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

Дальневосточный федеральный университет

Русское географическое общество

ГЕОСИСТЕМЫ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ АЗИИ

ПРИРОДНЫЕ, СОЦИАЛЬНЫЕ И ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ СИСТЕМЫ

Владивосток
2026

Pacific Geographical Institute
of the Far Eastern Branch
of the Russian Academy of Sciences

Far Eastern Federal University

Russian Geographical Society

GEOSYSTEMS OF NORTH-EAST ASIA:

natural, natural-economic and socio-economic systems

Collection of scientific articles

Editors:
K. S. Ganzei, A. V. Moshkov

Vladivostok
2026

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

Дальневосточный федеральный университет

Русское географическое общество

ГЕОСИСТЕМЫ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ АЗИИ:

природные, природно-хозяйственные и социально-экономические системы

Сборник научных статей

Редакторы
К.С. Ганзей, А.В. Мошков

Владивосток
2026

УДК 91:551.4
33.91

Геосистемы Северо-Восточной Азии: природные, природно-хозяйственные и социально-экономические системы. Владивосток: ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, 2026. 352 с.

Сборник научных статей подготовлен к научно-практической конференции «Геосистемы Северо-Восточной Азии». В сборнике рассматриваются актуальные проблемы современных географических исследований:

- Вопросы теории и методологии исследований геосистем разных рангов и типов;
- Природные и природно-ресурсные геосистемы: геосистемы: типы, современное состояние и динамика;
- Проблемы рационального природопользования в геосистемах разных типов, в том числе - в приморских, трансграничных; арктических;
- Территориальные социально-экономические геосистемы: типы, современное состояние и тенденции развития;
- Материалы Круглых столов.

Редакционная коллегия:

Ганзей Кирилл Сергеевич – д.г.н., директор ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток.

Бровко Пётр Фёдорович – д.г.н., профессор, Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток.

Жариков Василий Валерьевич – к.г.н., заместитель директора ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток.

Мошков Анатолий Владимирович – д.г.н., главный научный сотрудник ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток.

Разжигаева Надежда Глебовна – д.г.н., главный научный сотрудник ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток.

Ткаченко Григорий Геннадьевич – к.г.н., старший научный сотрудник ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток.

Передняя сторона обложки: Карта Азиатской России с городами TRAVELEL.RU. http://executiveaccomodationandfabevents.com/files/karta-rossii-s-gorodami.html.

В 2026 году исполняется 95 лет со дня рождения члена-корреспондента АН СССР, заслуженного профессора Московского университета, директора-организатора Тихоокеанского института географии Капицы Андрея Петровича (9. 07. 1931 — 2. 08. 2011).

80 лет со дня рождения академика РАН, профессора Петра Яковлевича Бакланова (5. 07.1946 — 31. 10. 2023) – советского и российского экономико-географа.

80 лет со дня рождения профессора Романова Матвея Тихоновича (24.11. 1946 – 1.03.2020) — советского и российского экономико-географа. Фото из открытых источников.

Утверждено к печати Ученым советом Тихоокеанского института географии ДВО РАН.

© Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, 2026
© Дальневосточный федеральный университет, 2026
© Русское географическое общество, 2026
© Авторы, 2026

ISBN 978-5-6055156-2-3

ПРЕДИСЛОВИЕ

В 2026 году Тихоокеанскому институт географии ДВО РАН исполняется 55 лет. За это время институт стал ведущей научной организацией географического профиля на Дальнем Востоке России. Директором организатором института стал выдающийся советский и российский ученый, географ, член-корреспондент АН СССР А.П. Капица. Долгие годы, Тихоокеанским институтом географии руководил выдающийся советский и российский ученый, экономико-географ академик РАН П.Я. Бакланов. Большой вклад в исследование территориальной организации хозяйства и расселения населения в восточных регионах России внес крупный советский и российский ученый профессор М.Т. Романов.

Ежегодная апрельская конференция, которая уже много лет проводится в Тихоокеанском институте географии ДВО РАН – важное научное мероприятие, объединяющее различные географические исследования ученых Дальнего Востока, Сибири и других регионов России, в рамках общего геосистемного подхода к изучению многообразия природных, социально-экономических, экологических сторон Северо-Восточной Азии. На конференции представлены материалы, в которых отражены результаты комплексных географических исследований уникального региона мира – Северо-Восточной Азии. Среди организаторов конференции: Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Дальневосточный федеральный университет, Русское географическое общество и др.

Наша апрельская конференция проводится в г. Владивостоке уже в четырнадцатый раз. За это время учеными из Дальнего Востока, Сибири и других регионов России, было проведены научные экспедиции, по их результатам подготовлены научные доклады и сообщения, написаны монографии и статьи, раскрывающие различные аспекты исследования геосистем Северо-Восточной Азии.

В сборнике представлены материалы конференции, в которых отражены результаты исследования геосистем Северо-Восточной Азии, авторы затрагивают важные проблемы современных географических исследований: вопросы теории и методологии исследований геосистем разных рангов и типов; природных геосистем, их современного состояния и динамики; проблем рационального природопользования, территориальных социально-экономические геосистем и др. аспектов устойчивого развития геосистем Северо-Восточной Азии; материалы Круглых столов: «Творческое наследие академика П.Я. Бакланова и профессора М.Т. Романова» и «Роль климатических изменений в эволюции разноранговых природных геосистем», проведенных в рамках нашей конференции.

К. С. ГАНЗЕЙ, директор ФГБУН ТИГ ДВО РАН,

А. В. МОШКОВ, главный научный сотрудник ФГБУН ТИГ ДВО РАН,

Н. Г. РАЗЖИГАЕВА, главный научный сотрудник ФГБУН ТИГ ДВО РАН.

Часть 1.
Вопросы теории и методологии исследований геосистем разных рангов и типов

УДК639.1.639. DOI: 10.35735/9785605515623_6

СИТУАТИВНЫЙ АНАЛИЗ ОХОТНИЧЬЕГО ХОЗЯЙСТВА САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Бочарников В.Н.,
ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

Аннотация. Дана краткая характеристика современного состояния охоты и использования ресурсов и среды их местообитаний в Сахалинской области. На базе оригинального авторского охотхозяйственного зонирования также систематизированы разрозненные сведения по охотничьему хозяйству в общедоступных угодьях для большинства муниципальных образований на территории Сахалинской области. Сделан вывод о необходимости государственного отношения к промысловой охоте как одной из традиционных форм сохранения населения на Дальнем Востоке.

