

Центр ландшафтно-экологических исследований и разработки методов комплексного экологического мониторинга ТИГ ДВО РАН (итоги и перспективы)

Анатолий Николаевич КАЧУР
kachur@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2150-1512>

Светлана Ивановна КОЖЕНКОВА
svetlana@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8503-2006>

Игорь Иванович КОНДРАТЬЕВ
igor@tigdvo.ru

Геннадий Петрович СКРЫЛЬНИК
skrylnik@tigdvo.ru

Ирина Федоровна СКИРИНА
sskirin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-003-2849-8608>

Илона Мироновна РОДНИКОВА
rodnikova_ilona@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8930-8471>

Федор Владимирович СКИРИН
autumn.wayfarer@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2982-1729>

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия

Аннотация. Основными направлениями выполненных Центром ландшафтно-экологических исследований, созданном в ТИГ ДВО РАН в 2000 г., являлись разработка методов ландшафтно-экологических исследований, в том числе биогеохимического, биологического и комплексного экологического мониторинга применительно к условиям Северо-Западной Пацифики; оценка формирования современного состояния среды Северо-Восточной Азии и выявление роли трансграничного атмосферного и водного переноса; разработка методических основ устойчивого развития приморских территорий и прибрежных акваторий Дальневосточного региона России и северо-восточного сектора Арктики на основе методологии комплексного управления природными зонами (КУПЗ).

В рамках прикладных научно-исследовательских работ выполнялись ландшафтно-экологические исследования для оценки современного состояния сухопутных и прибрежноморских ландшафтов районов промышленного и сельскохозяйственного освоения Дальнего Востока и сопредельных районов Северо-Восточной Азии, а также в рамках эколого-географической экспертизы крупных линейных и площадных проектов освоения региона (совместно с другими лабораториями института и специалистами других организаций); разрабатывались обоснования рационализации природопользования по отдельным природно-ресурсным комплексам. Кроме того, одним из основных направлений Центра является создание электронных тематических карт и баз данных как

в рамках вышеназванных направлений Центра, так и в содружестве с другими подразделениями института.

Центр ландшафтно-экологических исследований является базой для Регионального центра по мониторингу загрязнения окружающей среды (ПОМРАС) плана действий ЮНЕП по сохранению, управлению и освоению морской и прибрежной среды в Северо-Западной Пацифике (NOWPAP).

Ключевые слова: геохимия ландшафтов, биомониторинг, лишеноиндикация, трансграничный перенос, тяжелые металлы, комплексное управление морскими акваториями и речными бассейнами.

Для цитирования: Качур А.Н., Коженкова С.И., Кондратьев И.И., Скрыльник Г.П., Скирина И.Ф., Родникова И.М., Скирин Ф.В. Центр ландшафтно-экологических исследований и разработки методов комплексного экологического мониторинга ТИГ ДВО РАН (итоги и перспективы) // Тихоокеанская география. 2023. № 1. С. 18–29. https://doi.org/10.35735/26870509_2023_13_2.

Original article

The Center for Landscape and Ecological Research, and Development of Integrated Environmental Monitoring Methods in PGI FEB RAS (Results and Prospects)

Anatoly N. KACHUR
kachur@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2150-1512>

Svetlana I. KOZHENKOVA
svetlana@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8503-2006>

Igor I. KONDRATYEV
igor@tigdvo.ru

Gennady P. SKRYLNIK
skrylnik@tigdvo.ru

Irina F. SKIRINA
sskirin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-003-2849-8608>

Iлона М. РОДНИКОВА
rodnikova_ilona@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8930-8471>

Fedor V. SKIRIN
autumn.wayfarer@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2982-1729>

Pacific Geographical Institute of FEB RAS, Vladivostok, Russia

Abstract. The main directions of the Centre for Landscape and Ecological Research, established at the PGI FEB RAS in 2000, were the development of methods for landscape and ecological research, including biogeochemical, biological and integrated environmental monitoring in relation to the conditions of the Northwestern Pacific; assessment of the formation of the current state of the environment of NE Asia and identification of the role of transboundary atmospheric and water transport; development of methodological foundations for the sustainable development of coastal territories and coastal waters of the Far East region of Russia and the northeastern sector of the Arctic based on the methodology of integrated management of natural areas (IMZ).

As part of applied research work, landscape and environmental studies were carried out to assess the current state of land and coastal sea landscapes in the areas of industrial and agricultural development of the Russian Far East and adjacent regions of Northeast Asia, as well as within the framework of the ecological and geographical examination of large linear and areal projects for the development of the Far East region

(together with other laboratories of the institute and specialists from other organizations). Justifications for the rationalization of nature management for individual natural resource complexes were developed as well. The creation of electronic thematic maps and databases, both within the framework of the above-mentioned areas of the Center, and in collaboration with other departments of the institute is one of the main directions of the Center.

Center for Landscape and Ecological Research is the home base for the Pollution Monitoring Regional Activity Centre (POMRAC) of the UNEP Action Plan for the Conservation, Management and Development of the Marine and Coastal Environment in the Northwest Pacific (NOWPAP).

Keywords: landscape geochemistry, biomonitoring, lichen indication, transboundary transport of pollutants, heavy metals, integrated management of marine areas and river basins.

For citation: Качур А.Н., Козhenkova S.I., Kondratyev I.I., Skrylnik G.P., Skirina I.F., Rodnikova I.M., Skirin F.V. The Center for Landscape and Ecological Research, and Development of Integrated Environmental Monitoring Methods in PGI FEB RAS (Results and Prospects). Pacific Geography. 2023;(1):18-29. (In Russ.). https://doi.org/10.35735/26870509_2023_13_2.

