the territory as a result of the operation of the Semipalatinsk test site, the Lob-Nor test site in the PRC, the Mayak Production Association and others; emergency condition of hydraulic structures; absence or insufficient development of legal mechanisms for regulating water use in transboundary states. The features and severity of the manifestation of these problems in individual national segments have been studied. The most acute issues of depletion of water resources are in the basin of the rivers Kara-Irtysh as a result of the growing withdrawal in China and the emerging water shortage in the reservoirs of the Verkhneirtysh HPP cascade, in the steppe regions of the Omsk and Tyumen regions and in the city of Omsk itself, as well as in the trailing sections of the Tobol and Irtysh. The institutional problems of international cooperation in the field of water use management are typical for all national segments, but in some cases they relate to water allocation issues (Kazakhstan – China), in others – water quality monitoring and inconsistencies in methods and approaches for their implementation and assessment (Kazakhstan – Russia).

Keywords: transboundary basin, Irtysh, water pollution, water allocation, national water use.

For citation: Krasnoyarova B. A., Vinokurov Yu. I., Puzanov A. V. Cross-border Irtysh: feature of national water use and international cooperation. *Pacific Geography*. 2022; (1): 59–67. (In Russ.). https://doi.org/10.35735/26870509_2022_9_5.

Введение

В 2022 г. исполняется 30 лет с даты подписания Соглашения между Правительствами Российской Федерации и Республики Казахстан о совместном использовании и охране трансграничных водных объектов. Этот документ, равно как и актуализированная в 2010 г. новая версия данного соглашения, определяют основные направления сотрудничества в области водопользования и решения возможных водных конфликтов между Россией и Казахстаном в целях дальнейшего совершенствования двусторонних отношений в сфере совместного использования, охраны и восстановления трансграничных водных объектов. К таковым относятся прежде всего реки Урал, Иртыш и их притоки. За прошедшие годы, несмотря на рамочный характер данных соглашений, удалось выработать достаточно действенный алгоритм достижения консенсуса в вопросах водопользования и

избежать значимых конфликтов. При этом в бассейне р. Иртыш, объекте наших интересов, положение усугубляется наличием как минимум третьей стороны – Китайской Народной Республики с ее водохозяйственными интересами в бассейне р. Кара-Иртыш – истоке основного Иртыша, который формируется на территории Синьцзян-Уйгурского автономного района (СУАР) КНР.

Целью настоящей статьи является оценка процессов водопользования в национальных сегментах этого сложного трансграничного бассейна и международного сотрудничества в нем.

Объект и методы исследования

Общетеоретической основой исследования послужили труды в сфере международного сотрудничества [1, 2], использования и охраны водных ресурсов, в том числе на трансграничных территориях, российских [3–8] и зарубежных [9–12] ученых. Интересны в этом отношении работы специалистов из центрально-азиатских стран [13–16], где проблемы трансграничного водопользования стоят особенно остро, а вопросы институционализации управления трансграничными водными ресурсами находятся в стадии становления, как и в России.

Правовую основу исследования составили Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер [17] и Конвенция о праве несудоходных видов использования международных водотоков [18], а также двусторонние Соглашения между странами трансграничного бассейна р. Иртыш: Казахстана и Китая, Казахстана и России. Данные соглашения носят рамочный характер и определяют основные положения регулирования межгосударственных отношений по отдельным трансграничным водотокам.

Методологической основой исследования является системно-диалектический подход, позволяющий рассматривать речной бассейн как сложную открытую природно-хозяйственную систему, находящуюся в постоянном развитии, который реализуется через современные общенаучные и специфические методы познания – системный, сравнительно-географический, формально-юридический и др.

Река Иртыш – самый крупный левый приток р. Обь, и еще в прошлом веке ученые обсуждали вопрос, какая из этих рек является основной. Бассейн реки расположен в основном в границах трех государств – Казахстана, Китая и России, хотя истоки находятся в Монголии, захватывая очень небольшую и незаселенную часть ее территории. Далее под названием Кара-Иртыш (Черный Иртыш) река пересекает часть китайского и казахского Алтая и впадает в проточное озеро Зайсан на территории Республики Казахстан (РК). Затем уже из этого озера вытекает под именем Иртыш (Ертис – казахский топоним), пересекая с юга на север Восточно-Казахстанскую и Павлодарскую области Казахстана, Омскую и Тюменскую области России, и в районе г. Ханты-Мансийск впадает в р. Обь. При этом трансграничной является не только сама р. Иртыш, но и ее крупные левые притоки Тобол (Тобыл) и Ишим (Есиль), причем р. Тобол дважды пересекает российско-казахстанскую границу (рис.).

Общая длина реки – 4248 км (на территории Китая – 525, Казахстана – 1835, России – 2010 км), площадь бассейна 1643 тыс. км². Соотношение площади водосбора на территории России – Казахстана – Китая составляет примерно 69 : 30 : 1, объемов среднегодового стока 35 : 60 : 5, а вот численности проживающего на его территории населения 53 : 29 : 18 соответственно. Данные соотношения весьма наглядно демонстрируют некоторые диспропорции в формировании водного стока и потребностей в водных ресурсах. На территории бассейна и в зоне его влияния проживает около 17 млн человек, в т.ч. около 9 млн в российских регионах и почти 5 млн – в Казахстане. В Алтайском округе СУАР и зоне влияния канала р. Иртыш – Карамай по нашим расчетам проживает около 3 млн, хотя

еще 10 лет назад число жителей здесь оценивалось в 700 тыс. чел. Территория Монголии, как указывалось выше, практически не заселена и используется лишь под сезонные пастбища.



Рис. Трансграничный бассейн р. Иртыш
Fig. Irtysh River transboundary basin

С экономических позиций водные ресурсы р. Иртыш и ее притоков обеспечивают жизнедеятельность почти 30 % населения и экономики Казахстана, на территории бассейна производится около 45 % сельскохозяйственной продукции страны. Для Российской Федерации роль бассейна особенно велика для водообеспечения степных районов Омской области и г. Омск, для которых воды р. Иртыш являются практически единственным источником водоснабжения. Роль водных ресурсов р. Иртыш, вернее р. Кара-Иртыш, для КНР также весьма существенна, учитывая низкую водообеспеченность ее населения и растущую экономику северо-западных регионов.

Результаты и обсуждения

На территории трансграничного речного бассейна р. Иртыш можно выделить семь национальных сегментов: три в бассейне собственно Иртыша – в национальных границах Казахстана, Китая и России, и по два – в бассейнах рек Ишим и Тобол (по одному в границах Республики Казахстан и Российской Федерации).

Среди общесистемных проблем водопользования в трансграничном бассейне р. Иртыш следует назвать истощение водных ресурсов вследствие как увеличения заборов воды в Китае и Казахстане, так и потерь на испарение из водохранилищ каскада Верхнеиртышских ГЭС и других гидротехнических сооружений (ГТС); высокий уровень загрязнения водных ресурсов бассейна тяжелыми металлами и нефтепродуктами промышленными

предприятиями, функционирующими в верховьях р. Иртыш; радиационное загрязнение территории в результате действия Семипалатинского полигона, полигона Лоб-Нор в КНР, ПО «Маяк» и др.; аварийное состояние гидротехнических сооружений; отсутствие или недостаточное развитие правовых механизмов регулирования водопользования в трансграничных государствах. При этом острота проявления этих проблем в отдельных национальных сегментах различается.

В бассейне р. Кара-Иртыш (Черный Иртыш), территории казахстанско-китайского сотрудничества, наиболее остро стоит вопрос истощения водных ресурсов в результате растущего потребления в КНР, в т.ч. для переброски вод р. Иртыш по каналам р. Иртыш – г. Карамай и р. Иртыш – г. Урумчи; роста орошаемых площадей. В этой части бассейна не решены вопросы водodelения и в случае реализации всех планов китайского правительства величина изъятия может достичь 50 % водного стока, а это уже кризисный уровень водного стресса. Радиационное загрязнение в результате функционирования китайского ядерного полигона рядом с оз. Лоб-Нор (1964–1980 гг. – наземные, до 1996 г. – подземные испытания) до сих пор мало изучено, но следы радиоактивного заражения через несколько дней после испытаний были зарегистрированы в Казахстане, на Дальнем Востоке, в других местах. В настоящее время идет модернизация полигона [19], и следует обратить внимание на тот факт, что Китай не подписал ни один из международных документов, регулирующих процессы водопользования в трансграничных речных бассейнах, предпочитая заключать двухсторонние соглашения. Более того, согласно китайскому законодательству Россия в бассейне р. Иртыш не является для Китая субъектом трансграничного сотрудничества, так как река не пересекает государственную китайско-российскую границу. На этом основании Китай отказывается от обсуждения вопросов водodelения и водопользования в бассейне Иртыша в трехстороннем формате.

В казахстанском сегменте р. Иртыш отмечается высокая концентрация населения и экономики: в верхней части бассейна на территории Восточно-Казахстанской области высока доля горнодобывающей промышленности, причем значительная часть р. Иртыш зарегулирована тремя крупными ГЭС и работает в режиме геотехнической системы. А вот на территории Павлодарской области высока доля теплоэнергетики и перерабатывающей промышленности, ниже г. Павлодар отмечается изъятие воды по каналу р. Иртыш – г. Караганда и далее до г. Нур-Султан для водообеспечения населения последнего, далее – для целей орошения и сельхозводоснабжения северных территорий Павлодарской области, не имеющих иных источников водообеспечения, равно как и приграничные районы Омской области, вплоть до г. Омска.

Водные ресурсы р. Иртыш на территории Казахстана характеризуются неустойчивой межгодовой динамикой и высоким уровнем загрязнения. Особенно загрязнены притоки: Брекса, Глубочанка и Красноярка, в частности воды р. Брекса характеризуются «чрезвычайно высоким уровнем загрязнения» (5 класс качества при значениях ИЗВ 10.2–28.2). Нельзя исключать и ливневые стоки с поверхности Семипалатинского полигона и городских территорий индустриальных центров Восточного Казахстана, вносящих свой вклад в загрязнение вод р. Иртыш. Осложняет ситуацию и очень высокий износ малых ГЭС на территории Рудного Алтая, некоторые из них эксплуатируются с первой половины прошлого века, а также неустойчивость институциональной среды управления при регулярной смене собственников на экологоемких предприятиях, что имело место начиная с 1990-х гг.

Российский сегмент водохозяйственной системы р. Иртыш характеризуется высокой зависимостью от обстановки в «верхних» странах и неустойчивостью среднесного стока. В 2018 г. среднесного сток р. Иртыш в районе г. Омск составлял 30.3 км³ [20], наименьшего значения он достигал в 1933 г. (16.3 км³), а наибольшего в 1947 г. (47.0 км³). В районе устья зафиксировано: среднесного сток – 86.0 км³, наименьший – 16.2 км³ (1947 г.) и наибольший – 141 км³/год (1971 г.).

На территории России качество воды р. Иртыш в 2018 г. относилось к 3–4 классу по 5-балльной шкале Росгидромета, вода характеризовалась как «загрязненная», в 2017 г. – «слабо загрязненная», в районе г. Омск во всех створах оценивалась как «загрязненная». Наибольшее загрязнение в бассейне р. Иртыш отмечается по азоту аммонийному (до 1.8 ПДК), азоту нитритному (до 5.7 ПДК), меди (2.3–89.3 ПДК), цинку (39.7–60.3 ПДК), нефтепродуктам (до 2.8 ПДК) и марганцу (7–13.1 ПДК) [20].