***Ключевые слова**: охота, охотничье хозяйство, охотничьи угодья, охотничьи ресурсы, Сахалинская область*

THE SAKHALIN SITUATIONAL ANALYSIS OF THE HUNTING AND GAME ECONOMY

Bocharnikov V.N.,
Pacific Geographical Institute FEBRAS, Vladivostok

Abstract. A brief description of the current state of hunting and the use of resources and their habitats in the Sakhalin region is given. On the basis of the original author's hunting zoning, scattered information on hunting in publicly accessible areas for most municipalities in the Sakhalin Region has also been systematized. The conclusion is made about the need for a state attitude to commercial hunting as one of the traditional forms of population conservation in the Far East.

***Keywords**: hunting, hunting economy, hunting grounds, hunting resources, Sakhalin region*

Введение. Охота, как вид природопользования, использующий возобновляемые биологические ресурсы, не нарушающий среду обитания, в малонаселенных территориях России формировал особую значимость охотничьего хозяйства и связанных отраслей – рекреационной деятельности и туризм, природоохранной сферы и традиционного природопользования коренных малочисленных народов [1].

Согласно закону Сахалинской области от 14.11.2024 № 96-ЗО «О статусе и границах муниципальных образований в Сахалинской области», в настоящее время на территории Сахалинской области расположено 18 муниципальных образований, наделенных соответствующими статусами [2]. Охота имеет определенное социально-экономическое и экологическое значение в каждом из МО на Сахалине, но ее значимость не отмечается в специальных экономико-географических обзорах [3].

Наш анализ здесь посвящен выборочному анализу социально-экономических и географических факторов, которые влияют на состояние охотничьего хозяйства субъекта, также сделана попытка выявить и сопоставить определенные показатели и тенденции, которые связаны и прямо или опосредовано влияют на состояние охотничьего хозяйства

Целью данного сообщения является краткая характеристика охотничьего хозяйства, территориально-структурированного в рамках предложенного автором охотхозяйственного районирования (Рис. 1).

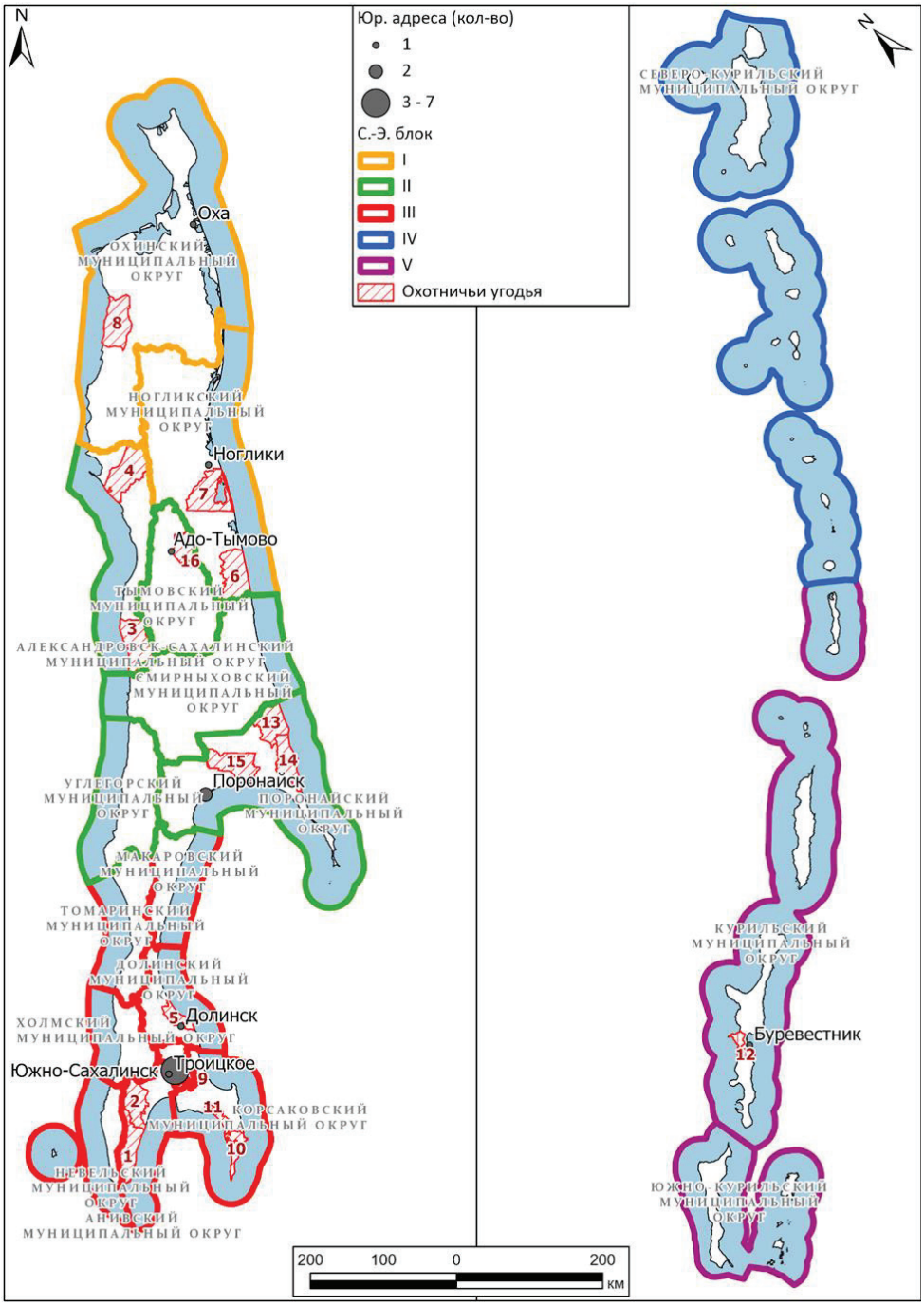


Рис. 1. Охотхозяйственные регионы (блоки) Сахалинской области с указанием расположения офисов охотпользователей (по данным юридической регистрации)

Материалы и методы. К настоящему времени, для территории Сахалинской области не имеется никаких специализированных социально-экономических разработок, как и у федерального центра в целом для Сахалина, которые возможно было бы использовать для достаточно полного и объективного освещения состояния охоты и охотничьего хозяйства по каждому из муниципальных образований Сахалинской области. В данной работе использованы результаты полевых обследований в южной и центральной части Сахалинской

области (июль-август 2025 г.), а также материалы специализированного опроса работников Агентства лесного хозяйства Сахалинской области.