Введение

Центр ландшафтно-экологических исследований и разработки методов комплексного экологического мониторинга (на правах лаборатории) ТИГ ДВО РАН (далее ЦЛЭИ) образован в 2000 г. Возглавил ЦЛЭИ к.г.н. Качур А.Н.

Были определены следующие основные направления фундаментальных исследований:

- разработка методов ландшафтно-экологических исследований, в том числе биогеохимического, биологического и комплексного экологического мониторинга применительно к условиям Северо-Западной Пацифики;
- оценка факторов формирования современного состояния среды Северо-Восточной Азии и выявление роли трансграничного атмосферного и водного переноса;
- создание программ устойчивого развития территорий разного ранга в части обоснования системы территориальных экологических ограничений, включая обоснование системы особо охраняемых природных территорий;
- разработка теоретических основ комплексного управления прибрежными зонами и речными бассейнами;
- разработка методических основ устойчивого развития приморских территорий и прибрежных акваторий Дальневосточного региона (ДВ) России и северо-восточного сектора Арктики на основе методологии комплексного управления природными зонами (КУПЗ).

Кроме фундаментальных исследований, сотрудники Центра выполняли и выполняют прикладные научно-исследовательские работы, тесно связанные с фундаментальными. Они включают:

- проведение ландшафтно-экологических исследований для изучения современного состояния сухопутных и прибрежно-морских ландшафтов районов промышленного и сельскохозяйственного освоения Дальнего Востока России и сопредельных районов Северо-Восточной Азии, а также для целей эколого-географической экспертизы крупных линейных и площадных проектов развития ДВ региона (совместно с другими лабораториями института и специалистами других организаций);
- разработку обоснований рационализации природопользования по отдельным природно-ресурсным комплексам и районам;
- создание электронных тематических карт и баз данных как в рамках вышеуказанных направлений ЦЛЭИ, так и в содружестве с другими подразделениями института.

На базе Центра ЛЭИ в 2001 г. организован Региональный центр по мониторингу загрязнения окружающей среды (POMRAC) Плана действий ЮНЕП по сохранению, управлению и освоению морской и прибрежной среды в Северо-Западной Пацифике (NOWPAP).

Основными задачами научно-исследовательской деятельности ЦЛЭИ в последние годы являлись:

- оценка влияния климатических изменений и антропогенной нагрузки на окружающую среду региона Северо-Восточной Азии, прежде всего в результате воздействия трансграничных факторов;
- разработка методов биомониторинга для экспресс-оценки состояния пресноводных и морских экосистем;
- разработка научных основ региональных программ комплексного управления прибрежно-морскими зонами и речными бассейнами.

Основные эколого-геохимические исследования атмосферного переноса в условиях Северо-Восточной Азии начинались в составе лаборатории геохимии ТИГ ДВО РАН в 1990-е гг. и в настоящее время продолжаются в ЦЛЭИ [1–8]. Руководителем исследований по этому направлению является в.н.с. к.г.н. Кондратьев И.И. Сотрудничество с лабораторией геохимии продолжается и выражается в выполнении совместных исследований, а также в обеспечении аналитических работ.

Исследования химического состава осадков позволили изучить и контролировать состав атмосферной примеси и оценить степень воздействия на нее антропогенных выбросов. Уровни антропогенного загрязнения атмосферы на территории Дальневосточного федерального округа (ДФО) различны. Они выше на юге-востоке, который более плотно заселен и имеет относительно крупные городские агломерации. К загрязнению атмосферы от местных источников здесь добавляется трансграничный перенос загрязняющих веществ из сопредельных стран. Крупнейшим источником загрязнения атмосферы в восточной Азии является Китай, на который приходится до 65 % всех выбросов загрязняющих веществ в Азии.

Западно-восточным переносом воздушных масс, преобладающим в сороковых широтах, загрязняющие атмосферу вещества и осадки из сопредельных регионов переносятся на юго-восток ДФО. Это приводит к повышению кислотности осадков, наблюдаемому на юге региона на протяжении последних 40 лет. Рост кислотности осадков, по-видимому, является одной из причин усыхания елово-пихтовых лесов на юге Дальнего Востока. Сульфаты и нитраты, присутствующие в осадках, являются основными кислотообразующими веществами.

Антропогенная деятельность нарушает естественные круговорот и баланс серы и азота в окружающей среде. Одним из звеньев круговорота серы и азота является их атмосферный перенос и выпадение с осадками.

Важным направлением исследований сотрудников Центра является биомониторинг состояния воздушной среды и природных ландшафтов с использованием методов лишеноиндикации (рис. 1). Руководитель работ – в.н.с. к.г.н. Скирина И.Ф. Дальний Восток России – это обширный регион, где лишайники составляют богатый по разнообразию автотрофный компонент



Рис. 1. Карта-схема районов лишеноиндикационных исследований на юге Дальнего Востока России

Fig. 1. Scheme of areas of lichen-indicative studies in the south of the Russian Far East

экосистем. На юге Дальнего Востока метод лишеноиндикации используется более 45 лет [9–12].

В результате исследований сотрудников Центра составлен полный список лишайников региона. Если в 1963 г. для Приморского края было известно 156 видов лишайников, к 2003 г. – 753 вида, то к настоящему времени – более 1000 видов. Систематический список лишайников юга Дальнего Востока России к настоящему времени насчитывает более 1230 видов.