Водохозяйственная система трансграничного бассейна р. Ишим представлена двумя национальными сегментами. Казахстанская часть ориентирована на водоснабжение г. Нур-Султан, г. Петропавловск и других городов Северного Казахстана, а также сельскохозяйственное водоснабжение его центральных районов. Сток реки зарегулирован множеством водохранилищ, самое крупное – Астанинское (Вячеславское), это основной источник водоснабжения г. Нур-Султан. Однако в последние годы его объем не покрывает растущие потребности города, в 2001 г. в целях пополнения Астанинского водохранилища канал им. К.И. Сатпаева был продлен, и воды р. Иртыш по данному каналу перебрасываются в верховья р. Ишим [21]. В результате увеличились и объемы водозабора, и загрязнение водных объектов бассейна. Вода р. Ишим отнесена к 3 классу качества (основные загрязнители – органические вещества). Даже воды канала Нура-Ишим, построенного для целей водоснабжения г. Астана, характеризуются как загрязненные. Основными загрязнителями в бассейне р. Ишим являются марганец и медь.

Река Тобол дважды пересекает государственную границу Казахстан – Россия. Особенностью функционирования водохозяйственной системы бассейна р. Тобол в границах Казахстана является высокая зарегулированность стока сетью водохранилищ суммарным объемом 1.46 км³ с высоким уровнем изъятия водных ресурсов в целях обеспечения потребностей горно-обогатительных комбинатов, городов и поселков при высоком же уровне износа ГТС, построенных еще во второй половине XX столетия. При этом два водохранилища – Верхнетобольское (816.6 млн м³) и Каратомарское (586.0 млн м³) являются многолетними, а остальные осуществляют сезонное регулирование стока [22]. Качество воды в р. Тобол и в водохранилищах на его казахстанской части характеризуется преимущественно как умеренно загрязненное, регистрируется превышение ПДК по меди и азоту нитритному [23].

В российском сегменте бассейна р. Тобол ситуация наиболее напряженная. На отдельных участках бассейна (реках Тагил, Миасс) доля изъятия водных ресурсов достигает 50–70 % объема стока, что вызывает серьезные опасения и у руководства Свердловской и Челябинской областей, и у всего местного населения. Для решения задач водоснабжения в бассейне создано более 600 водохранилищ, часть из них были построены еще в XVII–XIX вв.

Многие водохранилища используются как источники питьевого и промышленного водоснабжения, для рекреации, функционируют как водоохладители и водонакопители энергетических предприятий – ГРЭС, ТЭС и малых ГЭС. Кроме того, расположенное на истоке р. Тече (правый приток р. Исеть) на севере Челябинской области ПО «Маяк» остается действующим предприятием по переработке ядерных отходов, что также следует учитывать при реализации водохозяйственной политики на территории области.

Вода в р. Тобол на участке г. Тобольск – г. Ханты-Мансийск в 2018 г. оценивалась как «грязная» (4 класс качества). Приоритетные токсиканты – соединения марганца, железа, азот нитритный, цинк, медь, органические вещества.

Заключение и выводы

Таким образом, анализ водно-экологической обстановки в трансграничном бассейне р. Иртыш подтвердил, что территория является сложной природно-хозяйственной системой с целым комплексом проблем, связанных с количеством и качеством водного

стока, а также режимом его формирования и использования. При этом острота проявления этих проблем различается в различных сегментах бассейна. В печати активно обсуждаются взаимоотношения Казахстана и Китая, России и Казахстана, рассматриваются различные варианты решения сложившихся проблем вплоть до межбассейновых перебросок водных ресурсов рек Обь, Волга, Енисей. Но следует отметить, что эти предложения поступают в основном от казахстанских и китайских ученых и политиков, при том, что Китай отказывается от участия России в решении задач водodelения вод р. Кара-Иртыш. Россия при обсуждении данных «перебросочных» проектов играет весьма пассивную роль, не внося каких-либо радикальных предложений по разрешению трансграничных проблем, акцентируя свое внимание лишь на решении собственных водохозяйственных задач. Это прежде всего водообеспечение города-миллионника Омск и индустриальных городов Зауралья (Екатеринбург, Челябинск, Нижний Тагил и др.), расположенных в бассейне р. Тобол, что, конечно, позволяет решать актуальные вопросы водопользования, но не снимает пик водохозяйственной напряженности ни в российских сегментах бассейна, ни, тем более, в водохозяйственной системе в целом. Необходимо наладить трехсторонний диалог стран бассейна, разработать единый документ и инструменты управления – институциональные, экологические, технические и технологические – в данном трансграничном бассейне.

Работа выполнена в рамках тем государственного задания ИВЭП СО РАН (рег. № 121031200177-1, 1021032422891-7).

Литература

1. Бакланов П.Я., Ганзей С.С. Трансграничные территории: проблемы устойчивого природопользования. Владивосток: Дальнаука, 2008. 216 с.
2. Бакланов П.Я. Структурные особенности и потенциал развития приграничных и трансграничных районов: теоретические аспекты // Региональные исследования. 2018. № 3 (61). С. 19–24.
3. Данилов-Данильян В.И. Неизбежны ли водные войны? // Дип. ежегодник. 2003. М.: Науч. кн., 2004. С. 100–132.
4. Данилов-Данильян В.И., Хранович И.Л. Согласование стратегий трансграничного водопользования. М.: Энциклопедия, 2016. 216 с.
5. Данилов-Данильян В.И., Ключев Н.Н., Котляков В.М. Россия в глобальном природно-экологическом пространстве // Вызовы и политика пространственного развития России в XXI веке. М.: Тов-во науч. изданий КМК, 2020. С. 50–83
6. Винокуров Ю.И., Красноярова Б.А. Трансграничный бассейн р. Иртыш: проблемы и решения // Регион: Экономика и Социология. 2017. № 3 (95). С. 238–253.
7. Короткий Л.М., Жерелина И.В. Международные бассейны Азии: конфликты, пути сотрудничества. Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2005. 228 с.
8. Shiklomanov I.A., Balonishnikova J.A. World water use and water availability: trends, scenarios, consequences // IAHS Proceedings & Reports. 2003. T. 281. P. 358–364.
9. Wolf A., Kramer A., Carius A., Dabelko G.D. Managing Water Conflict and Cooperation // State of the World 2005: Redefining Global Security. 2005. P. 69–98.
10. Yoffe S., Wolf A., Giordani M. Conflict and Cooperation over International Freshwater Resources: Indicators of Basins at Risk // J. of the American Water Resources Association. 2003. Oct. P. 1109–1185.
11. Gleick P.H. Global freshwater resources: soft-path solutions for the 21-th century // Science. 2003. Vol. 302, N 5650. P. 1524–1527.
12. Liebscher H.L. Conflict over water – can hydrology contribute anything toward their solution // IASH Publ. 2004. N 286. P. 238–245.
13. Духовный В.А., Соколов В.С., Мантриталяе Х. Интегрированное управление водными ресурсами: от теории к реальной практике. Опыт Центральной Азии / под ред. А.А. Иммангазиева. Ташкент: Узбекистон, 2008. 380 с.
14. Духовный В.А., Соколов В.С., Зиганшина Д.Р. Проблемы совместного использования соседними странами трансграничных водотоков // Мелиорация и водное хозяйство. 2015. № 2. С. 32–36.
15. Гельдыева Г.В., Басова Т.А., Скоринцева И.Б. и др. Ландшафтно-экологические проблемы природопользования приграничных территорий Республики Казахстан. Алматы: ИГ НАН РК, 2011. 340 с.
16. Рысбеков Ю.Х. Трансграничные водные ресурсы Центральной Азии: политические и правовые аспекты

бесконфликтного использования / под ред. В.С. Соколова. Ташкент, 2008. 324 с.

17. Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/watercourses_lakes.shtml. (дата обращения: 19.10.2021).

18. Конвенция о праве несудоходных видов использования международных водотоков. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/watercrs.shtml (дата обращения: 19.10.2021).

19. Секретный объект: Китай модернизирует аэродром на полигоне Лобнор. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://topwar.ru/184772-sekretnyj-obekt-kitaj-moderniziruet-ajerodrom-na-poligone-lobnor.html> (дата обращения: 19.10.2021).

20. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество. Ежегодное издание. 2018 год. СПб.: Росгидромет, 2019. 153 с.

21. Елжасов А. Дефицит водных ресурсов для водоснабжения города Астаны // Водное хозяйство Казахстана. 2012. № 2 (40). С. 8–9.

22. Вешкурцева Т.М. Трансформация водного режима рек Тобол и Ишим в условиях антропогенного воздействия // Вестн. Тюменского государственного университета. 2010. № 7. С. 130–137.

23. Куржыкаев Ж., Баринаева Г.К., Асылбекова А.С. Состояние гидрологического и гидрохимического режима реки Тобол // Chronos. 2020. № 10 (49). С. 8–12.

References

1. Baklanov, P.Ya.; Ganzey, S.S. Transboundary territories: problems of sustainable nature management. Dalnauka: Vladivostok, Russia, 2008. 216 p. (In Russian)
2. Baklanov, P.Ya. Structural features and development potential of border and transboundary areas: theoretical aspects. *Regional studies*. 2018, 3(61), 19–24. (In Russian)
3. Danilov-Danilyan, V.I. Are water wars inevitable? *Dip. Yearbook*. 2003. Nauch. kn: Moscow, Russia, 2004, 100–132. (In Russian)
4. Danilov-Danilyan, V.I.; Khranovich, I.L. Coordination of strategies for transboundary water use. LLC “Publishing house” Encyclopedia “: Moscow, Russia, 2016, 216 p. (In Russian)
5. Danilov-Danilyan, V.I.; Klyuev, N.N.; Kotlyakov, V.M. Russia in the global natural and ecological space. In *Challenges and policy of spatial development of Russia in the XXI century*. LLC Partnership of Scientific Publications KMK: Moscow, Russia, 2020, 50–83. (In Russian)
6. Vinokurov, Yu.I.; Krasnoyarova, B.A. Irtysh River transboundary basin: problems and solutions. *Region: Economics and Sociology*. 2017, 3(95), 238–253. (In Russian)
7. Korytny, L.M.; Zherelina, I.V. International basins of Asia: conflicts, ways of cooperation. Publishing House of the Institute of Geography SB RAS: Irkutsk, Russia, 2005, 228 p. (In Russian)
8. Shiklomanov, I.A.; Balonishnikova, J.A. World water use and water availability: trends, scenarios, consequences. *LAHS Proceedings & Reports*. 2003, 281, 358–364. (In Russian)
9. Wolf, A.; Kramer, A.; Carius, A.; Dabelko, G.D. (eds.). Managing Water Conflict and Cooperation. In *State of the World 2005: Redefining Global Security*. 2005, 69–98.
10. Yoffe, S.; Wolf, A.; Giordani, M. Conflict and Cooperation over International Freshwater Resources: Indicators of Basins at Risk. *Journal of the American Water Resources Association*. 2003, 39(5), 1109–1185.
11. Gleick, P.H. Global freshwater resources: soft-path solutions for the 21-th century. *Science*. 2003, 302(5650), 1524–1527.
12. Liebscher, H.L. Conflict over water – can hydrology contribute anything toward their solution? *LASH Publ*. 2004, 286, 238–245.
13. Dukhovny, V.A.; Sokolov, V.S.; Mantrilake, H. Integrated management of water resources: from theory to real practice. Experience of Central Asia. Uzekiston: Tashkent, Republic of Kazakhstan, 2008, 380 p. (In Russian)
14. Dukhovny, V.A.; Sokolov, V.S.; Ziganshina, D.R. Problems of joint use of transboundary watercourses by neighboring countries. *Melioration and water management*. 2015, 2, 32–36. (In Russian)
15. Geldyeva, G. V.; Basova, T. A.; Skorintseva, I.B. et al. Landscape and environmental problems of environmental management of the border areas of the Republic of Kazakhstan. IG NAS RK: Almaty, Republic of Kazakhstan, 2011, 340 p. (In Russian)
16. Rysbekov, Yu.Kh. Transboundary water resources of Central Asia: political and legal aspects of conflict-free use. Ed. V.S. Sokolov. Tashkent, Republic of Kazakhstan, 2008, 324 p. (In Russian)
17. Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes. Available online: https://unece.org/fileadmin/DAM/env/water/meetings/legal_board/legal_board.htm (accessed on 19 October 2021). (In Russian)
18. Convention on the Law of the Non-Navigational Uses of International Watercourses New York, 21 May 1997. Available online: <https://legal.un.org/avl/ha/clnuiw/clnuiw.html> (accessed on 19 October 2021). (In Russian)

19. Secret object: China is modernizing the airfield at the Lop Nor training ground Available online: <https://topwar.ru/184772-sekretnyj-obekt-kitaj-moderniziruetsja-ajerodrom-na-poligone-lobnor.html>. (accessed on 19 October 2021). (In Russian)
20. Resources of surface and ground waters, their use and quality. Annual edition. 2018. Rosgidromet: St. Petersburg, Russia, 2019, 153 p. (In Russian)
21. Elzhasov, A. Deficit of water resources for water supply of the city of Astana. *Water industry of Kazakhstan*. 2012, 2 (40), 8–9. (In Russian)
22. Veshkurtseva, T.M. Transformation of the water regime of the Tobol and Ishim rivers under anthropogenic impact. *Bulletin of the Tyumen State University*. 2010, 7, 130–137. (In Russian)
23. Kurzhykaev, Zh.; Barinova, G.K.; Asylbekova, A.S. The state of the hydrological and hydrochemical regime of the Tobol River. *Chronos*. 2020, 10 (49), 8–12 (In Russian)

Статья поступила в редакцию 09.11.2021; одобрена после рецензирования 03.01.2022; принята к публикации 07.02.2022.