Результаты и обсуждение. На территории Сахалинской области обитают 16 видов охотничьих животных. Из них – 5 копытных (кабарга, дикий северный олень, лось, благородный и пятнистый олень) и 12 хищников и пушных видов (медведь бурый, лисица, енотовидная собака, рысь, росомаха, соболь, горностай, норки, выдра, заяц-беляк, белки и ондатра)

В настоящее время на территории Сахалинской области за пользователями закреплены 16 охотничьих хозяйств, и столько же общедоступных охотничьих угодий (ОДУ) на территории муниципальных образований (МО) Сахалинской области.

Возможности ведения охоты и охотничьего хозяйства, несомненно, в большой степени зависит от общей «людности» территории, производственной ситуации, наличии инфраструктуры, так и конкретного состояния охотничьих ресурсов, что входит в обязательные интересы Агентства лесного и охотничьего хозяйства Сахалинской области. Тем не менее заметим, что жители многих районов на территории субъекта находятся на самовыживании, и хотя «кормит» большинство людей рыба и морепродукты, тем не менее, бытовая необходимость заставляет жителей пристальное внимание уделять и лесным промыслам, в т.ч. и охоте.

По нашим расчетам, средняя доля охотников (от 10 и более процентов от всего населения) отмечается для третьей общей территории Сахалина и Курильских островов. Нельзя не заметить здесь, что охотники весьма дисперсно распределены на севере и в центральной части Сахалина, а также на Курильских островах.

Анализ охотхозяйственной деятельности охотпользователей и в общедоступных охотничьих угодьях Сахалинской области.

1. Лесничество Александровск-Сахалинское МО. На территории – охотпользователи – ООО «Джоколор», пл. 98,7 тыс. га, ООО «Заимка», пл. 99,6 тыс. га., Заказник «Александровский», пл. 24,6 тыс. га, два памятника природы. Площадь ОДУ – 205,5 тыс. га. Добыча: водоплавающая дичь – 250 – 500 шт. ежегодно, соболь – 300-310 шт., бурый медведь – 12-15.

2. Лесничество Анивского МО. На территории МО Анивский муниципальный округ находятся два охотпользователя ООО «Класс - 1» Площадь закрепленных охотничьих угодий - 79,9 тыс. га и ООО «Сахалин-Крильон» - 93,4 тыс. га. На территории МО Анивский муниципальный округ находится один памятник природы регионального значения «Успеновские клюквенники» общей площадью: 280 га, в том числе: - участок I (Успеновский) площадью 127 га; - участок II (Ветряковский) площадью 153 га. Площадь охранной зоны ООПТ: 2,63 тыс. га., в том числе: - площадь первого участка (западный) составляет 904,5, площадь второго участка (восточный) составляет 1659 га.

В Анивском муниципальном округе из копытных обитает кабарга, но она занесена в Красную книгу. Поэтому из крупной дичи в качестве объекта охоты остается бурый медведь, которого довольно много (квота добычи которого с 01.08.25 г. по 01.08.2026 г. на территории ОДУ - 13 особей, на территории ООО «Класс – 1» - 20 особей, на территории ООО «Сахалин-Крильон» - 15 особей).

Для охотников-любителей основным занятием является добыча птиц: водоплавающих - на осеннем и весеннем пролетах, популярна охота на зайца-беляка, в том числе с гончими собаками. Охота для местных жителей большого экономического значения не имеет, тем не менее, является существенным подспорьем для пенсионеров и работающих любителей этого промысла. В то же время значение охоты для жителей островов имеет большое рекреационное значение, что и объясняет высокую долю охотников среди населения.

3. Красногорское лесничество Томаринского МО. Арендаторов-охотпользователей нет, охранная зона памятника природы регионального назначения Сахалинской области

«Томаринский Бор», охранная зона памятника природы регионального назначения Сахалинской области «Озера горы Спамберг», ООПТ: Государственный природный заказник регионального значения «Красногорский», Памятник природы регионального назначения Сахалинской области «Красногорский тисовый лес», Памятник природы регионального назначения Сахалинской области «Томаринский Бор» Памятник природы регионального назначения Сахалинской области «Озера горы Спамберг».

Охота на пернатую дичь (гусь, утка, рябчик) – примерно 1000 шт. в год добывается охотниками. Пушнина (соболь) - 200-240 шт., медведь, примерный годовой лимит добычи составляет 20 шт.

4.Ногликское лесничество. Два охотпользователя: ООО «Рэд Лайн», ООО «Чанры». Ногликское лесничество состоит из трех участковых лесничеств: Чайвинское, Ногликское, Катанглийское. Пять ООПТ: парк природы Дагинские термальные источники, парк природы Лунский залив, государственный природный заказник Ногликский, парк природы Остров Лярво, парк природы Остров Чайка. Медведь обычен, но имеющаяся квота добычи медведей не реализуется в должной мере, так в 2024 г. из 18 лицензий было реализовано всего три.

5. Невельское лесничество. Общая площадь подконтрольной территории – 131,9 тыс. га. + памятник природы регионального значения «Мыс Кузнецова». Охотничья деятельность в общедоступных охотничьих угодьях Невельского лесничества по сезонам: весенняя охота на бурого медведя, согласно выделенным лицензиям; охота на водоплавающую и болотно-луговую дичь, практикуется охота на вечерней тяге на вальдшнепа.