В ТИГ ДВО РАН находится один из крупнейших лишенологических гербариев России, насчитывающий более 37000 образцов. В 2019 г. гербарий был официально зарегистрирован в системе Index herbariorum, содержащей сведения о действующих гербарных коллекциях во всем мире. Гербарию присвоен акроним VGEO. Гербарий включает сборы с большей части территории Дальнего Востока России: Приморского, Хабаровского, Камчатского краев, Еврейской автономной, Сахалинской, Амурской областей. В настоящее время ведутся работы по систематизации и оцифровке коллекции. В изучении лишайников региона принимали и принимают участие как российские ученые, так и ученые зарубежных стран (из Швеции, Норвегии, США, Японии, Эстонии) [13].

К настоящему времени на основе данных о встречаемости, жизненном состоянии и проективном покрытии лишайников выделены классы полеотолерантности для более чем 150 видов лишайников [9].

Изучено влияние пирогенного фактора на формирование лишайникового покрова региона. Отмечено, что многие территории юга Дальнего Востока несут на себе отпечаток длительного воздействия низовых пожаров. Пожары сыграли значительную роль в формировании состояния сообществ [9].

Детальное изучение лишайников на островах и побережье северо-западной части Японского моря выявило роль природных факторов в формировании лишайникового покрова и его изменения под влиянием антропогенных факторов. Влияние экологических и географических факторов определяет флористический состав лишайниковых сообществ приморских местообитаний: влияние моря проявляется в присутствии видов-галофитов, ксерофитных жизненных форм, видов субокеанического широтного географического элемента; влияние почвенно-растительных условий проявляется в наличии эколого-субстратной группы эпифитов, мезофитных жизненных форм и группы видов неморального широтного географического элемента. Изучается индикаторное значение лишайников в разных типах приморских экотопов. На островах и побережье к настоящему времени сформировался лишайниковый покров, ядром которого являются виды, приспособленные к разнообразным условиям среды. Даже заповедный режим не может в полной мере способствовать сохранению естественных природных комплексов на южных островах [11, 14–18].

Сотрудники Центра (к.г.н. Скирина И.Ф., к.б.н. Родникова И.М.) проводят многолетние исследования (более 50 лет) распространения редких и краснокнижных лишайников на Дальнем Востоке РФ [19, 20]. Полученные данные были использованы при составлении Красных книг России (2008 г.), Приморского края (2008 г.), Еврейской автономной области (2006, 2019 гг.), Хабаровского края (2008, 2019 гг.). В настоящее время готовятся материалы к изданию очередного издания Красной книги РФ и Приморского края.

Специалистами лишенологами ЦЛЭИ проводятся работы по оценке качества воздушной среды городов юга Дальнего Востока (Владивостока, Уссурийска и др.). Ведутся многолетние исследования по изучению влияния линейных сооружений (нефте- и газопроводов) на природные экосистемы, в частности на лишайниковый покров. Работы ведутся с 2001 по 2021 г. в Хабаровском и Приморском краях, а также на о. Сахалин. В ходе этих исследований были изучены лишайники болотных комплексов острова и тенденции их изменений.

В рамках разработки методов биогеохимического, биологического и комплексного экологического мониторинга применительно к условиям Северо-Западной Пацифики

выполняются работы по оценке загрязнения морских прибрежных вод с использованием макроводорослей на основе изучения содержания тяжелых металлов в тканях растений. Получены следующие основные результаты.

1. По данным о содержании тяжелых металлов Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cd и Ni в бурых водорослях *Sargassum miyabei* Yendo, отобранных с разной периодичностью с 1995 по 2017 г. на 65 станциях в зал. Петра Великого и в б. Киевка Японского моря, рассчитаны геохимические коэффициенты (рис. 2), характеризующие состояние среды обитания водорослей. Высокий уровень загрязнения установлен на западном берегу Уссурийского залива в

районе полигона ТБО г. Владивосток. Долговременный мониторинг выявил тенденцию к снижению степени загрязнения морской среды с конца XX до начала XXI в. [21–25].

2. Впервые определены фоновые и пороговые концентрации металлов в бурой водоросли костарии ребристой, а также уточнены соответствующие диапазоны концентраций для других массовых видов-индикаторов [22, 23].

3. В мае 2018 г. получен патент на изобретение № 2655441 «Способ определения степени загрязнения морских прибрежных вод тяжелыми металлами с использованием макроводорослей». Авторы: Коженкова Светлана Ивановна, Чернова Елена Николаевна.

ЦЛЭИ проводились исследования по влиянию климата и его изменений на рельеф, генезис и локализацию опасных экзогенных геоморфологических процессов, оценке вторичных факторов рельефообразования (биогенных и антропогенных), геоморфологическому картографированию. Руководитель работ к.г.н. Скрыльник Г.П. [26–29].

Обосновано, что Дальний Восток расположен в активной переходной-контактной зоне 2 величайших структур Земли – материка и океана, в ходе взаимодействия оказывающих мощные системоформирующие влияния в рамках умеренного, субарктического и арктического природно-климатических поясов. Проявлению взаимодействий континентальности и океаничности на Дальнем Востоке присуща четкая пространственная дифференциация: минимальная в центральных областях континента и океанов и максимальная в трансграничных. По своему воздействию на геосистемы региона одномасштабные процессы и явления выступают как типичные, экстремальные или катастрофические и могут рассматриваться как индикаторы геоэкологических рисков.