The article was submitted 09.11.2021; approved after reviewing 03.01.2022; accepted for publication 07.02.2022.

Картографирование опасных геоморфологических процессов в прибрежной зоне островов залива Петра Великого (Приморский край) на основе комплексной морфогенетической легенды

Владимир Николаевич НЕВСКИЙ

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия, vnev273@mail.ru

Аннотация. Прибрежная зона островов Южного Приморья благодаря своей морфологии является районом высокой экзодинамической опасности. Наибольшую угрозу представляют обвалы береговых уступов, свежие следы которых встречаются повсеместно. Второй по степени опасности процесс – залповый вынос пролювиально-селового материала на пляжи в результате сильных (например, тайфунных) дождей. Отмечено, что для минимизации негативных последствий опасных геоморфологических процессов для населения целесообразно использовать комплексное геоморфологическое картографирование прибрежной зоны и мониторинг отдельных участков с высокой вероятностью обвалов и других опасных процессов. Крупномасштабное геоморфологическое картографирование выявляет морфогенетические типы берегов и формы рельефа, подверженные воздействию опасных экзогенных геоморфологических процессов или формирующие их. Отдельно, в форме периодически обновляющегося слоя, отмечаются участки прибрежной зоны с признаками активизации этих процессов. Отмечено, что для их выявления необходим дистанционный и полевой мониторинг с периодичностью 2 года. Основные объекты мониторинга – прибрежные области обрывистых береговых уступов, где формируются обвалы, сами уступы и коррелятные им пляжи и также приустьевые участки долин водотоков, «разрезающих» береговые уступы. Предложена картографическая легенда, состоящая из четырех разделов. В ее основе лежит морфогенетическая легенда берегов П.А. Каплина с соавторами, на которой строится первый картографический слой. Помимо главного раздела (слоя) предложены еще три, отражающие сопутствующие геоморфологические характеристики. Рабочая карта должна иметь вид электронного документа с обновляемыми данными по результатам мониторинга.

Ключевые слова: экзогенные геоморфологические процессы, прибрежная зона, геоморфологическое картографирование, морфогенетическая легенда.

Для цитирования: Невский В.Н. Картографирование опасных геоморфологических процессов в прибрежной зоне островов залива Петра Великого (Приморский край) на основе комплексной морфогенетической легенды // Тихоокеанская география. 2022. № 1. С. 68–77. https://doi.org/10.35735/26870509_2022_9_6.

Mapping of dangerous geomorphic processes in the coastal zone of the islands of Peter the Great Bay (Primorskii Krai) on the complex morphogenetic base

VLADIMIR N. NEVSKY

Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia, vnev273@mail.ru

Abstract. The coastal zone of the islands of the south part of Primorsky Krai, due to its morphology, is the area of high exodynamic hazard. The rockfalls of coastal cliffs is the most dangerous process. Recent rockfall sediments are found everywhere. The second dangerous process is the one-time extreme transport of proluvium-mudflow material to beaches as a result of extensive (for example, typhoon) rains. It is noted that in order to minimize the negative consequences of dangerous geomorphological processes for the population, it is reasonable to use complex geomorphological mapping of coastal zone and monitoring of individual areas with a high probability of rockfalls and other hazards. Large-scale geomorphological mapping reveals morphogenetic types of coasts and landforms that are exposed to hazardous exogenous geomorphic processes or form them. The cartographic legend consists of four parts. A morphogenetic part is based on the legend of P.A. Kaplin et al. Three parts and consequently three cartographic layers reflect the additional aspects of landforms including morphogenetic structure of inner areas of the islands. It makes sense to compile the maps of the sections of the coastal zone with the visual signs of activation of these processes. It is also noted that identification of dangerous segments of coasts needs remote and field monitoring of the coastal areas of these rockfall sites and some streams of 1–2 Horton's orders with a two years periodicity. The main objects of monitoring include the near-edge areas of steep coastal ledges, where rockfalls and landslides are formed, the ledges themselves and their correlated beaches as well as the near-mouth sections of the valleys of streams that "cut" coastal ledges. The working map should be in the form of an electronic document with updated data based on the monitoring results.

Keywords: exogenous geomorphic processes, coastal zone, geomorphic mapping, morphogenetic cartographic legend.

For citation: Nevsky V.N. Mapping of dangerous geomorphic processes in the coastal zone of the islands of Peter the Great Bay (Primorskii Krai) on the complex morphogenetic base. *Pacific Geography*. 2022; (1): 68–77. (In Russ.). https://doi.org/10.35735/26870509_2022_9_6.

Введение

Прибрежная зона материковой части и островов Южного Приморья с конца XIX в., т.е. с момента активного заселения территории (не считая отдельных периодов в VII–XIII вв.), стала объектом различных форм хозяйственного освоения. Прибрежная зона (в отличие от береговой зоны) – термин свободного использования; в данном случае это собственно берег, включающий бенч, пляж, береговой склон или уступ и относительно узкая полоса суши непостоянной ширины, непосредственно примыкающая к берегу (уступу) и тесно связанная с ним функционально. В частности, в пределах этой узкой «полосы» формируются трещины в скальных породах, которые впоследствии провоцируют обвалы. В эту полосу также включаются короткие водотоки так называемого нулевого порядка (длиной не более 150 м) с обвально-осыпными лотками, по которым сходят осыпи-осовы, мелкие обвалы и мелкие оползни (оползни-осовы). Наконец, к этой зоне следует отнести приустьевые участки более крупных водотоков (1–2, иногда 3 порядков), где может скапливаться разнородный обвально-осыпной и пролювиальный материал, ко-

торый впоследствии выносятся на пляжи и бенчи в виде пролювиально-селевых отложений. Особенность островов зал. Петра Великого заключается в морфодинамической сложности именно прибрежной зоны. Здесь сосредоточены все формы рельефа, подверженные воздействию опасных экзогенных геоморфологических процессов и (или) формирующие их. Здесь постоянно образуются новые формы рельефа – обвалы, обвальные и абразионные ниши, малые эрозионные формы, пролювиальные и пролювиально-селевые конусы выноса.

Геоморфологические изменения прибрежной зоны требуют особо пристального внимания. Мы, например, не можем пока определить масштабы наиболее катастрофических последствий от схода обвалов и оползней (другие склоновые экзогенные процессы в этом смысле неопасны); мы пока не выявили периодичности массовой активизации склоновых и флювиальных процессов в связи с климатической ритмикой. Мы не располагаем достоверными данными о типичных для данного региона скоростях денудации горных пород. Эти данные нельзя назвать крайне необходимыми, однако для Причерноморских регионов они получены, и давно. У нас не налажена система мониторинга за наиболее опасными обвально-осыпными склонами, поскольку пока не было ни одной катастрофы в населенных районах. Мы, наконец, еще не разобрались, каковы уже есть и каковы еще могут быть (или должны быть) последствия антропогенного воздействия на ландшафты и соответственно на рельеф – на скорость и характер протекания экзогенных процессов, на их возможное появление на «пустом месте» и т.д.

Для практического решения этих и подобных вопросов необходимо корректное картографирование прибрежных территорий, которое даст исчерпывающую информацию о морфологических особенностях этой зоны, о тех местах, где высока вероятность опасных природных событий, и о типе и характерных особенностях самих опасных экзогенных процессов. Одновременно с информацией такого рода желательно отражение общей геоморфологической обстановки, т.е. тех топографических условий, в которых существуют и развиваются экзогенные геоморфологические процессы (ЭГП).

Материалы и методы

Побережья островов Русский, Попова, Рейнеке, Рикорда (акватория зал. Петра Великого) с прилегающими участками суши на глубину до 200 м было обследовано с помощью космических изображений «Google Earth», крупномасштабных топографических карт и выборочно наземными наблюдениями (весь о. Рикорда и значительная часть о. Русский). Этому этапу предшествовало крупномасштабное геоморфологическое картографирование отдельных территорий материкового Южного Приморья и о. Русский на основе представлений о склоновых геоморфологических фациях [1, 2], сопутствующей задачей которого было отображение участков с высокой активностью опасных ЭГП.

Опасными ЭГП, актуальными для данных территорий, считаются:

- обвалы, формирующиеся на береговых уступах и в приустьевых областях некоторых эрозионных форм (области аккумуляции – пляжи и бенчи, реже – приустьевые участки некоторых русел);

- оползни небольших размеров и их «модификации», например осовы, оползни-осовы, приуроченные к береговым уступам и крутым и обрывистым бортам ряда эрозионных форм (области аккумуляции – приустьевые участки русел и пляжи);

- из русловых ЭГП – паводки-сели в приустьевых частях водотоков 2–3 порядков в виде одноактных залповых выбросов (области разгрузки – приустьевые участки русел, пляжи и бенчи).

Штормовые нагоны и цунами не рассматривались, поскольку они, в строгом смысле, лишь подготавливают и провоцируют ЭГП, но не являются ими.

Историческая справка и краткое географическое описание островов

Ближайший к г. Владивосток о. Русский (площадь 97.6 км²) за свою новейшую полуторавековую историю дважды подвергся «колонизации». Первый этап – с конца XIX в. до начала Первой мировой войны, т.е. в преддверии и после войны с Японией, когда по всему острову развернулось массовое строительство фортификационных сооружений. К 1908 г. население острова достигало 25 тыс. человек, впоследствии население сократилось до 5 тыс. Второй этап – с 2008 г. по настоящее время. С социально-функциональной точки зрения о. Русский можно разделить на две части – западную, обращенную к матерiku, и восточную, обращенную к Японскому морю. В западной части сконцентрированы объекты старой (до 2008 г.) застройки и военной инфраструктуры, а также значительные неосвоенные территории, покрытые вторичными широколиственными лесами, преимущественно дубовыми. Характер такой застройки можно охарактеризовать как дисперсный, в виде мелких поселков, в т.ч. хуторского типа, тяготеющих к берегам глубоко вдающихся бухт. Рельеф – типичный низкогорный. Прибрежная зона этой части острова представляет собой чередования отмелей берегов бухт без выраженных береговых уступов и берегов с крутыми и обрывистыми уступами с узкими валунно-галечными пляжами или без пляжей. В восточной части, занимающей около четверти площади острова, сосредоточена главная масса объектов новейшей застройки. Основное направление хозяйственной деятельности – развитая разветвленная сфера услуг, в «центре» которой находятся Дальневосточный федеральный университет и Дальневосточный океанариум. Примерно десять лет назад остров также стал одним из главных городских центров неорганизованной рекреации, причем именно восточная часть острова, более доступная для автомобильного транспорта, располагает самыми привлекательными природными объектами. Среди них: разнообразные бухты с валунно-галечными и галечно-гравийными пляжами, береговые обрывы, скалы и обзорные площадки, с которых открываются виды на зал. Петра Великого и близлежащие острова. Однако такая эстетическая привлекательность, тем более соседствующая с университетом и многолюдным кампусом, сопряжена с одним, но существенным негативным аспектом. Восточные и юго-восточные берега о. Русский на значительном протяжении имеют обрывистые (40–90°) береговые уступы, высота которых местами превышает 30 м, и большое количество малых эрозионных форм первого и нулевого порядков с обрывистыми склонами в приустьевых областях. Пляжи полного профиля встречаются в виде отдельных небольших фрагментов, в основном на юго-востоке.