Осенняя: активная охота на бурого медведя (весь лимит на добычу пушных животных используется), также популярна охота на водоплавающую и болотно-луговую дичь.

6. Южно-Курильское лесничество. Количественных сведений о численности и добычи животных в 2024 г. не получено.

7. Долинское лесничество. Охотпользователь: НП «ДОО и Р» - 26,0 тыс. га; лесничества: Долинское лесничество часть 1 – 40,2 тыс. га, Долинское лесничество часть 2 (б. Парковое) – 1,3 тыс. га, Долинское лесничество часть 3 (б. Найбутинское) – 90,4 тыс. га, Фирсовское лесничество часть 1 – 58,3 тыс. га, Фирсовское лесничество часть 2 (б. Айское) – 20,3 тыс. га; Заказник «Долинский» - 9,1 тыс. га, Памятник природы «Река Анна» - 3,7 тыс. га.

Осуществляется любительская и спортивная охота на пернатую дичь, на пушные виды животных и бурого медведя. Организованное охотничье хозяйство как таковое отсутствует (хозяйственная деятельность не осуществляется), производственный охотничий контроль не проводится, вся деятельность охотпользователя НП «ДОО и Р» сводится к продаже разрешений.

8. Корсаковское лесничество. Охотничья деятельность более активна в период весенней охоты. Начинается с открытия охоты на селезней уток с подсадной с 15 апреля, и заканчивается 18 мая. Охота в летне – осенний период массового интереса населения в угодья не вызывает, т.к. растянута по срокам в зависимости от видов охотничьих ресурсов.

9. Смирныховское лесничество. Смирныховское участковое лесничество 145,6 тыс. га., Онорское (часть1) участковое лесничество 261,2 тыс. га., Буюкловское участковое лесничество 61,9 тыс. га., Первомайское участковое лесничество 186,5 тыс. га., ООПТ «Вайда». Пограничное участковое лесничество 356,6тыс. га. ООПТ «Заказник Восточный».

Охота на медведя, весной - 36 шт., осенью - 44 шт. Охота на соболя, добыча - 365 шт. Охота на водоплавающую и боровую дичь, норма добычи - 5 шт. в день. Популярна охота на зайца и лису.

10. Холмский МО. Общая площадь подконтрольной территории -180,7 тыс. га. ОДУ-180,7 тыс. га, ООПТ- мыс Слепиковского» -609 га, ООПТ «Костромской кедровник» -4,5 га. В последние 10 лет численность охотничьих животных стабильна. Рекомендуется восстановить ондатровое хозяйство, завести и выпустить в озера для поднятия численности на мыс.

Слепиковского. Следует восстановить в районе популяцию дикого северного оленя, численность зайца беляка и рябчика.

11. МО ГО «Г. Южно-Сахалинск». Сведений по охотдеятельности нет.

12. Охинское лесничество. Общая площадь: 1 477,4 тыс. га, из них: 1 171,6 тыс. га – лесной фонд. ООО «Сварог-О» (охотпользователь), Охинское лесничество – филиал ГКУ «Сахалинские лесничества», ООПТ «Северный», ООПТ «Тундровый», ООПТ «Острова Врангеля». В настоящее время численность ондатры в Охинском районе практически повсеместно очень низкая. Данные по добыче животных не представлены.

13. Тымовкое лесничество. Данные отсутствуют.

14**.** Углегорское МО. Охотпользователей нет. Добывается: водоплавающая дичь - примерно 900 шт. Биотехнические мероприятия не ведутся. К акклиматизации – тетерев и восстановить северного оленя.

Заключение

В целях оптимизации охотничьего хозяйства необходимы специализированные усилия по увеличению численности охотничьих животных, в частности рекомендуется семикратное повышение численности акклиматизированного благородного оленя (изюбря). Оптимальная численность дикого северного оленя также должна быть в пять раз выше, чем та, что в настоящее время (1495 особей). Для медведя необходимо сокращение численности на 40% (в настоящее время их число 4542 особи). Учетная численность соболей составляет 19607 особей, выдры – 3335 особи, лисицы – 5361 особь. Пушной промысел ныне не развит и нуждается в специализированной государственной поддержке.

В отношении охоты на пернатую дичь: вдоль побережья островов и через проливы проходят главные пролетные пути в северные районы и обратно водоплавающих птиц [4]. По сведениям орнитологов, всего в Сахалинской области насчитывается не менее 360 видов птиц, ныне к объектам охоты отнесены более 100 видов. Охота на водоплавающую дичь очень популярна на юге полуострова, но не в немалой степени, интересна также жителям всех остальных районов Сахалинской области.

Благодарность. *Автор выражает свою признательность начальнику отдела Агентства лесного и охотничьего хозяйства Сахалинской области Прохоренко С.А. и генеральному директору ООО НПО «Охотсервис» Баранову П.В. за их поддержку в осуществлении исследования и представление фондовых материалов для знакомства Работа выполнена по теме 125022102820-9 НИР ФГБУН ТИГ ДВО РАН: «Инерционность и динамика равноранговых территориальных акватерриториальных и трансграничных структур природопользования Тихоокеанской России, выявление детерминант и векторов их развития, стадий и вариантов трансформации в рамках моделей устойчивого природопользования в Северо-Восточной Азии».*

Литература

1. Kuklina V., Bocharnikov V.N., Davydov V., Kambalin V., Vashukevich E., Vashukevich Yu. Hunting in Siberia: Between Subsistence Practices and Natural Resource Management // Humans in the Siberian Landscapes. Ethnocultural Dynamics and Interaction with Nature and Space. V. N. Bocharnikov, A. N. Steblyanskaya (Eds.). Springer, 2022. P. 333-355.

2. Атлас Сахалинской области / гл. ред. Г.В. Комсомольский, И.М. Сирык. – М.: Главное управление геодезии и картографии при Совете министров СССР, 1967. – 135 с.

3. Корниенко О.С., Ушаков Е.А. Социально-экономическое зонирование приморских муниципальных районов по особенностям их развития и уровня освоенности (на примере Тихоокеанской России) // Вестник Северо-восточного научного центра ДВО РАН, 2024. – № 4. – С. 114-123.