Установлено, что в соотношении величин континентальности и океаничности заложен уровень вероятности зарождения и развития родственных аномальных процессов и катастроф. Ряд результатов выполненных исследований имеет практическое значение. К ним относятся: составление крупномасштабных тематических карт и картосхем, подготовка типовых рекомендаций по технологии ведения природоохранных работ, рекультивации земель и безопасности функционирования городских территорий, а также проведение специальных географических экспертиз в общегеографических, экологических и природно-ресурсных целях.

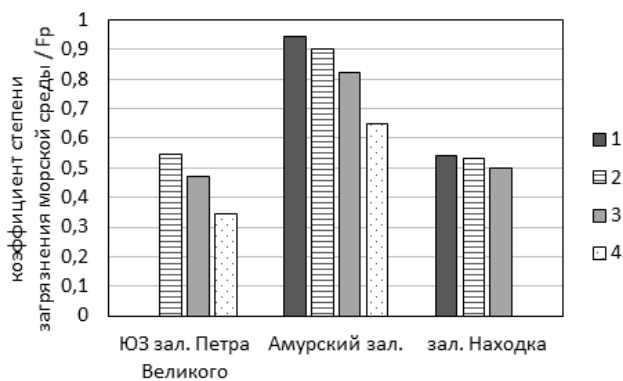


Рис. 2. Изменение степени загрязнения тяжелыми металлами морских вод в разных частях залива Петра Великого (Японское море) в конце XX–начале XXI в. по данным о микроэлементном составе бурой водоросли *Sargassum miyabei*: 1) 1995–1998 гг.; 2) 2000–2005 гг.; 3) 2008–2012 гг.; 4) 2015–2017 гг. [24]

Fig. 2. Changes in the degree of heavy metal pollution of sea waters in different parts of the Peter the Great Bay (Sea of Japan) in the late 20th–early 21st centuries according to the data on the trace element composition of the brown algae *Sargassum miyabei*: 1) 1995–1998; 2) 2000–2005; 3) 2008–2012; 4) 2015–2017

Также на основе инженерно-экологических изысканий на юге Дальнего Востока в районах нефтепроводов «Восточная Сибирь–Тихий океан» и «Мыс Каменный – пос. Де-Кастри», газопровода «Сахалин–Владивосток», нефтетерминалов в бухтах Козьмино, Перевозная и др. проведена оценка современного состояния и прогноза возможных изменений окружающей природной среды под влиянием строительства этих объектов с целью предотвращения, минимизации и ликвидации вредных и нежелательных экологических и связанных с ними последствий [28, 29]. На стадии мониторинга при строительстве и начале эксплуатации было выявлено допустимое загрязнение поверхностных вод и речного аллювия металлами, нефтепродуктами и фенолами. Вскрытые нарушения и деградация почвенного покрова, растительности и местообитаний диких животных при грамотной и длительной рекультивации могут быть минимизированы до допустимых регламентных уровней или даже в перспективе устранены. Сделаны выводы о том, что «антропогенная составляющая» в системе устойчивого развития исследованных территорий может корректироваться, т.е. стать в известных пределах управляемой.

В рамках Плана действий UNEP (United Nations Environment Programme – Программа ООН по окружающей среде) по защите северо-западной части Тихого океана от загрязнения (NOWPAP), который был принят в сентябре 1994 г. в рамках программы UNEP «Региональные моря», на базе ТИГ ДВО РАН, прежде всего ЦЛЭИ создан и функционирует Региональный центр активности в области мониторинга загрязнения атмосферы и природных вод Северо-Западной Пацифики (UNEP Action Plan for the North-Western Pacific Region (NOWPAP) Pollution Monitoring Regional Activity Centre (POMRAC) (рис. 3).

Основной целью Регионального центра по мониторингу загрязнения окружающей среды (POMRAC) является координация деятельности и установление сотрудничества в рамках регионального мониторинга морской и прибрежной окружающей среды северо-запад-



Рис. 3. Структура NOWPAP

Fig. 3. The structure of NOWPAP

ной части Тихого океана (NOWPAP/3), а также с 2006 г. – координация действий в области Комплексного управления прибрежными зонами и речными бассейнами региона [30, 31].

Основные функции и задачи Регионального центра по мониторингу загрязнения окружающей среды (POMRAC) определены следующими.

- Поддерживать контакты с членами Координационного комитета NOWPAP и Рабочими группами POMRAC, а также с соответствующими национальными, региональными и международными организациями в государствах-членах NOWPAP для достижения принятых задач и заданий Плана действий UNEP в северо-западной части Тихоокеанского бассейна.

- Организовывать встречи Координационного комитета и Рабочих групп согласно плану, утвержденному членами-государствами на межправительственных встречах. Собирать соответствующую информацию по внедрению NOWPAP и пересылать ее по просьбе членам Координационного комитета и Рабочих групп.

- Организовывать встречи, симпозиумы и миссии, полезные для достижения основных задач Плана действий UNEP. При этом все встречи и международные конференции, организованные Региональным центром и профинансированные трастовым фондом, открыты для представителей, назначаемых компетентными лицами членом-государств NOWPAP.

- При необходимости обеспечивать методическую и, по возможности, техническую помощь для организаций стран-участников NOWPAP в мероприятиях и технике мониторинга прибрежных морских и ассоциированных с ними пресных вод и атмосферы. Организовывать проведение интеркалибрации в сотрудничестве с другими соответствующими международными/региональными организациями, в первую очередь ИОС–УНЕСКО (Intergovernmental Oceanographic Commission of United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). Способствовать гармонизации подходов и методик, используемых для сети мониторинга NOWPAP.