Остров Попова (площадь 12.4 км²) и остров Рейнеке (площадь 4.6 км²) начали осваиваться одновременно с о. Русский. На обоих островах есть населенные пункты с немногочисленным, но постоянным населением. На о. Попова кроме основного населенного пункта есть разбросанные мелкие поселения хуторского типа. Главный фактор антропогенного воздействия, существенно изменивший ландшафты этих и других островов, – пожары. Некоторые участки леса в пределах полуострова Муравьев-Амурский и близлежащих островов горели до десяти раз [3]. Вторичные низкорослые леса с преобладанием дуба занимают около четверти территории на о. Рейнеке и более половины на о. Попова. Рельеф, за исключением прибрежной зоны, можно охарактеризовать как всхолмленную равнину или пологосклонное низкогорье. Прибрежная зона всех островов изобилует высокими, часто обрывистыми береговыми склонами с прислоненными валунно-галечными пляжами. В южной части о. Попова есть неглубоко врезанная бухта (длина береговой линии 1.5 км) с галечно-гравийно-песчаным пляжем.

Остров Рикорда (площадь 4.8 км²), самый южный в этой группе островов, не имеет населенных пунктов, хотя ранее и здесь находились фортификационные сооружения и немногочисленные здания-временки. Рельеф острова низкогорный. Вторичные низкорослые леса занимают примерно половину территории. Прибрежная зона, как и на соседних островах, отличается преобладанием крутых и обрывистых береговых уступов с узкими

прислоненными пляжами или без пляжей, но с хорошо выраженным бенчем. На острове есть одна неглубоко врезанная бухта с длиной береговой линии немногим больше 1 км, где развит галечно-гравийно-песчаный пляж.

Результаты и их обсуждение

Рельеф всех островов, как уже отмечалось, с морфодинамической точки зрения можно разделить на две обособленные части – два геоморфологических ландшафта. Нельзя сказать, что между ними всегда присутствует тесная функциональная связь, поскольку они формируются разными процессами. Первая часть – внутренние области, дренируемые водотоками 1, 2, а на о. Русский и 3 порядков. Вторая – та самая прибрежная зона с крутыми и обрывистыми береговыми уступами, ограниченная прибрежными областями этих уступов и местами «углубляющаяся» на расстояние до 100–150 м от береговой линии по некоторым водотокам. Необходимо отметить, что береговые уступы островов развиты в достаточно прочных породах – верхнепалеозойских гранитах и гранодиоритах, верхнепалеозойских–раннемезозойских песчаниках, алевролитах, туфопесчаниках, конгломератах, хотя те же граниты в некоторых местах доведены выветриванием до такого состояния, когда верхний слой 3–5 см можно разобрать руками. Внутренние области, где развиты склоновые (крип и быстрая солифлюкция) и русловые (умеренная и, местами, активная эрозия, в редких случаях маломощные сели) процессы, не несут никакой потенциальной опасности для населения, не нуждаются в мониторинге и строительстве каких-либо сооружений типа эстакад и защитных дамб. Прибрежная зона, напротив, считается областью активной современной экзодинамики, где некоторые экзогенные геоморфологические процессы несут непосредственную угрозу населению. Например, в пределах всего одного пятикилометрового участка юго-восточного берега о. Русский, наиболее освоенного отдыхающими, на пляжах осенью 2018 г. были отмечены три свежих обвала, правда, сравнительно небольшой мощности – 3–10 м³. Их возраст не более 2 лет, один из них еще даже не подвергался штормовому размыву. Объем самого крупного из обвалов, сошедших на пляж о. Рикорда в 2010–2011 г., около 15 м³. Следы обвалов встречаются повсеместно на всех участках побережий островов, где есть обрывистый (40–90°) береговой уступ. Объемы видимых обвальных отложений, которые образовались предположительно в результате одноактного схода, могут достигать 80–100 м³ (некоторая их часть ранее была переработана волноприбойными процессами). Активность обвально-осыпных процессов подтверждается и фитоиндикационными признаками. В некоторых случаях современные обвальные отложения (глыбы и щебень) перекрывают прибрежный кустарник. Такие примеры есть на галечных пляжах о. Русский и на галечно-гравийно-песчаном пляже о. Рикорда.

На пляжах и бенчах островов помимо обвально-осыпных отложений местами отмечены пролювиальные конусы выноса мощностью 3–6 м³, коррелятные устьям водотоков 1–2 порядков. Некоторые из них можно идентифицировать и как селевые, поскольку в этих отложениях встречаются глыбы. В пролювиальных конусах выноса также встречаются целые, недавно отмершие кусты и небольшие деревья. Приустьевые участки долин таких водотоков – классические V-образные, почти ущелья с крутыми и обрывистыми склонами. Однако длина этих участков не превышает 150 м. Именно такую величину и следует, по-видимому, считать верхней границей ширины прибрежной зоны островных территорий зал. Петра Великого. Дело в том, что водотоки 1–2 порядков только в пределах этих 150 м формируют крутосклонные ущелья с глубиной вреза до 15–20 м, где наблюдается активная эрозия, провоцирующая активные склоновые процессы (в частности, обвалы), и откуда этот материал выносятся на пляжи и бенчи. В этой же зоне встречаются небольшие оползни или оползни-осовы. Области их формирования и схода обычно приурочены к эрозионным формам нулевого порядка и к приустьевым обрывистым склонам

эрозионных форм 1–2 порядков; области аккумуляции – к пляжам и бенчам. Все эти аккумулятивные формы недолговечны. Как правило, пролювиальные конусы выноса и оползни-осовы в течение одного-двух сезонов размываются волноприбойными процессами. Обвальные отложения сохраняются гораздо дольше, местами заметно изменяя конфигурацию береговой линии.

Высокая потенциальная опасность обвалов и залпового выноса пролювиально-селевого материала на пляжи общеизвестна. Если принять во внимание большое количество отдыхающих, то вывод о том, что обрывистым береговым уступам надо придать статус объекта особого внимания, кажется обоснованным.

Главные направления исследования прибрежной зоны с целью минимизации вероятных негативных последствий – создание крупномасштабных карт опасных ЭГП, а также кадастра наиболее опасных участков и проведение квалифицированного мониторинга этих опасных участков.

Типовая комплексная легенда для крупномасштабного картографирования опасных ЭГП островных и прибрежных материковых территорий

Для картографирования прибрежной зоны с типичными для них ЭГП была выбрана картографическая легенда, которая, по сути, является морфогенетической, хотя по формальным признакам скорее соответствует морфологической [4]. Она состоит из одного обязательного раздела и трех дополнительных. Наличие дополнительных разделов может быть продиктовано конкретными задачами, а также необходимостью наиболее полного картографического отображения не только ЭГП, но и всей геоморфологической обстановки.

Раздел I легенды («Морфогенетические типы берегов») можно назвать адаптированной и дополненной модификацией известной легенды П.А. Каплина с соавторами [5, 6]. Классифицируемые признаки – морфология берегового уступа и «сцепленная» с ней двухкомпонентная характеристика пляжа (если он есть) – ширина пляжа и размерность слагающего его материала. П.А. Каплин назвал данные признаки «характером процесса эволюции берега» [5]. В пределах исследуемой территории эти признаки образуют пять достаточно устойчивых комбинаций, относящихся к абразионному и абразионно-денудационному типам берегов. Для упрощения структуры легенды все эти разновидности объединены в один морфогенетический тип – абразионно-денудационный. Второй тип – аккумулятивный, свойственный всего 10–20 % общей протяженности берегов островов. Этот раздел легенды дает почти исчерпывающую информацию о морфологии берегов и характере береговых процессов. Поскольку морфогенетическая легенда [5, 6] является «каркасной», фундаментальной и универсальной, то ее «идеология» прослеживается практически повсеместно, особенно в работах по берегам морей Дальнего Востока [7].

Помимо типов берегов в легенде представлены еще три крупные второстепенные категории.

Раздел (категория, слой) II содержит морфогенетические типы поверхностей островных территорий. С одной стороны, этот слой частично (только в пределах прибрежной зоны) и с меньшей степенью детальности дублирует первый слой, не перекрывая его, но в отличие от него дает представление о площади картографируемых выделов. С другой стороны, второй слой охватывает внутренние области островов, т.е. дает представление о морфологии внутренних областей. Он желателен в тех случаях, когда требуется полная геоморфологическая характеристика и оценка динамики рельефа не только в собственно прибрежной зоне, но и на территории, прилегающей к ней. Интервалы крутизны поверхностей выбраны в соответствии с характером многомодального распределения крутизны склонов для юга Дальнего Востока России [1].

Раздел (категория, слой) III включает формы рельефа, подверженные воздействию опасных склоновых и русловых экзогенных геоморфологических процессов и (или) формирующие их. Данная категория уместна при крупномасштабном картографировании (1 : 10000 и крупнее), когда мы можем четко разделить области денудации и аккумуляции.

Раздел (категория) IV включает участки прибрежной зоны с выявленными в результате дистанционного и полевого мониторинга признаками активизации опасных экзогенных процессов. Из названия ясно, что условные знаки этой категории обретают свои позиции на карте по результатам мониторинга или полевых обследований. Они (знаки) в конечном итоге подтверждают корректность самого картографирования, поскольку формы, которые они отражают, являются как раз теми индикаторами, на основе которых строится карта. Наличие обвальных, пролювиально-селевых и других отложений следует считать прямым указанием на выделение тех или иных типов берегов или склонов, но главными признаками, как отмечалось выше, являются все же морфология берегового уступа, пляжа, склонов долин водотоков. Знаки категории IV должны образовывать некий «подвижный», постоянно пополняемый картографический слой.

Главное назначение таких картосхем – выявление опасных участков берега с указанием конкретного вида угрозы и степени «готовности» таких опасных событий. На картосхеме (см. рис.) отражено геоморфологическое строение одного из островов – о. Рикорда. Оригинальный масштаб 1 : 25000. Приведенная ниже легенда одинакова и актуальна для всех островов зал. Петра Великого, включая такие отдаленные как о. Аскольд и о. Путятина. При необходимости первый раздел можно усложнить, введя дробные и дополнительные техногенные категории, как это было сделано, например, для о. Русский [8].