4. Нечаев В.А. Птицы острова Сахалин. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1991. – 748 с.

УДК 910.1:801.311 DOI: 10.35735/9785605515623_11

ГЕОГРАФИЯ И ТОПОНИМИКА: ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НАУК В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ МОРЯ

Бровко П.Ф.,
Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Аннотация. Тихоокеанская Россия - удивительный регион страны с уникальной природой, разнообразными ресурсами, многовековой историей открытий, заселения и освоения. Начиная с первых походов землепроходцев XVII-XVIII вв., а затем участников морских экспедиций, стали очерчиваться восточные границы Российской империи, появились первые чертежи и генеральные карты. При составлении карт морских берегов и прилегающих территорий использовались как местные названия географических объектов, так и новые, возникшие в результате открытий и научных исследований. Географо-топонимический подход, основанный на использовании методов географии, истории, литературы, топонимики, позволяет рисовать картографическую картину образов отдельных прибрежных регионов Тихоокеанской России в процессе эволюции. Многие географические названия имеют свою топонимическую историю, которую местами можно рассматривать как «топонимический зигзаг».

***Ключевые слова*:** *география, береговедение, топонимика, прибрежная зона моря, острова, Тихоокеанская Россия, Сахалин, Приморье, залив Петра Великого.*

GEOGRAPHY AND TOPONYMICS: I NTERACTION OF SCIENCES IN THE SEA COASTAL ZONE

Brovko P.F.,
Far Eastern Federal University, Vladivostok

Abstract. Pacific Russia is an amazing region of the country with unique nature, diverse resources, and a centuries-old history of discoveries, settlement, and development. Starting with the first expeditions of the 17th and 18th centuries, and then the participants of maritime expeditions, the eastern borders of the Russian Empire began to be outlined, and the first drawings and general maps appeared. When mapping the coastlines and surrounding areas, both local names for geographical features and new names that emerged as a result of discoveries and scientific research were used. The geographico-toponymic approach, based on the use of geographical, historical, literary, and toponymic methods, allows us to create a cartographic image of the individual coastal regions of Pacific Russia in the process of evolution. Many geographical names have their own toponymic history, which can sometimes be seen as a "toponymic zigzag."

Keywords: *geography, coastal studies, toponymy, coastal zone of the sea, islands, Pacific Russia, Sakhalin, Primorye, Peter the Great Bay.*

Введение. Выдающийся географ современности академик В.М. Котляков отмечает: «География стала второй по счету после астрономии фундаментальной наукой естествознания. Всего таких фундаментальных дисциплин насчитывается семь: в порядке возникновения это астрономия, география, математика, физика, химия, биология, геология. Каждая из них имеет свой предмет исследования. География изучает атмосферу, гидросферу, криосферу и, как сейчас говорят, антропосферу, то есть территориальные особенности хозяйства и деятельности человека [15]. В ряде энциклопедий раскрывается содержание географии как системы естественных и общественных наук, изучающих функционирование и эволюцию географической оболочки, взаимодействие и распределение в пространстве-

времени её отдельных частей – природных и природно-общественных геосистем и компонентов, в целях научного обоснования территориальной организации общества.

География, по мнению Александра Гумбольдта (1769-1859), имеет свой собственный, реально существующий объект исследования – географическую оболочку Земли, которая изучается во времени, пространстве и взаимодействии составляющих ее элементов. Поэтому география не сумма сведений, а «…самостоятельная, самобытная наука» [Цит. по 9, с. 161].

Самый краткий анализ состояния современной географии как единой фундаментальной науки, показывает, что в целом она состоит как минимум, из четырех блоков. Это естественно-научные, социально-экономические, интегральные науки и картография. Каждый блок обладает собственной структурой, историей и конкретным вкладом в развитие современной географической науки. К интегральным географическим наукам, которые выполняют связующие функции между географией и другими научными дисциплинами, относятся картография, геоинформатика, страноведение, историческая география, география Мирового океана, береговедение [7, 13, 16, 21].

Географическая наука имеет свой язык, который включает карту, понятия и термины, факты, цифры, даты, географические представления (образы), географические названия. Среди главных понятий и терминов выделяются два: территория (акватория) и карта [8].

Топонимика – это интегральная научная дисциплина, которая изучает географические названия, их происхождение, развитие, современное состояние, смысловое значение, написание и произношение. Она возникла на стыке нескольких наук – лингвистики (языкознания), истории и географии. В этом заключается сложность топонимики, ее комплексная междисциплинарная сущность [2].

Как учение о географических названиях, топонимика исследует не только их происхождение, но и их судьбу, причины изменения, условия развития. Возникая в определенные исторические периоды, географические названия являются хронологическим свидетельством исторических событий. Топонимы во времени распространялись в зависимости от конкретных событий истории, изменялись по форме и содержанию.

Велико значение топонимики для географии [18]. Географические названия – важнейший элемент карты. Они имеют пространственную привязку, рассказывают о характере заселения, освоения и хозяйственного использования территории. Правильное понимание топонимии дает географам богатый материал для познания природных ландшафтов, характера хозяйственной деятельности населения, этнической принадлежности. Именно географы знают народные географические термины, многие из которых образуют топонимы. Правильное написание топонимов очень важно для картографии.

Материалы и методы. В статье использованы литературные и архивные материалы, в т.ч. издания сочинений и атласов В.Й. Беринга, И.Ф. Крузенштерна, Ю.Ф. Лисянского, Г.И. Невельского, навигационные карты и лоции XIX-XX вв. из фондов Приморского отделения Русского географического общества – Общества изучения Амурского края, отдела редкой книги Научной библиотеки Дальневосточного федерального университета, Приморской краевой библиотеки имени А.М. Горького, Государственного исторического архива Сахалинской области, Российского государственного исторического архива. Широко использованы сравнительно-географический и историко-топонимический методы исследования.