- Разрабатывать программы подготовки и обучения, планировать и организовывать курсы подготовки и соответствующие технические семинары.

- Публиковать технические доклады, пособия, известия и т.д. по направлениям деятельности центра в качестве результатов деятельности NOWPAP.

- Постоянно проводить работу по информированию населения и организаций, заинтересованных в информации о состоянии морских, прибрежных и ассоциированных с ними пресных вод и атмосферы в регионе NOWPAP.

За время работы центра POMRAC его сотрудники и национальные эксперты стран региона (Китая, Республики Корея, Японии и России) подготовили 17 обзоров по основным экологическим проблемам региона, состоянию мониторинга окружающей среды, а также по основным проблемам комплексного управления прибрежно-морскими зонами и бассейнами рек. Часть этих обзоров представлена в списке опубликованных материалов ЦЛЭИ [32–36].

Важным направлением международной активности ЦЛЭИ является деятельность в рамках программы НЕАСПЕК (Субрегиональная программа природоохранного сотрудничества в Северо-Восточной Азии – NEASPEC, North-East Asian subregional programme of environmental cooperation). В рамках этих работ выполнены исследования по обоснованию расширения сетей морских охраняемых территорий и акваторий Северной Пацифики [37–38].

Заключение

Исполнилось более 20 лет с момента создания Центра ландшафтно-экологических исследований, но в целом основные направления его работ сохранились. Прежде всего это продолжение работ по совершенствованию и внедрению методов ландшафтно-

экологических исследований, в том числе биогеохимического, биологического и комплексного экологического мониторинга применительно к условиям Северо-Западной Пацифики.

Кроме проведения регулярных оценок состояния морских экосистем на разных уровнях (глобальном, региональном и локальном) важным направлением остается разработка экологических целевых показателей и индикаторов состояния морей и прибрежных зон Северо-Западной Пацифики.

В связи с происходящими в последние годы климатическими изменениями на глобальном и региональном уровнях, а также бурным развитием соседних стран актуальным является выявление роли трансграничного атмосферного и водного переноса загрязняющих веществ с учетом их трансформации в регионе Северо-Восточной Азии в формировании современного состояния среды региона.

В рамках работ ЦЛЭИ и NOWPAP POMRAC одним из основных направлений продолжает быть адаптация методологии комплексного управления природными зонами (КУПЗ) для разработки методических основ устойчивого развития приморских территорий и прибрежных акваторий Тихоокеанской России и сопредельных стран. При этом на первое место выходит разработка методологии морского пространственного планирования как основы КУПЗ.

Литература

1. Качур А.Н. Некоторые особенности химического состава атмосферных осадков в связи с техногенезом // Геохимия зоны гипергенеза и техническая деятельность человека. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 28–47.
2. Кондратьев И.И., Качур А.Н., Юрченко С.Г., Мезенцева Л.И., Росщупкин Г.Т., Семькина Г.И. Синоптические и геохимические аспекты аномального выноса пыли на юге Приморского края // Вестн. ДВО РАН. 2005. № 3 (121). С. 55–66.
3. Кондратьев И.И. Трансграничный фактор в изменчивости химического состава осадков на юге Дальнего Востока // География и природные ресурсы. 2009. № 3. С. 31–37.
4. Муха Д.Э., Кондратьев И.И., Мезенцева Л.И. Трансграничный перенос кислотных осадков циклонами восточной Азии на юг Дальнего Востока России // География и природные ресурсы. 2012. № 2. С. 21–26.
5. Кондратьев И.И., Кубай Б.В., Семькина Г.И., Качур А.Н. Влияние трансграничного и природного факторов на химический состав осадков в Дальневосточном регионе России // Метеорология и гидрология. 2013. № 10. С. 45–54.
6. Кондратьев И.И. Трансграничный атмосферный перенос аэрозоля и кислотных осадков на Дальний Восток России. Владивосток: Дальнаука, 2014. 299 с.
7. Кондратьев И.И., Муха Д.Э., Болдескул А.Г., Юрченко С.Г., Луценко Т.Н. К вопросу о химическом составе атмосферных осадков и снежного покрова в Приморском крае // Метеорология и гидрология. 2017. № 1. С. 91–99.
8. Shuqin L., Kachur A.N. Regional Overview on Atmospheric Deposition of Contaminants into the Marine and Coastal Environment in NOWPAP Region United Nations Environment Programme. Northwest Pacific Action Plan. Pollution Monitoring Regional Activity / Center. Edit. A.N. Kachur. Vladivostok, L-print, 2007. 99 p.
9. Скирина И.Ф., Коженкова С.И., Родникова И.М. Эпифитные лишайники Приморского края и использование их в экологическом мониторинге. Владивосток: Дальнаука, 2010. 150 с.
10. Скирин Ф.В., Скирина И.Ф. Эпифитные лишайники пихтово-еловых и кедрово-широколиственных лесов южного Сихотэ-Алиня и их эколого-субстратная приуроченность // Turczaninowia. 2012. Т. 15, вып. 1. С. 70–79.
11. Родникова И.М., Скирина И.Ф. Лихеноиндикация антропогенного воздействия на природные комплексы островов залива Петра Великого (Японское море) // География и природные ресурсы. 2014. № 4. С. 42–48.
12. Скирин Ф.В., Скирина И.Ф. Оценка динамики эпифитной лишайнофлоры в г. Владивосток в период с 1971 по 2020 годы с использованием метода лишеноиндикации (предварительные данные) // Геосистемы Северо-Восточной Азии: природные, природно-ресурсные, социальные и хозяйственные структуры территорий. Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2022. С. 136–140.
13. Ohmura Y., Skirina I., Skirin F. Contribution to the Knowledge of the Genus Usnea (Parmeliaceae, Ascomycota) in Southern Far East Russia // Bull. Natl. Mus. Nat. Sci. 2017. Ser. B. 43(1). P. 1–10.
14. Родникова И.М. Влияние природных условий на морфологические, экологические и географические особенности лишайников в приморских местообитаниях // Экология. 2012. № 2. С. 92–95.