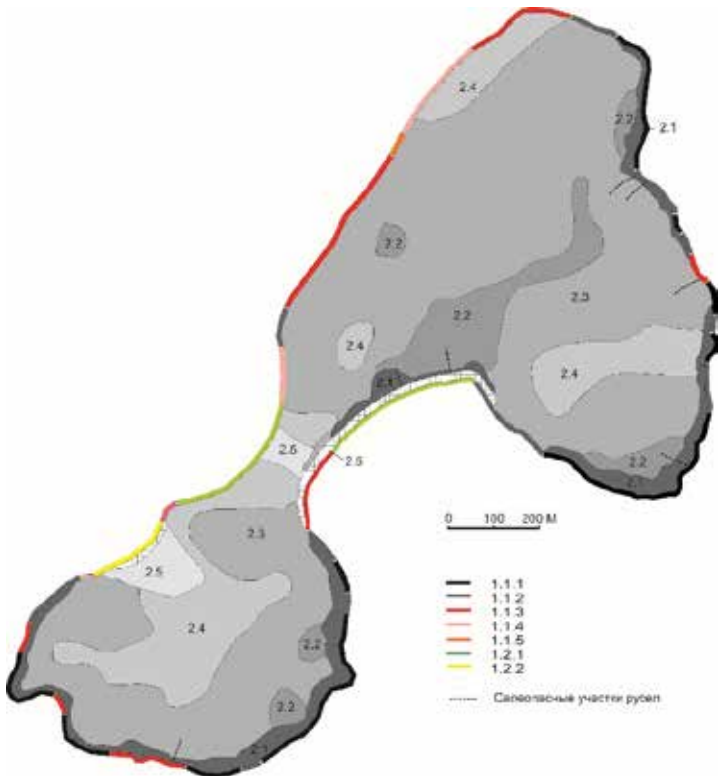


Рис. Картосхема геоморфологического строения о. Рикорда и опасных экзогенных геоморфологических процессов его прибрежной зоны. Условные обозначения в тексте

Fig. The geomorphic scheme of Rikorda Island including dangerous exogenous processes of its coastal zone

Комплексная морфогенетическая легенда для крупномасштабного картографирования опасных ЭГП прибрежной зоны островов Южного Приморья:

I (основной раздел). МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ БЕРЕГОВ:

Абразионно-денудационные берега:

Абразионно-денудационные с обрывистым (60–90°) береговым уступом без пляжей;

Абразионно-денудационные с обрывистым (40–90°) береговым уступом и узкими преимущественно валунными пляжами;

Абразионно-денудационные с обрывистым и крутым (30–90°) береговым уступом с относительно узкими валунно-галечными пляжами;

Абразионно-денудационные с обрывистым и крутым (30–90°) береговым уступом и средней ширины галечно-гравийно-песчаными пляжами;

Абразионно-денудационные с преимущественно крутым (30–45°) береговым уступом и средней ширины галечно-гравийно-песчаными пляжами.

Аккумулятивные берега:

Аккумулятивные с валунно-галечно-гравийными пляжами в приустьевых областях водотоков (2 порядка);

Аккумулятивные с галечно-гравийно-песчаными пляжами полного профиля.

II (дополнительный раздел). МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОСТРОВНЫХ ТЕРРИТОРИЙ:

2.1. Обрывистые (40–90°) склоны (абразионно-денудационные и эрозионно-денудационные) и коррелятные им обвальные отложения на пляжах и бенчах;

2.2. Склоны с преобладающей крутизной 20–40° (абразионно-денудационные и эрозионно-денудационные);

2.3. Склоны с преобладающей крутизной 8–20° (денудационные);

2.4. Склоны с преобладающей крутизной 3–8° (денудационные и аккумулятивные);

2.5. Субгоризонтальные поверхности морских террас;

2.6. Субгоризонтальные и полого наклонные аккумулятивные поверхности морского происхождения (пляжи), выраженные в данном масштабе.

III (дополнительный, для масштаба не мельче 1 : 10 000). ФОРМЫ РЕЛЬЕФА ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ, ПОДВЕРЖЕННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЮ ОПАСНЫХ СКЛОНОВЫХ И РУСЛОВЫХ ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И (ИЛИ) ФОРМИРУЮЩИЕ ИХ (области денудации/области аккумуляции):

3.1. Обрывистые береговые уступы, формирующие обвалы-камнепады и обвалы-оползни / подножия береговых уступов, пляжи и бенчи;

3.2. Участки береговых уступов и вышележащих склонов с высокой плотностью глубоко врезаемых эрозионных ложбин, формирующих осы-камнепады и осы-сели/подножия береговых уступов, пляжи и бенчи;

3.3. Приустьевые участки русел водотоков 1–2 порядков, подверженные паводкам-се-лям/приустьевые участки русел и пойм, пляжи и бенчи.

IV (дополнительный). УЧАСТКИ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ С ВЫЯВЛЕННЫМИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ДИСТАНЦИОННОГО И ПОЛЕВОГО МОНИТОРИНГА ПРИЗНАКАМИ АКТИВИЗАЦИИ ОПАСНЫХ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ И ФОРМЫ РЕЛЬЕФА, СОЗДАННЫЕ СОВРЕМЕННЫМИ ЭГП С МОМЕНТА НАЧАЛА МОНИТОРИНГА:

4.1. Прибровочные области береговых уступов с выявленными трещинами отседания;

4.2. Руслу водотоков с наличием в приустьевых частях большого количества рыхлого материала;

4.3. Обвальные (обвально-оползневые) отложения (а) и продукты пролювиально-селевых выносов (б), выявленные по результатам мониторинга, с хронологическими привязками.

Знаки раздела (слоя) I – линейные. Каждая картографируемая единица, разумеется, имеет площадь, но поскольку в масштабе 1 : 25 000 многие такие единицы не могут быть отражены, для сохранения универсальности (т.е. для всех берегов) от площадной харак-

теристики пришлось отказаться. Эти знаки целесообразно размещать вдоль береговой линии на акватории (как на рисунке). Знаки раздела II – только площадные. Если используется масштаб 1 : 10 000 и крупнее, то разделы I и II, вероятно, могут быть объединены. Знаки раздела III – линейные или площадные в масштабе не мельче 1 : 10 000 (бровки уступов, тальвеги); а в масштабе 1 : 25 000 области аккумуляции должны быть вообще исключены из картографирования, достаточно отметить области денудации. Знаки раздела IV – точечные или линейные в зависимости от размеров участка с выявленными «симптомами» опасных ЭГП или площади новых аккумулятивных образований.

На рисунке отражены полностью только две категории из представленной выше легенды – типы берегов и морфогенетические типы поверхностей, поскольку в данном случае они являются каркасными и удачно совмещаются без взаимного ущерба. Категории III и IV в идеальном случае (и при масштабе не мельче 1 : 10 000) представляют собой отдельные картографические слои. Они должны заполняться по результатам регулярных полевых и дистанционных обследований. На представленной картосхеме о. Рикорда присутствует только один знак категории III – приустьевые участки русел водотоков 1–2 порядков, подверженные паводкам-селям (3.3).

Следует отметить еще одну потенциальную опасность, которая тоже оказывает воздействие на рельеф, – штормовые волны и цунами. Это «внешние» процессы, способные спровоцировать опасные склоновые ЭГП. Однако шторм не является непосредственной угрозой для населения, что касается цунами, то его бессмысленно принимать в качестве актуальной опасности и повода для введения в картографическую легенду. Для минимизации возможных последствий цунами есть единственный выход – тотальное оповещение населения по линии МЧС.

Заключение и выводы

Крупномасштабная карта с данной легендой охватывает все геоморфологические аспекты, кроме возрастных. Оптимальными являются масштабы 1 : 10 000 и 1 : 25 000. Содержание карты может периодически обновляться по результатам мониторинга опасных участков прибрежной зоны. Рекомендуемая периодичность мониторинга составляет один раз в два года. Главными объектами мониторинга должны быть прибрежные области некоторых абразионных обвально-осыпных склонов, где применим только полевой мониторинг, сами обвально-осыпные склоны с коррелятивными им пляжами и приустьевые участки водотоков 1–2 порядков, подверженных прохождению паводков-селей.

Литература

1. Невский В.Н. Склоновые геоморфологические фации и их картографирование // Геоморфология. 1999. № 2. С. 43–51.
2. Невский В.Н. Опасные экзогенные геоморфологические процессы Дальневосточного региона России и их картографирование // Инженерная экология. 2009. № 5. С. 22–34.
3. Соловьев К.П. Материалы по изучению растительного покрова п-ова Муравьева-Амурского // Тр. ДВ ФАН СССР. Сер. бот. 1935. Т. 1. С. 171–226.
4. Невский В.Н. Крупномасштабное геоморфологическое картографирование островных территорий Южного Приморья (на примере острова Рикорда) // Мат-лы XXXVI пленума Геоморфологической комиссии РАН, Барнаул, 2018. Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та, 2018. С. 278–282.
5. Каплин П.А., Леонтьев О.К., Лукьянова С.А., Никифоров Л.Г. Берега. М.: Мысль, 1991. 479 с.
6. Ионин А.С., Каплин П.А., Медведев В.С. Классификация типов берегов земного шара (применительно к картам физико-географического атласа мира) // Тр. Океанографической комиссии АН СССР. 1961. Т. 12. С. 94–108.
7. Кузнецов М.А. Берега острова Итуруп: морфология, динамика, прогноз развития // Геоморфология. 2021. № 1. С. 51–60.
8. Лебедев И.И., Невский В.Н. Типы берегов и опасные геоморфологические процессы на берегах островов Русский и Шкота (залив Петра Великого, Японское море) // Тихоокеанская география. 2020. № 4. С. 47–53.

References

1. Nevsky, V.N. Hillslope geomorphic facies and their mapping. *Geomorfologiya*. 1999, 2, 43–51. (In Russian)
2. Nevsky, V.N. Dangerous exogenous geomorphic processes of the Far East region of Russia and their mapping. *Engineering ecology*. 2009, 5, 22–34. (In Russian)
3. Solov'ev, K.P. Materials on the study of the vegetation cover of the Muravyov-Amursky Peninsula. In *Materials of Far East Branch of Academy of Sciences of USSA. Botanical ser.*, 1935, 1, 171–226. (In Russian)
4. Nevsky, V.N. Large-scale geomorphological mapping of the island territories of Southern Primorye (on the example of Rikorda Island). In *Materials of the XXXVI plenum of the Geomorphological Commission of the Russian Academy of Sciences*. Altai University: Barnaul, Russia, 2018, 278–282. (In Russian)
5. Kaplin, P.A.; Leontiev, O.K.; Lukyanova, S.A.; Nikiforov, L.G. Coasts. Mysl: Moskow, Russia, 1991. 479 p. (In Russian)
6. Ionin, A.S.; Kaplin, P.A.; Medvedev, V.S. Classification of coastal types of the world (as applied to the maps of the world physical geographic atlas). *Bull. Oceanograph. Commission of the Academy of Science of USSR*. 1961, 12, 94–108. (In Russian)
7. Kuznetsov, M.A. Coasts of Iturup Island: morphology, dynamics, forecast. *Geomorfologiya*. 2021, 1, 51–60. (In Russian)
8. Lebedev, I.I.; Nevsky, V.N. Types of coasts and hazard geomorphic processes on the Russkii and Shkota islands coasts (Peter the Great Bay, the Sea of Japan). *Pacific Geography*. 2020, 4, 47–53. (In Russian)

Статья поступила в редакцию 16.9.2021; одобрена после рецензирования 28.01.2022; принята к публикации 07.02.2022.

The article was submitted 16.09.2021; approved after reviewing 28.01.2022; accepted for publication 07.02.2022.

ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫЙ ПАРК В УСТЬЕ КОЛЫМЫ¹



С.А. Зимов

За полярным кругом, в устье р. Колыма в самом сердце северной Сибири, российским ученым Сергеем Зимовым был основан Плейстоценовый парк. Цель проекта — восстановление мамонтовой степи ледникового периода и возвращение на истощенные почвы моховых тундр богатой фауны с множеством крупных травоядных животных. Воссоздание этой экосистемы может замедлить таяние мерзлоты, удерживающей в себе миллиарды тонн органического углерода, который микробы, оттаивая, превращают в парниковые газы — CO_2 и метан. Реальность угрозы их эмиссии в атмосферу в результате изменения климата постепенно начинает приниматься в расчет.

- С чем связано начавшееся таяние мерзлоты?