Результаты и обсуждение. Для Тихоокеанской России, выходящей к великому океану, имеющую протяженную (более 30 тыс. км) береговую линию и многовековую историю открытия и освоения новых территорий, научно-методическое взаимодействие топонимики и береговедения имеет важнейшее значение. Именно моряки, гидрографы, геологи, представители других профессий и сфер деятельности составляли описи берегов, описания новых земель. Их трудами на новых картах появлялись новые географические названия – топонимы. Топонимы ожидала бурная жизнь: часть их закреплялась на картах сразу, часть

впоследствии менялась на другие, некоторые объекты, как природные, так и социально-экономические имели в своей истории десятки (!) вариантов произношения и изображения. Топонимы исключительно многообразны и до сих разрабатываются и совершенствуются их классификации.

В 1924 г. ученый-географ В.П. Семенов-Тянь-Шанский классифицировал названия на 7 категорий: 1) от личных имен и прозвищ; 2) от церковных праздников; 3) от исторических имен; 4) от языческого культа; 5) от древних племен; 6) присвоенные в честь различных событий и лиц; 7) от предметов, составляющих типичный географический пейзаж данной местности. Почти все они «имеют место быть» в береговой топонимии Тихоокеанской России.

Региональная система топонимов в Приморском крае начала складываться относительно недавно (середина XIX в.) под влиянием ряда факторов. К ним можно отнести следующие: исследование береговой линии в ходе морских экспедиций; малонаселенность территории коренными народами; массовое переселение земледельческого населения из западных районов Российской империи после заключения Пекинского и Тяньцзиньского договоров (1860 г.) и др. [20].

В названиях объектов природы и хозяйства тихоокеанского побережья присутствуют описательные топонимы - ортотопонимы, гидротопонимы, зоотопонимы и др. Важная составляющая – названия в честь первооткрывателей, изыскателей, членов императорской семьи (антропотопонимы), топонимы в честь морских судов, религиозные и событийные топонимы, прочие.

Как и в любой науке, в топонимике есть поиски и открытия, новые достижения и отрицательные результаты (хотя это тоже результат), подтверждение гипотез и теорий или пересмотр устоявшихся в свете новых данных. Автору импонирует слово «зигзаг» в словаре Т.Ф. Ефремовой (Москва: Русский язык, 2000), которая определяет его как «крутой поворот» или «резкое изменение, отклонение в развитии чего-либо» [6].

Применительно к топонимике мы находим массу примеров таких «крутых» и «резких» поворотов. Что может быть круче в названиях населённых пунктов, чем исторические города, названные в честь политических деятелей в СССР и возвратившие свои имена в России, круче, чем массовое переименование объектов на территории Приморского края в 1972 году, которое названо «настоящим топонимическим бедствием» [11, 19]. Особенно оригинальным при этом выглядит «трио»: порт Находка на берегу бухты Находка в заливе Находка. Такие зигзаги встречаются в морской топонимике и связаны с природными, политическими, экономическими, историческими и др. причинами.

Начиная с первых походов землепроходцев XVII- XVIII вв., а затем участников морских экспедиций, стали очерчиваться восточные границы Российской империи, появились первые чертежи и генеральные карты. При составлении карт использовались как местные названия географических объектов, так и новые, возникшие в результате открытий и научных исследований. Новые и старые названия морей и островов, заливов и проливов, береговых скал, рифов, мысов имеют каждый свою топонимическую историю, часто с большими вопросами [8].

Витус Беринг. Впервые назвать море в честь В. Беринга в начале XIX в. предложил выдающийся французский географ и гидрограф адмирал Шарль Пьер, граф Кларе де Флёрьё (1738–1810). В 1818 г. наш мореплаватель В. М. Головнин (1776–1831) ввел это название в обиход среди русских моряков. Известный английский мореплаватель Джеймс Кук (1728–1779) в 1778 г. предложил назвать пролив между Азией и Америкой именем Беринга. Имя В.И. Беринга носят много природных объектов на географических картах: в Русской Америке (штат Аляска), в Тихоокеанской России – Камчатский край, Магаданская область, Чукотский автономный округ. В отечественной литературе их было 14. Географо-топонимический анализ результатов Камчатских экспедиций В.И. Беринга показал, что они представлены в виде

географических названий, связанных с именем их руководителя, на карте Тихого океана и его побережий севернее 50º с.ш. тридцать четыре раза [8].

Беринг в 1728 г. описал залив Святого Креста. В современном каталоге по ГКГН по ЧАО указано два залива Креста. Один – «0158028, Креста залив, 65°45′ и 180°45′; лист Q-01-075; северо-западная часть Анадырского залива Берингова моря». Строчкой ниже еще один – «0789136, Креста залив, 65°35′ и 180° 51′; лист Q-01-086; в северо-западной части Берингова моря». Этот топонимический «зигзаг» не имеет отношения к языковым проблемам и, очевидно, на совести чиновников от картографии.

Иван Крузенштерн и Юрий Лисянский. В изданной недавно книге Л.М. Свердлова – известного специалиста по истории первой русской кругосветной экспедиции на кораблях «Надежда» и «Нева» под руководством И.Ф. Крузенштерна, приведен полный список географических объектов на планете, названных по имени великого мореплавателя – 14 [8]. По имени Ю.Ф. Лисянского – 9 объектов. Географо-топонимический анализ результатов экспедиции показал, что именем Ю.Ф. Лисянского названо тоже 14 географических объектов. Оценка выдающегося вклада Ю.Ф. Лисянского в географическую науку еще ждет своих исследователей. Есть, однако, один нюанс (зигзаг). Бухта на о. Кадьяк (Аляска) в 1888 г. названа американцами в честь капитана «Невы» - Lisianski Bay (57° 11′ N и 153° 21′ W), но в 1929 г. переименована ими же в Barling Bay (!?-П.Б.).

Татарский пролив. Татарский пролив (длина 670 км), отделяющий Сахалин от материка, является частью «Большого» пролива (БП, длина 948 км). Входящий в состав БП Амурский лиман географически таковым не является. Входящий в состав БП Сахалинский залив фактически является проливом.