15. Родникова И.М. Современное состояние лишайникового покрова острова Путятина (залив Петра Великого, Японское море) // *Turczaninowia*. 2012. Т. 15, № 1. С. 63–69.
16. Родникова И.М. Использование экологической дифференциации лишайникового покрова в экологическом мониторинге (на примере морского побережья Приморского края) // *Успехи современного естествознания*. 2020. № 10. С. 121–125.
17. Родникова И.М., Скирина И.Ф. Лихеноиндикация антропогенного воздействия на острова залива Петра Великого (Японское море) // *География и природные ресурсы*. 2014. № 4. С. 42–48.
18. Лящевская М.С., Киселева А.Г., Ганзей К.С., Родникова И.М., Пшеничникова Н.Ф. Изменения почвенно-растительного покрова малых островов архипелага императрицы Евгении в голоцене (залив Петра Великого, Японское море) // *География и природные ресурсы*. 2022. Т. 43, № 3. С. 134–147.
19. Скирина И.Ф., Салохин А.В., Царенко Н.А., Скирин Ф.В. Новые местонахождения редких и охраняемых лишайников острова Сахалин // *Turczaninowia*. 2016. Т. 19, вып. 2. С. 54–63.
20. Скирина И.Ф., Родникова И.М., Скирин Ф.В. Редкие и охраняемые лишайники в лесных экосистемах юга Дальнего Востока России // *Охрана экологической среды и рациональное использование мелководных ресурсов: материалы IX междунар. форума, Хэйхэ, 19–21 июня 2017 г. В 2 ч. Ч. 1. Хэйхэ: Управление ЛХГ. Хэйхэ, 2017. С. 328–331.*
21. Коженкова С.И., Чернова Е.Н., Шулькин В.М. Микроэлементный состав зеленой водоросли *Ulva fenestrata* из залива Петра Великого Японского моря // *Биология моря*. 2006. Т. 32, № 5. С. 346–352.
22. Коженкова С.И., Чернова Е.Н. Фоновые концентрации металлов в зеленой водоросли *Ulva lactuca* из северо-западной части Японского моря // *Геосистемы в Северо-Восточной Азии: территориальная организация и динамика: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Владивосток, 20–21 апреля 2017 г. Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2017. С. 522–526.*
23. 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.
24. Kozhenkova S.I., Chernova E.N. Assessment of heavy metal pollution of the Peter the Great Bay (North–West Pacific Region) using brown algae // *Journal of Geoscience and Environment Protection*. 2020. Vol. 8. P. 134–146.
25. Коженкова С.И., Христофорова Н.К., Чернова Е.Н., Кобзарь А.Д. Долговременный биомониторинг загрязнения Уссурийского залива Японского моря тяжелыми металлами // *Биология моря*. 2021. Т. 47, № 4. С. 235–243.
26. Невский В.Н., Скрыльник Г.П. Климатическая геоморфология: основные направления, результаты и перспективы (Исследования в Тихоокеанском институте географии ДВО РАН; 1971–2021 гг.) // *Тихоокеанская география*. 2021. № 3. С. 19–30.
27. Kachur A.N., Skrylnik G.P. Continentality and Oceanicity as Indicators of the Current Ecological State of the Russian Far East // *Geography and Natural Resources*. 2022. Vol. 43, N 3. P. 228–232.
28. Качур А.Н., Скрыльник Г.П. Многоплановые нефтегазовые воздействия на окружающую среду юга Дальнего Востока России // *Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе*. 2019. № 3 (288). С. 30–33.
29. Качур А.Н., Скрыльник Г.П. Современное состояние и перспективы развития нефтегазового комплекса на юге Дальнего Востока России // *Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья*. 2019. № 1. С. 38–42.
30. Качур А.Н., Михайличенко Ю.Г., Масленников С.И., Серeda А.В. Опыт и перспективы комплексного (интегрированного) управления морским природопользованием на Дальнем Востоке России // *Вестн. ДВО РАН*. 2019. № 1. С. 75–89.
31. Arzamashev I.S. Zoning of Far Eastern Seas of Russia for Integrated Nature Management // *Journal of Environmental Science and Engineering*. 2010. Vol. 4, N 12 (Serial No.37). P. 57–63.
32. Shulkin V. M. Regional Overview on River and direct inputs of contaminants in the NOWPAP region with special case studies on anthropogenic and natural changes / Chief Editor A.N. Kachur. Vladivostok, 2011. 65 p.
33. Pido M., Arzamashev I., Kachur A. [et. al.]. Regional Overview on Marine Spatial Planning and Ecosystem–Based Management in the Selected Areas of the NOWPAP Region // *NOWPAP POMRAC*. Vladivostok; Manila, 2013. 175 p.
34. State of Marine Environmental Report for the NOWPAP region (SOMER 2). NOWPAP POMRAC / Edit. V. Shulkin, A. Kachur. Vladivostok; Busan, 2014. 140 p.
35. Pido M., Kachur A. [et. al.]. Regional Guidelines for Integrated Coastal Planning / Management // *NOWPAP POMRAC*. Vladivostok; Manila, 2014. 142 p.
36. Yasuyuki Shibata. Regional overview of PTS and POPs issues of ecological concerns in the NOWPAP region / Edit. V. Shulkin, A. Kachur. Vladivostok; Tokyo, 2014. 258 p.
37. Качур А.Н. Морские охраняемые территории (районы) Северо–Западной Пацифики (современное состояние, планы управления и стратегии развития) // *Вестн. ДВО РАН*. 2020. № 4. С. 151–159.
38. Kachur A., Saveliev A., Sutyryna S., Orlova T. North–East Asian Marine Protected Areas Network (NEAMPAN) // *Management Plans, Monitoring and Assessment of Marine Protected Areas. Chapter 4. Russian Federation NEASPEC*, 2021. P. 126–182.