Выбросы парниковых газов в атмосферу привели к потеплению. На сегодняшний день в целом на планете потеплело уже больше чем на 1°C . А на севере над большими континентами, например, в России, потеплело уже больше чем на 3°C . Это связано с тем, что сушу нагреть значительно легче, чем океан. А суши на севере больше.

Кроме того, температура мерзлоты связана не только с температурой воздуха, но и с высотой снега. Если снега много, то почва и мерз-

лота зимой сильно не охлаждаются. Так вот, за последние десятилетия у нас еще и увеличилась в полтора раза высота снега. С потеплением из океана испаряется больше воды, и облака приносят к нам больше влаги и снега. В результате почвы у нас нагрелись на $5\text{--}7^\circ\text{C}$.

Раньше температура мерзлоты была $-6\text{--}8^\circ\text{C}$ — на севере Сибири, а южнее — $-2\text{--}3^\circ\text{C}$. И получилось, что на половине территории Сибири начала таять многолетняя мерзлота. И тает она не только на юге, но и у нас на нижней Колыме, в том месте, где р. Колыма впадает в Ледовитый океан. А это зона сплошной

¹ Публикация подготовлена на основе интервью Сергея Зимова Катерине Маркеловой (ЮНЕСКО): «Таяние мерзлоты — прямая угроза для климата» (<https://ru.unesco.org/courier/2022-1/sergey-zimov-tayanie-merzloty-pryamaya-ugroza-dlya-klimata>)

мерзлоты. Например, сейчас недалеко от моего дома появились места, где мерзлота оттаяла уже больше, чем на четыре метра. На обширных колымских приморских низменностях этот процесс начался три года назад.

- Какие опасности это в себе несет?

Наша мерзлота, занимающая 11 млн км² территории России, – это богатые почвы, в которых много органики и спящих микробов. И когда древние почвы оттаивают, эти микробы в них просыпаются и начинают доедать то, что не успели съесть в детстве. При этом они выделяют углекислый газ, если почвы сухие, или метан, если почвы переувлажненные.

Запасов органики в нашей мерзлоте в два раза больше, чем во всей растительности планеты. Большая ее часть, тысяча гигатонн, лежит в верхних трех метрах. А три метра оттаивают очень быстро, за 3–5 лет. Поэтому таяние мерзлоты сегодня – прямая угроза для глобального климата. Чем больше тает мерзлоты, тем больше выделяется парниковых газов и тем быстрее теплеет климат, и еще быстрее тает мерзлота. И остановить этот процесс очень трудно.

На этом фоне цели Парижского соглашения, принятого в 2015 г. и предполагающего переход к мировой экономике с низкой эмиссией парниковых газов, в общем-то теряют смысл. Вся экономия, которой можно добиться в изменении баланса парниковых газов за счет Парижского соглашения и зеленой энергетики, это небольшая доля по сравнению с тем, что будет выделять наша мерзлота.

Из многолетней мерзлоты также выделяется метан, который во много раз опаснее углекислого газа...

Если бы выделялся только углекислый газ, то поток CO₂ при таянии стал бы равным приблизительно антропогенной эмиссии. Но выделяется и метан, его 10 и 20 %. При этом климатический эффект от него может быть в четыре раза сильнее, чем от углекислого газа.

За первые полтора года эпидемии COVID-19 резко сократилась эмиссия антропогенных парниковых газов в атмосферу. Казалось бы, рост концентрации парниковых газов в атмосфере должен замедлиться. Однако вышло совсем наоборот. В этот же самый период наблюдался рекордный за всю историю рост концентрации метана в атмосфере. Например, я вижу появление новых маленьких водоемов, из которых выходят пузыри метана.

- Почему таяние многолетней мерзлоты почти не идет в счет в анализах и прогнозах Межправительственной группы экспертов по изменению климата?

30 лет назад углеродный цикл казался всем ученым известным. Про мерзлоту никто не знал.



Логотип проекта «Плейстоценовый парк»

И когда я начал всем рассказывать о ее роли, получалось, что надо было переписать все уравнения углеродного цикла на планете. Первые годы со мной многие ученые спорили, никто не хотел поверить, что мерзлота скоро начнет таять. По последним прогнозам считалось, что до конца века растает 10 или 20 % ее территории. Мерзлота была «нежелательным ребенком» в научном сообществе. Я думаю, процесс тронется только в этом году, когда начали ощутимо расти глобальные концентрации парниковых газов.

- Двадцать лет назад вы создали Плейстоценовый парк. Тогда вы даже не задумывались о том, что он поможет спасти климат. Расскажите, что он из себя представляет?

Я создавал Плейстоценовый парк, чтобы проверить, с какой скоростью животные могут превращать современные моховые тундры в продуктивные пастбища. Тогда для меня приоритетом была научная загадка: почему раньше везде было так много пастбищ, лошадей, бизонов, мамонтов и почему сегодняшняя природа такая бедная.

Сегодня парк занимает территорию, которая частично лежит в долине р. Колыма, где много богатой растительности, а частично на холмах, заросших лиственным лесом и кустарником с болотами и мхами. Часть этой территории мы огородили и запускаем туда разных животных: бизонов, овцебыков, северных оленей, яков, якутских лошадей. Сегодня у нас огорожено 200 га территории с высокой плотностью животных. И еще 2000 га, которые мы не смогли пока полностью заселить. Сегодня на этой территории обитают более 200 животных, это крупнокопытные: якутские лошади, бизоны, северные олени, овцебыки, верблюды, бараны,



Сергей и Никита Зимовы.
Фото Павла Клокова

маралы, яки, зубры, лоси. В результате за 20 лет во многих местах моховые болота вытоптаны, кусты обломаны и значительно увеличилось количество травы. Она во многих местах высушила болота.

Место, где расположен парк, достаточно типичное для всей Сибири. Наш парк показывает, что в любом месте можно вместо моховых болот и редколесий создать продуктивные травянистые пастбища с сухими плотными почвами. И большинство животных, которые раньше здесь жили, и сегодня могут жить в этом ландшафте.

- А почему степные мамонтовые экосистемы исчезли?

Считаю, что в первую очередь из-за человека. Поддерживать богатые травяные экосистемы – это очень тяжелый труд. Мох и деревья любят расти везде, и травам очень трудно им сопротивляться. Чтобы поддерживать пастбища, нужно очень много работников. А когда появился человек и начал заселять Сибирь, Америку, он везде снижал численность животных. Он не истреблял всех, но когда «садовников» становится в два раза меньше, то деревья, кусты и мхи вытесняют пастбища. И человек, не имея навыков разумной охоты, судя по всему, уничтожил все эти обширные экосистемы.

Исследования, проведенные нами в Плейстоценовом парке, показали, что пастбищные экосистемы могут замедлить таяние мерзлоты.

Своими замерами мы ничего нового не открыли, допустим, альбедо. Ученые и так давно знают, что лес темный, а темное поглощает солнечный свет. А пастбища его отражают, так как они белесые, а в холодное время и вовсе покрыты снегом.

Также хорошо было известно, что снег значительно влияет на температуру почвы и мерзлоты. В учебнике мерзотоведения, например, давно написано, что 10 дополнительных сантиметров снега увеличивают температуру почвы и мерзлоты больше, чем на 1 °С.

Смысл пастбищной экосистемы состоит в том, что все, что выросло за лето, за зиму должно быть съедено. А единственный способ скусать траву зимой – это раскопать снег. И наши животные всю зиму разрывают снег. Это позволяет почвам сильно охлаждаться. В этом главный эффект.

- Сколько понадобится животных, чтобы экосистема работала?

Чтобы повлиять на климат, нужны как минимум десятки миллионов животных. Приблизительно 10 т зверей на квадратный километр. А с потеплением климата, может быть, даже 15 т. Что такое 10 т животных на 1 км²? Учитывая, что лошадь весит 400 кг, а бизон – 500 кг, то это десятки животных. До того, как сюда переселился человек, лошади и бизоны здесь составляли 60–70 % зоомассы, северные олени и мамонты – по 10 %. А на всех остальных приходилось еще 10 %. Как, впрочем, сегодня и в Африканской саванне. Еще недавно там основную численность составляли зебры, антилопы гну, слоны и газели. Наша задача — дать шанс всем животным, которые сохранились с тех времен, помочь им первое время, а дальше пусть они сами выясняют отношения друг с другом и с хищниками.

В целом предполагалось – за 10 лет экосистемы Сибири можно заполнить травоядными животными и существенно повлиять на климат.

- Где же взять столько животных?

Начнем с того, что даже крупные звери плодятся относительно быстро. Животные могут увеличивать свою численность в сто раз за 25 лет. У нас в стране сегодня есть несколько миллионов северных оленей, есть полмиллиона якутских лошадей, есть много тысяч овцебыков, снежных баранов. Поэтому в Сибири уже через пять-десять лет можно без особых усилий иметь десятки миллионов животных, а через 25–30 лет численность животных здесь можно увеличить до первых сотен миллионов. То есть за 10 лет экосистемы Сибири можно заполнить травоядными и уже существенно влиять на климат.

Наша семья в режиме хобби смогла сделать два парка (второй парк «Дикое поле» находится в Тульской области, в трех часах к югу от Москвы), не имея никакого финансирования со стороны государства. Мы пользуемся самыми дорогими транспортными схемами, мы возим животных малыми количествами, нам приходится решать очень много административных проблем, связанных с ветеринарией, таможней, и мы все равно смогли это сделать. Если семье ученых удалось, то большие государства в режиме международной кооперации эту проблему могут решить легко.

- В Гарвардском университете (США) работает группа ученых, которые под руководством генетика Джорджа Черча занимаются воспроизведением мамонта. Как это связано с Плейстоценовым парком?

Во всех пастбищных экосистемах всегда были какие-то слоны: африканский слон, индийский слон, мастодонт, степной мамонт или просто мамонт. Я считаю, что главной задачей слона в мамонтовой степи было найти водопой. Летом ручьи и реки часто пересыхают, и зверям приходится ходить на водопой за десятки километров. А слоны и мамонты умеют копать ямы в оврагах, в них собирается вода. Если мамонты напились, то из этой лужи и все остальные животные попьют.

Зимой животным не нужны водопой, все едят снег. Но в Сибири очень часто осень холодная, все реки и озера замерзают, а снега еще нет. И в это время могут погибнуть все животные. А мамонты могут ломать любой лед: попьют сами и напоят других животных. В нашем случае это может быть индийский слон, у которого увеличены длина шерсти и жировые запасы. Этим в Гарварде ученые и занимаются. И я планирую в этом году начать эксперименты по адаптации индийских слонов к нашему климату.



Верблюды в п. Черском (<https://rg.ru/2022/01/11/zachem-dalnevostochnyj-uchenyj-sergej-zimov-sozdaet-na-kolymezapovednik-epohi-mamontov.html>)

- Какая территория суши на планете должна быть занята степными мамонтовыми экосистемами, чтобы таяние мерзлоты действительно замедлилось?

Вся территория, где есть мерзлота. Потому что с помощью животных мерзлоту можно охладить на 4 °С. Это даст шанс человечеству адаптироваться к потеплению. Более того, эти экосистемы надо возрождать не только там, где есть мерзлота, а вообще в любом месте России на территории, которая не используется. Опасность для климата – это не только наша мерзлота, но и все богатые на органику почвы севера. А скорость разложения органики в почве зависит, в первую очередь, от ее температуры. И единственный способ заставить наши почвы накапливать углерод – это охладить их.

Сергей Афанасьевич Зимов

Российский географ, геофизик и эколог, основатель Северо-Восточной научной станции в п. Черский на севере Сибири, старший научный сотрудник Тихоокеанского института географии Дальневосточного отделения Российской академии наук. В 1988 г. Сергей Зимов провел первые эксперименты по расселению животных в пойме р. Колыма, которые привели к созданию в 1996 г. Плейстоценового парка (<https://pleistocenepark.ru/ru/>). Целью этого проекта является создание высокопродуктивной экосистемы, схожей по своим принципам с экосистемой мамонтовых степей, доминировавшей в Евразии в позднем плейстоцене (2,58 млн лет до н.э. – 11 700 лет до н.э.).