Татарский пролив имеет свою топонимическую историю. На карте Якутской, Амурской и Приморской областей (1871): «Пролив Невельского (Татарский)» протянут от о. Монерон до широты м. Елизаветы. На карте 1890 г., которую брал в поездку А.П. Чехов, надпись «Татарскій проливъ» протягивается между 49° и 54° с. ш., т. е. заканчивается уже в Сахалинском заливе. Везде единый пролив, равный длине Сахалина. БП является самым большим (длинным) проливом в Тихом океане [5]. Всемирно известный Малаккский пролив, соединяющий Южно-Китайское море и Андаманское море в Индийском океане на 11 км короче.

Шантарское море. Название «Шантарское море» впервые стали употреблять китобои в XIX в. [12]. В наши дни это название сохранилось на старых топографических картах. На морских картах и в лоциях оно упоминалось до середины XX в., а затем исчезло, так же, как и с новых топографических карт. На морских картах термин «Шантарское море» не показано с 1948 года.

В настоящее время в Реестре зарегистрированных в АГКГН географических названий объектов на 22.12.2020 г. по Хабаровскому краю Шантарское море фигурирует под номером 0175112 с координатами 54°45’ N и 137°00’ O. в ранге северо-западной части Охотского моря. Авторы книги о Курилах пишут: «Конечно, вопрос с Шантарским морем прямого отношения к рассматриваемой теме не имеет, но показался авторам любопытным в плане неразберихи, царящей среди географических понятий региона (очередной зигзаг? – П.Б.)» [3, с. 26].

Лагуны Сахалина. Топонимия лагун Сахалина, занимающих пятую часть прибрежной зоны острова, за пару веков прошла зигзагообразный и долгий путь. Уникальна по природным условиям, особенно для создания хозяйств марикультуры, лагуна Буссе, расположенная на юго-востоке острова [1, 4]. Топоним имеет русскоязычное происхождение: озеро получило своё название в честь Николая Васильевича Буссе, участника экспедиции Г.И. Невельского и первого начальника Сахалина, и меняло свое название 7 раз. Рекордсменом же является лагунное озеро Айнское на япономорском побережье – 14 раз (самый крутой топонимический зигзаг! – П.Б.) [6]. Но и это далеко не предел. В книге А. В. Бражника и С. А. Пономарева для

крупных островов Итуруп и Уруп авторы приводят по 45 (!) вариантов написания названий и изображения на разных типах географических карт [3].

Сто островов залива Петра Великого. В Государственном каталоге географических названий по Приморскому крае в заливе Петра Великого показано семь десятков островов, что как минимум на треть меньше фактического количества. Вначале несколько общих позиций. Островом, как поется в известной оперетте, называется «суша, окруженная водой». Количество островов ни в Мировом океане, ни в Тихом, в отдельности, подсчету не поддается [10, 17]. Разброс в Интернете и даже научных публикациях велик: от 20 000 до полумиллиона. И если самый крупный остров планеты – Гренландия (площадь 2,2 млн км^2) хорошо известен как в арктической, так, в последние полгода, и политической проблематике, то с небольшими островами не все так однозначно.

Еще недавно за Японией числилось 6852 острова, но в феврале 2023 года «Geospatial Information Authority of Japan» анонсировало 14125 островов «only islands with a coastline of 100 meters or more were counted», т.е. в перечень вошли только те острова, размер которых превышал 100 м. По официальной статистике, в Индонезии 17804 острова, из них 7 870 поименованных и 9634 безымянных. Государство Филиппины является островным: оно состоит из примерно 7500 островов, островков, рифов и атоллов, из которых обитаемы около 2000, а более 5000 даже не имеют официального названия.

На Дальнем Востоке известны две работы, где проведено деление островов на группы по размеру. Иванов А.Н. выделяет 92 острова «Северо-Западной Пацифики», с более мелкими – более 130. Острова, с учетом «выявленной максимальной и минимальной площади» были разделены на пять групп: мелкие (до 1 км^2), малые (от 1 до 10), средние (от 10 до 100), крупные (от 100 до 500) и очень крупные (более 500 км^2) [14]. В группе Курильской гряды выделяются: крупный остров (0.1 - 3167,2 км^2), остров (0.0065 – 0.0999 км^2), мелкий остров (100 м^2 - 6500 м^2) и островок – менее 100 м^2 [3]. В первом случае три четверти островов попадают в одну градацию – менее 1 км^2, а во втором – установлен интервал очень широкого диапазона – от 100 до 6500 м^2.

Нами предлагается деление островов по основным параметрам с разделением площадей по размеру на порядок (табл.1).

Таблица 1

Типы островов Тихого океана по площади

№№ п/п	Площадь, км^2 /га / м^2	Название (тип острова по размеру)	Пример/площадь - км^2 / м^2
1	100 000 – 1 млн. км^2	Крупнейшие	Новая Гвинея / 785 753 км^2
2	10 000 – 100 000	Крупные	Сахалин / 76 600
3	1 000 – 10 000	Очень большие	Итуруп / 3200
4	100 – 1 000	Большие	Шумшу / 368
5	10 - 100	Средние	Путятина /32,3
6	1 – 10 км^2	Малые	Рейнеке / 5,3
7	0.1 – 1 км ^{2} / 10 -100 га / 100 000 – 1 000 000 м^2	Очень малые	Лисий / 0,5 км^2
8	/ 1-10 / 10 000 – 100000 м^2	Мелкие	Скрыплева / 36 600 м^2
9	/ 0.1 -1 га / 1000 – 10000 м^2	Очень мелкие	Папенберг / 3 300 м^2
10	/менее 0.1 га / менее 1000 м^2	Островки (*на картах - рифы, камни, кекуры, скалы, острова*)	Бол. Пелис-2/ 860 м^2

В заливе Петра Великого по данным Государственного каталога географических названий выделен 71 объект разного свойства: острова, кекуры, камни, камень, скала. В.С. Петренко (Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2005) дает список из 54 островов. На 24 острова площадью более 0.1 км^2 указывает М.А. Данченков в оригинальном издании «Океанография залива Петра Великого» (Владивосток-Барнаул: Новый формат, 2022). Ряд островных групп, объединенных общим названием, состоит из 2-6 объектов-Кекуры Бакланьи и Пять Пальцев, острова Астафьева, Таранцева, островок Максимова и др. (табл. 2).