References

1. Kachur, A.N. Some features of the chemical composition of atmospheric precipitation in connection with technogenesis. In *Geochemistry of the hypergenesis zone and technical human activity*. Vladivostok, 1976, 28–47. (In Russian)
2. Kondratiev, I.I.; Kachur, A.N.; Yrchenko, S.G.; Mezentseva, L.I.; Rosshupkin, G.T.; Semykina, G.I. Synoptic and geochemical aspects of anomalous dust emission in the south of Primorsky Krai. *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2005, 3, 55–66. (In Russian)
3. Kondratiev, I.I. Transboundary factor in the variability of the chemical composition of precipitation in the south of the Far East. *Geography and Natural Resources*. 2009, 3, 31–37. (In Russian)
4. Mukha, D.E.; Kondratiev, I.I.; Mezentseva, L.I. Transboundary transfer of acid precipitation by cyclones of East Asia to the south of the Russian Far East. *Geography and Natural Resources*. 2012, 2, 21–26. (In Russian)
5. Kondratiev, I.I.; Kubay, B.V.; Semykina, G.I.; Kachur, A.N. Influence of transboundary and natural factors on the chemical composition of precipitation in the Far East Region of Russia. *Meteorology and hydrology*. 2013, 10, 45–54. (In Russian)
6. Kondratiev, I.I. Transboundary atmospheric transport of aerosol and acid precipitation to the Russian Far East. Dalnauka: Vladivostok, Russia, 2014; 299 p. (In Russian)
7. Kondratiev, I.I.; Mukha, D.E.; Boldeskul, A.G.; Yurchenko, S.G.; Lutsenko, T.N. On the issue of the chemical composition of precipitation and snow cover in Primorsky Krai. *Meteorology and hydrology*. 2017, 1, 91–99. (In Russian)
8. Shuqin, L.; Kachur, A.N. Regional Overview on Atmospheric Deposition of Contaminants into the Marine and Coastal Environment in NOWPAP Region United Nations Environment Programme. Northwest Pacific Action Plan. Pollution Monitoring Regional Activity / Center. Edit. A.N. Kachur. L–print: Vladivostok, Russia, 2007; 99 p.
9. Skirina, I.F.; Kozhenkova, S.I.; Rodnikova, I.M. Epiphytic lichens of Primorsky Krai and their application in environmental monitoring. Dalnauka: Vladivostok, Russia, 2010; 150 p. (In Russian)
10. Skirin, F.V.; Skirina, I.F. The ecological–substrate distribution of epiphytic lichens in fir–spruce and pine–broadleaved forests of south Sikhote–Alin. *Turczaninowia*. 2012, 15(1). 70–79.
11. Rodnikova, I.M.; Skirina, I.F. Lichenoidication of anthropogenic impact on the natural complexes of the islands of Peter the Great Bay (Sea of Japan). *Geography and natural resources*. 2014, 4, 42–48. (In Russian)
12. Skirin, F.V.; Skirina, I.F. Assessment of the lichen flora dynamic in the Vladivostok in the period from 1971 to 2020 by the lichen indication method (preliminary information). In *Geosystems of Northeast Asia: natural, natural–resource, social and economic structures of territories*. Pacific institute of Geography of FEB RAS: Vladivostok, Russia, 2022, 136–140. (In Russian)
13. Ohmura, Y.; Skirina, I.; Skirin, F. Contribution to the Knowledge of the Genus *Usnea* (Parmeliaceae, Ascomycota) in Southern Far East Russia. *Bulletin of the National Museum of Nature and Science. Series Botany. Ser. B*. 2017, 43(1). 1–10.
14. Rodnikova, I.M. The influence of natural conditions on the morphological, ecological and geographical features of lichens in coastal habitats. *Ecology*. 2012(2). 92–95. (In Russian)
15. Rodnikova, I.M. The current state of the lichen cover of Putyatin Island (Peter the Great Bay, Sea of Japan). *Turczaninowia*. 2012, 15(1). 63–69. (In Russian)
16. Rodnikova, I.M. Application of habitat differentiation of lichen cover in environmental monitoring (a case study on the coast of Primorsky Krai). *Advances in current natural sciences*. 2020, 10, 121–125. (In Russian)
17. Rodnikova, I.M.; Skirina, I.F. Lichen indication of anthropogenic impact on the islands of Peter the Great Bay (Sea of Japan). *Geography and Natural Resources*. 2014, 4, 42–48. (In Russian)
18. Lyashchevskaya, M.S.; Kiselyova, A.G.; Ganzei, K.S.; Rodnikova, I.M.; Pshenichnikova, N.F. Changes in soil and vegetation cover of small islands of the Eugenie Archipelago in the Holocene (Peter the Great gulf, Sea of Japan). *Geography and Natural Resources*. 2022, 43(3), 134–147. (In Russian)
19. Skirina, I.F.; Salokhin, A.V.; Tsarenko, N.A.; Skirin, F.V. New locations of rare and protected lichens on Sakhalin Island. *Turczaninowia*. 2016, 19(2), 54–63. (In Russian)
20. Skirina, I.F.; Rodnikova, I.M.; Skirin, F.V. Rare and protected lichens in forest ecosystems of the south of the Russian Far East. In *Protection of the ecological environment and rational use of small berry resources: materials of IX international forum*. LH management: Heihe, P.R.China, 2017, 328–331. (In Russian)
21. Kozhenkova, S.I.; Chernova, E.N.; Shulkin, V.M. Microelement composition of the green algae *Ulva fenestrata* from Peter the Great Bay, Sea of Japan. *Russian Journal of Marine Biology*, 2006, 32(5), 289–296.
22. Kozhenkova S.I.; Chernova E.N. Background concentrations of metals in green alga *Ulva lactuca* of the north–western Sea of Japan. In *Geosystems in Northeast Asia: territorial organization and dynamics*. PGI FEB RAS: Vladivostok, Russia, 2017, 522–526. (In Russian)
23. 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.
24. Kozhenkova, S.I.; Chernova E.N. Assessment of heavy metal pollution of the Peter the Great Bay (North–West Pacific Region) using brown algae. *Journal of Geoscience and Environment Protection*. 2020, 8, 134–146.
25. Kozhenkova, S.I.; Khristoforova, N.K.; Chernova, E.N.; Kobzar, A.D. Long–Term Biomonitoring of Heavy Metal Pollution of Ussuri Bay, Sea of Japan. *Russian Journal of Marine Biology*. 2021, 47(4), 256–264.