Во многих регионах Сибири прямо сегодня надо создавать парки: сделать парк на Индигирке, в центральной Якутии, на южном Таймыре, на северном Урале, наш парк расширять, и в этих парках адаптировать животных. А затем и эти парки расширять, а готовые наборы животных, привыкших к климату и друг к другу, перемещать на новые территории.

Многочисленные лесные пожары в Сибири и таяние мерзлоты разрушают экосистемы. С каждым годом появляется все больше территорий, на которых растет трава. Это уже готовые пастбища. Если мы в этих местах создадим несколько очагов полноценной дикой природы, то потом она сама расширится. И животные без нашей помощи справятся с регулированием климата.



Якутские лошади в парке Зимовых (<https://rg.ru/2022/01/11/zachem-dalnevostochnyj-uchenyj-sergej-zimov-sozdaet-na-kolyme-zapovednik-epohi-mamontov.html>)

Четвертое Совещание Ассоциации по исследованию водных ресурсов Северо-Восточной Азии

В конце 2021 г., 29 ноября, состоялось четвертое Совещание Ассоциации по исследованию водных ресурсов Северо-Восточной Азии (The Northeast Asia Water Research Association, NAWRA) в формате видеоконференции.

Создание Ассоциации было инициировано государственной южнокорейской водохозяйственной корпорацией K-water, созданной в 1967 г., деятельность которой связана с развитием и управлением водными ресурсами. Компания реализует различные коммерческие проекты в сфере использования водных ресурсов во многих странах Азии, в основном Юго-Восточной – во Вьетнаме, Индонезии, Камбодже, на Филиппинах, в Мьянме, Бангладеш, Непале, Шри Ланка; на Ближнем и Среднем Востоке – в Ираке, Афганистане; в Африке – в Руанде, Экваториальной Гвинее, Конго, Кении, Эфиопии; в странах американского континента – Перу, Гаити, а также в Монголии, бывших советских республиках СССР, например в Грузии, Узбекистане, Киргизстане. По данным самой K-water (<https://www.kwater.or.kr/>), ее первый проект касался бассейна р. Бунхуа в китайской провинции Шаньси в 1994 г., с тех пор компания начала продвигаться на зарубежные рынки. По состоянию на 2019 г. корпорация завершила 86 проектов в 32 странах, в июне 2020 г. осуществлялось 12 проектов в 12 странах.

Это проекты, в частности, по технико-экономическому обоснованию, проектированию и строительству объектов водоснабжения и канализации, систем орошения, гидротехнических сооружений, ГЭС и др., надзору за строительством; экспертной помощи и обучению местных специалистов; анализу воздействия на окружающую среду и планам переселения и др. Кроме того, они касаются создания сети гидрологических наблюдений и управления данными; разработки планов управления водными бассейнами для борьбы с наводнениями и охраны окружающей среды, долгосрочных планов развития водных ресурсов и консалтинга в сфере законодательства, связанного с водными ресурсами.

Первое заседание Ассоциации состоялось 23 мая 2019 г. в Республике Корея, г. Тэджон, на нем был подписан Меморандум о взаимопонимании в сфере водных проблем в Северо-

Восточной Азии, состоялись выборы членов правления организации. Меморандум подписали представители научных организаций из трех стран – РК, КНР и РФ.

На первой встрече членов Ассоциации были определены объекты совместных исследований: по предложению корейской и китайской сторон – бассейн р. Туманная (Тюмень, Туманган), по предложению со стороны России – бассейн р. Амур, в т.ч. оз. Ханка. Предложения российской стороны основаны на чрезвычайной актуальности проблематики, связанной с водными ресурсами в бассейне Амура: катастрофическими наводнениями и интенсивными процессами переформирования русел рек, вопросами режимов эксплуатации ГЭС, качеством воды. Предложенные водные объекты являются трансграничными и требуют сотрудничества в сфере обмена данными, методиками прогнозирования характеристик стока, анализа качества вод и др. для поддержания их благоприятного экологического состояния.

Второе заседание Ассоциации состоялось в ноябре 2019 г. в г. Янцзи провинции Цзилинь в Китае, третье проходило в 2020 г. в режиме видеоконференции.

На четвертом Совещании 2021 г. были сделаны 5 докладов – 4 с российской и 1 с корейской стороны.

В.А. Чулков (Примгидромет) представил доклад о состоянии наблюдательной гидрологической сети в Приморском крае, об автоматизированной системе контроля и мониторинга паводковой ситуации, мобильных гидрологических лабораториях и др., а также о существующих проблемах – необходимости модернизации действующих и открытия новых гидрологических постов.

В.В. Шамо́в, д.г.н. (лаб. гидрологии и климатологии ТИГ ДВО РАН), изложил опыт исследований процессов формирования речного стока, которые проводились в теплый период года на двух малых экспериментальных водосборах в верховьях р. Усури. В исследованиях применялись различные широко известные модели (EMMA, HBV, SWAT и ECOMAG). Моделирова-

ние осуществлялось на основе данных полевых наблюдений, полученных в 2012–19 гг., и позволило с хорошим качеством рассчитывать гидрографы паводочного стока, а также оценивать его генетические составляющие.

А.Н. Махинов, д.г.н. в совместном с В.И. Ким, к.г.н. (лаб. гидрологии и гидрогеологии ИВЭП ДВО РАН), докладе остановился на проблеме крупных наводнений на р. Амур в последние 10 лет, основными причинами которых являются аномальные осадки, наложение пиков паводков на крупных притоках Амура и др. Характерные особенности этих наводнений заключаются в увеличении амплитуды колебаний стока и разрушительной энергии. Особое внимание авторы уделили проблемам деформации русел во время наводнений, когда активизируется перераспределение водного потока по разветвлениям русел и интенсивная эрозия берегов, а также вопросам влияния антропогенных факторов на формирование высоких уровней воды в районе крупных прибрежных городов в долине Амура.

Доклад Л.М. Кондратьевой, д.г.н., проф. (лаб. гидрологии и гидрогеологии ИВЭП ДВО РАН), был посвящен экологическим рискам трансграничного загрязнения р. Амур в различные годы и их сезоны, которое оказывает влияние на здоровье населения Приамурья, а также состояние различных гидробионтов. Значитель-

ное загрязнение вод р. Амур токсичными веществами, в т.ч. образующимися при разрушении углеводородов, начали фиксировать в середине 1990-х гг., в настоящее время оно снизилось. К приоритетным факторам риска загрязнения вод на трансграничных участках относятся наличие ароматических углеводородов и ртути в сточных водах, сбросы из водохранилищ, загрязнение донных отложений и слоев льда в зимнее время. Весной во время таяния льда соединения ртути могут поступать с речным стоком в устье Амура и прибрежные воды Охотского и Японского морей.

Доклад руководителя лаборатории искусственного интеллекта Научно-исследовательского института K-water, д-ра Сунхун Кима был посвящен гибридным моделям, применение которых может увеличить точность прогноза паводочного стока и таким образом оптимизировать работу гидротехнических сооружений, используемых для борьбы с наводнениями.

На пятом Совете Ассоциации, которое планируется провести в 2022 г. в г. Владивосток, по предложению южнокорейской стороны предполагается обсудить вопросы содержания Меморандума о взаимопонимании NAWRA и направления сотрудничества в исследованиях водных ресурсов региона Северо-Восточной Азии.

Горбатенко Лариса Вячеславовна,

к.г.н., н.с.

ТИГ ДВО РАН,

Владивосток,

glv@tigdvo.ru

Памяти Бориса Ивановича Семкина (01.01.1938 – 16.01.2021 г.)



Борис Иванович Семкин – крупный ученый, доктор биологических наук, профессор по специальности «Экология», ведущий научный сотрудник Тихоокеанского института географии ДВО РАН.

Родился Борис Иванович в г. Владивосток в семье переселенцев из Украины и Белоруссии. Получив аттестат об окончании вечерней школы рабочей молодежи в 1956 г., Борис Иванович поступил на агрономический факультет Ворошиловского сельскохозяйственного института (г. Уссурийск), а в 1958 г. – на физико-математический факультет Дальневосточного государственного университета (ДВГУ), т.е. параллельно учился в двух высших учебных заведениях. После окончания в 1963 г. ДВГУ он был принят на должность стажера-исследователя в кабинет физической океанографии Тихоокеанского отделения Института океанологии ДВФ СО АН СССР, а в 1965 г. поступил в очную аспирантуру БПИ ДВФ СО АН СССР по специальности «Физиология растений». В 1969 г. Б.И. Семкин защитил кандидатскую диссертацию на тему «Распределение ассимилятов по органам корнеплодных растений в первый год вегетации».

Борис Иванович работал в Тихоокеанском институте географии с момента его образования, с 1971 г. и до последних дней своей жизни, начиная от старшего научного сотрудника до ведущего научного сотрудника лаборатории биогеографии и экологии. В 1987 г. он защитил докторскую диссертацию на тему «Сравнительный многомерный анализ структурной организации растительного покрова».

Более 15 лет (2000–2016 гг.) Б.И. Семкин занимался педагогической деятельностью в университетах г. Владивосток, разработал лекционные курсы по экологии, геоэкологии, экологическому кадастру, природопользованию. Под его руководством защищены 1 докторская и 5 кандидатских диссертаций.

Борис Иванович состоял в советах по защите докторских и кандидатских диссертационных работ в нескольких институтах ДВО РАН; являлся членом редакционной коллегии Бюллетеня Ботанического сада-института ДВО РАН; членом комиссии по «Комаровским

чтениям»; секций «физической географии и палеогеографии», «географии и геоэкологии»; секции ГИС-технологии и моделирования природных систем объединенного Ученого совета ДВО РАН по наукам о Земле.

Безусловно, Б.И. Семкин был одним из ведущих специалистов в России по применению математических методов в биоэкологических исследованиях, изучении структурной организации растительного покрова, картографировании и др. Наиболее значительный вклад он внес в разработку теоретико-графовых методов. Им впервые предложен алгоритм построения экологических карт на основе сравнительного анализа связей между факторами среды и категориями биоты, разработана элементарная аксиоматическая теория сходства. Его оригинальные разработки нашли применение в России и за рубежом в биоценологии, биогеографии, географии населения и некоторых других областях.

Борис Иванович является автором и соавтором более 200 научных работ, он принимал самое активное участие в совещаниях и конференциях разного уровня, избирался членом-корреспондентом комиссии по математическому моделированию при Международном географическом конгрессе.

Он пользовался авторитетом и уважением не только среди сотрудников российских академических институтов, но и зарубежных коллег, был очень увлеченным, разносторонним, отзывчивым и трудолюбивым человеком, отличался скромностью и готовностью помочь каждому.

За добросовестный труд на благо науки Б.И. Семкину неоднократно присуждались почетные грамоты и благодарности. В 1988 г. ему было присвоено почетное звание «Заслуженный ветеран ДВО АН СССР», а в 1999 г. он был награжден Почетной грамотой российской Академии наук и Профсоюза РАН. В июне 2021 г. Борису Ивановичу была объявлена Благодарность Министерства науки и высшего образования РФ.

В памяти коллег, друзей и родных Б.И. Семкин навсегда останется высококвалифицированным специалистом, интереснейшим собеседником, скромным и отзывчивым человеком.