26. Nevskiy, V.N.; Skrylnik, G.P. Climatic geomorphology: main directions, results and prospects (Research at the Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences; 1971–2021). *Pacific geography*. 2021, 3, 19–30. (In Russian)
27. Kachur, A.N.; Skrylnik, G.P. Continentality and Oceanicity as Indicators of the Current Ecological State of the Russian Far East. *Geography and Natural Resources*. 2022, 43, 3. 228–232.
28. Kachur, A.N.; Skrylnik, G.P. Multifaceted oil and gas impacts on the environment of the south of the Russian Far East. *Environmental protection in the oil and gas industry*. 2019, 3(288). 30–33. (In Russian)
29. Kachur, A.N.; Skrylnik, G.P. Current state and development prospects of the oil and gas complex in the south of the Russian Far East. *Transport and storage of petroleum products and hydrocarbons*. 2019, 1, 38–42. (In Russian)
30. Kachur, A.N.; Mikhaylichenko, Yu.G.; Maslennikov, S.I.; Sereda, A.V. Experience and prospects of comprehensive (integrated) management of marine natural resources in the Far East of Russia. *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2019, 1, 75–89. (In Russian)
31. Arzamascev, I.S. Zoning of Far Eastern Seas of Russia for Integrated Nature Management. *Journal of Environmental Science and Engineering*. 2010, 4(12), Ser. 37, 57–63.
32. Shulkin, V.M. Regional Overview on River and direct inputs of contaminants in the NOWPAP region with special case studies on anthropogenic and natural changes. Vladivostok, Russia, 2011; 65 p.
33. Pido, M.; Arzamascev, I.; Kachur, A. [et. al.]. Regional Overview on Marine Spatial Planning and Ecosystem-Based Management in the Selected Areas of the NOWPAP Region. NOWPAP POMRAC, Vladivostok–Manila, 2013; 175 p.
34. State of Marine Environmental Report for the NOWPAP region (SOMER 2). NOWPAP POMRAC. Edit. V. Shulkin, A. Kachur. Vladivostok – Busan, 2014; 140 p.
35. Regional Guidelines for Integrated Coastal Planning/Management. M. Pido, A. Kachur and others. NOWPAP POMRAC. Vladivostok–Manila, 2014; 142 p.
36. Yasuyuki, Shibata. Regional overview of PTS and POPs issues of ecological concerns in the NOWPAP region / Edit. V. Shulkin, A. Kachur. Vladivostok–Tokyo, 2014; 258 p.
37. Kachur, A.N. Marine protected areas (areas) of the Northwest Pacific (current state, management plans and development strategies). *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2020, 4, 151–159. (In Russian)
38. Kashur, A.; Saveliev, A.; Sutyryna, S.; Orlova, T. North–East Asian Marine Protected Areas Network (NEAM-PAN). In *Management Plans, Monitoring and Assessment of Marine Protected Areas. Chapter 4*; NEASPEC: Russian Federation, 2021, 126–182.

Статья поступила в редакцию 19.12.2022; одобрена после рецензирования 18.01.2023; принята к публикации 25.01.2023.

The article was submitted 19.12.2022; approved after reviewing 18.01.2023; accepted for publication 25.01.2023.