*Лариса Ивановна Варченко, н.с.
лаб. биогеографии и экологии ТИГ ДВО РАН,
г. Владивосток,
varchenko@tigdvo.ru*

*Борис Сергеевич Петропавловский, д.б.н., проф.,
заслуженный лесовод РФ, г.н.с.,
Ботанический сад-институт ДВО РАН,
г. Владивосток, petrop5@mail.ru*

Правила для авторов

Журнал «Тихоокеанская география» входит в перечень российских рецензируемых научных журналов и изданий, в которых могут быть опубликованы значимые научные результаты по направлению 25.00.00 – науки о Земле.

Журнал индексируется в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ).

Журнал печатает ранее не публиковавшиеся проблемные, обзорные, дискуссионные статьи и оригинальные научные исследования, а также рецензии, хронику научной жизни, персоналии и др. В числе приоритетных – материалы о Дальнем Востоке. Статьи по возможности должны быть не узкоспециальными, а доступными ученому любого научного направления, желающему получить представление о сущности и результатах исследований в других областях науки.

Представленную автором рукопись редакция направляет по профилю научного исследования или по тематике рассматриваемых в рукописи вопросов на рецензию ученым и специалистам в данной области (доктору наук, кандидату наук). Срок рецензирования – до 1,5 месяца. В случае получения отрицательной рецензии или рецензии, содержащей рекомендации по доработке статьи, она направляется авторам для принятия соответствующего решения. Имя рецензента не разглашается.

После устранения недостатков, указанных рецензентом, переработанная статья, направленная в редакцию, регистрируется как вновь полученная, исправления согласуются с рецензентом.

Если автор не согласен с мнением рецензента, рукопись направляется на повторную экспертизу другому специалисту. При получении второго отрицательного отзыва редакция прекращает работу над статьей.

Участники процесса подготовки рукописи к изданию обязаны сообщать редакции о наличии потенциальных причин для возникновения конфликта интересов. Авторы имеют право указать в сопроводительном письме имена тех специалистов, кому, по их мнению, не следует направлять рукопись на рецензию в связи с возможным, как правило профессиональным, конфликтом интересов. Данная информация является строго конфиденциальной и принимается во внимание редакцией при организации рецензирования.

Форма представления материала

Научная статья

УДК

DOI: _____

Название статьи

ИМЯ, ОТЧЕСТВО, ФАМИЛИЯ¹, ИМЯ, ОТЧЕСТВО, ФАМИЛИЯ²

¹Организация, город, страна, электронный адрес, ORCID (при наличии)

²Организация, город, страна, электронный адрес, ORCID (при наличии)

Если авторов более четырех, возможно приведение электронного адреса только одного автора, с которым планируется переписка или отдельное указание автора для корреспонденции по форме: «Автор, ответственный за переписку:» (Corresponding author:).

Аннотация. одним параграфом объемом не менее 200 слов. В аннотации необходимо отразить основные результаты работы. Рекомендуется использовать слова: установлено, показано, уточнено, доказано, разработано и т.п. Методы исследования необходимо описывать в аннотации, если они несут в себе элементы новизны и имеют значение для развития исследований другими учеными. Не надо повторять название статьи. Ссылки на источники литературы в аннотации приводить нельзя. Можно использовать только общепринятые сокращения и условные обозначения. Обращаем внимание, что аннотация, как правило, является ключевым источником информации о научной статье.

Ключевые слова: ключевое слово¹, ключевое слово², ключевое слово³ (не более 5)

Title

FISTNAME LASTNAME¹, FISTNAME LASTNAME²

На английском языке имя и фамилию автора (авторов) приводят в транслитерированной форме на латинице полностью, отчество сокращают до одной буквы (в отдельных случаях, обусловленных особенностями транслитерации, – до двух букв).

¹Affiliation 1, city, country, e-mail, ORCID

²Affiliation 2, city, country, e-mail, ORCID

Abstract. Аннотация на английском языке пишется одним параграфом. Объем не менее 300 слов. Англоязычная аннотация является главным источником информации о содержании статьи для зарубежных коллег. Аннотация на английском языке должна быть информативной, оригинальной (не являться дословным переводом русскоязычной аннотации), отражать основное содержание статьи и результаты исследований, следовать логике описания результатов в статье, написана качественным английским языком. Не допускается использовать автоматические переводчики. Необходимо указывать актуальность, цель исследования, подробно описать основные результаты и выводы работы.

Keywords: keyword 1, keyword 2, keyword 3 (maximum 10).

Введение

Объем статьи не должен превышать **10 страниц**, включая аннотацию, рисунки, таблицы и список литературы.

Единицы физических величин приводятся по системе СИ. В десятичных дробях употребляются точка – 18.3. Буква «ё» используется только в географических названиях и собственных именах.

Источники в списке литературы располагаются по мере упоминания в тексте. В тексте ссылки на использованную литературу приводятся в квадратных скобках – [2], [3–5], [3, 6]. Обязательно указывать всех соавторов и редакторов. Литература представляется на русском и английском языках. Пример оформления литературы приведен в конце документа.

Материалы и методы

Все использованные материалы и методы в статье должно быть подробно описаны в этом разделе. Обязательно проставлять ссылки на использованные источники информации.

Результаты и их обсуждение

Все рисунки и таблицы должны быть помещены в текст статьи. Максимум разрешается размещать в статье 3 рисунка: 1 цветной, 2 черно-белых. Рисунки также представляются вместе со статьей в формате JPG разрешением не менее 600 dpi.

Ссылки на рисунки выполняются в формате «(рис. 1)», если рисунок один – «(см. рис.)», на таблицы – в формате «(табл. 1)», если таблица одна – «(см. табл.)». Названия всех рисунков и таблиц должно быть продублировано на английском языке. Смотри пример оформления ниже.



Рис. 1. Рисунок располагается в тексте при первом упоминании. Максимум разрешается размещать в статье 3 рисунка: 1 цветной, 2 черно-белых. Рисунки также представляются вместе со статьей в формате JPG разрешением не менее 600 dpi.

Fig. 1. The title of the figure in English

Таблица 1

Пример оформления таблицы. Таблица должна быть размещена сразу после первого упоминания в тексте. Не допускается наличие пустых ячеек.

Table 1. The title of the table in English

№	Столбец 1	Столбец 2
Строка 1	данные	данные
Строка 2	данные	данные ¹
Строка 3	-	данные

¹ Сноски помещаются сразу после таблицы.

Пример оформления формул:

a = 8b,

(1)

Заключение и выводы

Не допускается писать данный раздел простым нумерованным списком.

Работа выполнена в рамках проекта/программы/договора № 00-00-00.

Литература

1. Адрианов А.В. Стратегия и методология изучения морского биоразнообразия // Биология моря. 2004. Т. 30, № 2. С. 91–95.

2. Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф. Специфика формирования буроземов на островах залива Петра Великого (юг Дальнего Востока) // Вестн. ДВО РАН. 2013. № 5. С. 87–96.

3. Исаченко А.Г. Ландшафты СССР. – Л.: Изд-во Ленингр. ин-та, 1985. 320 с.

4. Арзамасцев И.С., Преображенский Б. В. Атлас подводных ландшафтов Японского моря. М.: Наука, 1990. 222 с.

5. Колесников Б.П. Растительность // Дальний Восток: Физико-географическая характеристика. М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 182–245.

6. Распоряжение от 30 мая 2017 г. № 1134-р. // Правительство Российской Федерации. [Электронный ресурс]. – <http://static.government.ru/media/files/HYZCbj8l6A7jC4UErg2A6Dt2aVufpxJN.pdf> (дата обращения: 11.03.2019).

7. Иванов Р.М., Петров А.М. Развитие Дальнего Востока // Электронный журнал. 2018. № 4. С. 8–10 с. [Электронный ресурс]. – <http://el.science.ru/ttb/2018-4> (дата обращения: 07.11.2018).

Reference

1. Adrianov, A.V. Strategy and Methodology of the Study of Marine Biological Diversity. *Russian Journal of Marine Biology*. 2004, 30(2). 17–21. (In Russian)
2. Pshenichnikov, B.F.; Pshenichnikova, N.F. Specificity of the Formation of Burozems on the Islands of Peter the Great Bay (South of the Far East). *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2013, 5, 87–96. (In Russian)
3. Isachenko, A.G. Landscapes of the USSR. Leningrad University: Leningrad, Russia, 1985; 320 p. (In Russian)
4. Arzamastsev, I.S.; Preobrazhensky, B.V. Atlas of Underwater Landscapes of Sea of Japan. Nauka: Moscow, Russia, 1990, 222 p. (In Russian)
5. Kolesnikov, B.P. Vegetation. In *Far East: Physical and Geographical Characteristics*; Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR: Moscow, Russia, 1961, 182–245 (In Russian)
6. Government of the Russian Federation. Order of May 30, 2017 No. 1134-p. Available online: <http://static.government.ru/media/files/HYZCbj8l6A7jC4UErg2A6Dt2aVufpxJN.pdf> (accessed on 11 March 2019). (In Russian)
7. Ivanov, R.M.; Petrov, A.M. Development of the Far East. *Digital Journal*. 2018, 4, 8–10. Available online: <http://el.science.ru/ttb/2018-4> (accessed on 7 November 2018). (In Russian)

Форма подачи рукописи. Материалы статей представляются по электронной почте на адрес [ras_geogr@tigdvo.ru](mailto:geogr@tigdvo.ru) (телефон редакции (8-423)222-25-88), а сопроводительные документы с оригинальными подписями прикрепляются к письму в формате PDF или JPG; кроме того, обычной почтой или нарочным в редакцию доставляется распечатка статьи (текст на одной стороне листа, кегль 12, через 1,5 интервала, страницы пронумерованы). Почтовый адрес: 690041, Владивосток, ул. Радио, 7, каб. 51. Горбатенко Ларисе Вячеславовне.

Сопроводительные документы. Сопроводительное письмо, подписанное всеми авторами статьи с указанием ФИО каждого автора, которое должно содержать следующий текст:

Настоящим письмом гарантируем, что опубликование статьи [ФИО авторов. «НАЗВАНИЕ СТАТЬИ»] в журнале «Тихоокеанская география» не нарушает ничьих авторских прав. Автор (авторы) передает на неограниченный срок учредителю журнала неисключительные права на использование данной научной статьи путем ее воспроизведения в любой материальной форме и распространения на любой территории.

Автор (авторы) несет ответственность за неправомерное использование в научной статье объектов интеллектуальной собственности, объектов авторского права в полном объеме в соответствии с действующим законодательством РФ.

Автор (авторы) подтверждает, что направляемая статья нигде ранее не была опубликована и не направлялась для опубликования в другие научные издания.

Автор (авторы) согласен на обработку в соответствии со ст. 6 Федерального закона «О персональных данных» от 27.07.2006 г. № 152-ФЗ своих персональных данных, а именно: фамилия, имя, отчество, ученая степень, ученое звание, должность, место(а) работы и/или обучения, контактная информация по месту работы и/или обучения, в целях опубликования представленной статьи в научном журнале.

Также удостоверяем, что автор (авторы) согласен с правилами подготовки рукописи к изданию, принятыми в редакции журнала, опубликованными и размещенными на официальном сайте журнала.

В необходимых случаях к письму прилагается Акт экспертизы о возможности опубликования материала в открытой печати.

Рукописи, не отвечающие установленным требованиям, не регистрируются.

Заказные и ценные письма и бандероли редакция не получает.

Рукописи по почте не возвращаются.

Авторский экземпляр журнала можно получить в редакции, иногородним авторам высылается почтой за счет редакции.

Публикация статей бесплатная.

Адрес редакции:

690041 Владивосток, ул. Радио, 7, каб. 215
тел. +7 (423) 232-06-46
E-mail: rac_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 30.03.2022 г.

Формат 70 × 108/16

Усл. печ. л. 8,0

Уч.-изд. л. 7,32

Тираж 100 экз. Заказ 2

Цена свободная

Отпечатано:

ИП Мироманова И.В.

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

Свидетельство Роскомнадзора о регистрации ПИ № ФС77-78620 от 08.07.2020 г.