Таблица 2

Острова в западной части залива Петра Великого

№ п/п	Название	Тип	Координаты, с. ш.	Координаты, в. д.	Площадь (км^2 / м^2), (длина, ширина), берег. линия (км/м)	Указ. в Лоции
1	Бол. Пелис	Малый	42° 39′30′′	131°27′ 36′′	3.28 (4.37x1.12)12.94 км	Остров
2	Стенина	Малый	42 43 27	131 30 40	1.37 (2.52x0.86)6.10	Остров
3	Де-Ливрона	Оч. малый	42 41 36	131 22 00	0.44 (1.44x0.63)3.92	Остров
4	Герасимова	Оч. малый	42 54 48	131 28 00	0.26 (1.38x0.28)3.27	Остров
5	Клерка	Мелкий	42 45 42	131 20 48	73300(405x325)1185	Остров
6	Веры	Мелкий	42.27 42	130 49 12	36700(290x170)900	Островок
7	Таранцева-2	Оч. мелкий	42 36 36	131 13 39	7300 (165x75)390	Остров
8	Астафьева-3	Оч. мелкий	42 34 46	131 12 59	9100 (125x115)380	Островок
9	Бол. Пелис-3	Островок	42 39 18	131 26 24	350 (27x21)?	Кекур
10	Баклан-3	Островок	42 40 30	131 14 52	800(38x37)135 м	Кекур

Предварительный список островов залива (площадь более 1000 м^2) приближается к сотне (таблица 2 – фрагмент выполненной работы). Это дает возможность для более широкого привлечения туристов к работе над проектом со слоганом «Сто островов залива Петра Великого». В мировой практике такие случаи известны. Среди них: Национальный парк «Сто Островов» (Hundred Islands National Park) в провинции Пангасинаи (Филиппины); Национальный парк «Десять тысяч островов» (Ten Thousand Islands) у западного побережья Флориды (США). Это общее название проекта, а разные туры, естественно, мимо ДВГМБЗ.

Оригинальный географо-топонимический сюжет демонстрируют Кекуры Пять пальцев южнее о-ва Путятина. В Лоции северо-западной части Тихого океана (1901) кекуры представлены следующим образом: «Скалы-Пять-пальцев». В 1 мили к SO от средины южного берега острова *Путятина* лежит гряда кекурьев, представляющая из себя столбы, издали похожие на носимое ими название *Пять-пальцев*, которые черным своим видом всегда ясно выделяются на зелени острова *Путятина*».

Изюминка в следующем: с какой точки вокруг кекуров вы бы не снимали скалы, на фото их всегда будет пять, хотя фактически – шесть. Этот природный феномен очень напоминает феномен искусственный, описанный в книге советского журналиста Владимира Цветова «Пятнадцатый камень сада Реандзи» (1986). Сад камней в храме Реандзи – одна из достопримечательностей японского города Киото. Есть в нём своеобразно спланированный хаос из пятнадцати чёрных необработанных камней, разбросанных по белому песку. С какой бы точки ни рассматривал посетитель сада эту композицию, пятнадцатый камень всегда оказывается вне поля его зрения.

Заключение

Тихоокеанское побережье России имеет трехвековую историю открытый, изучения и освоения. Это целый, еще не полностью вскрытый пласт краеведения и науки. Историки восстанавливают по дням плавание Беринга в Первой Камчатской экспедиции, биологи воссоздают образ стеллеровой коровы, филологи разбираются в тонкостях произношения имен местных народов, археологи раскапывают древние береговые крепости на мысах, гидрографы не успевают менять карты лагун, проливы в которых «бегают» до 30 м в год и т.д. Именно в прибрежной зоне наиболее ярко проявляется взаимодействие наук. Как естественных, так и гуманитарных. Связующим звеном при этом является география. Достойный пример – работа Топонимической комиссии Приморского отделения Русского географического общества – Общества изучения Амурского края.

Литература

1. Атлас береговой зоны Сахалина / под ред. П. Ф. Бровко. – Владивосток: ДВГУ–ПримАГП, 2002. – 56 с.
2. Басик С. Н. Общая топонимика: Учебное пособие для студентов географического факультета. – Минск: БГУ, 2006. – 200 с.
3. Бражник А.В, Пономарев С.А. Топонимика и состав Курильской островной гряды. Региональный общественный фонд "Сахалинский фонд культуры", Межрегиональное общественное движение за территориальную целостность России "Русские Курилы". – Южно-Сахалинск: Островная библиотека, 2024. – 583 с.
4. Бровко П.Ф. Геоморфологические исследования и картографирование берегов Охотского моря // Мореходство и морские науки – 2009. Южно-Сахалинск: СахГУ, 2010. – С. 247-258.
5. Бровко П.Ф. А.П. Чехов и Тихий океан // XXV Чеховские чтения: Мат-лы регион. научной конф. 28 января 2022 г. /Министерство культуры и архивного дела Сахалинской области; Литературно-художественный музей книги А.П. Чехова «Остров Сахалин»; отв. ред. А.А. Степаненко. – Ижевск: ООО «Принт», 2022. С.103-109.
6. Бровко П.Ф. Первое русское кругосветное плавание и зигзаги морской топонимики: к 250-летию со дня рождения Ю.Ф. Лисянского // Власть книги: библиотека, издательство, вуз. Владивосток: ДВФУ, 2023. Вып. 23. https://www.dvfu.ru/library/almanac-power-books-/
7. Бровко П.Ф. Береговедение в системе географических наук // Геосистемы Северо-Восточной Азии: природные и социально-экономические факторы и структуры. – Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2024. С. 42-48.
8. Бровко П.Ф. Отечественные исследователи прибрежной зоны дальневосточных морей: монография. – Владивосток: Изд-во ДВФУ, 2024. – 112 с.
9. Витченко А.Н. История и методология географических наук: электронный учебно-методический комплекс. – Минск: БГУ, 2022. – 342 с.
10. Ганзей К.С. Оценка ландшафтного разнообразия вулканически активных островов // Изв. РАН. Сер. географ. – 2014. – №2. – С. 61-70.
11. Груздев А.И. Береговая черта: имя на карте. Морской топонимический словарь Приморского края. – Владивосток: Дальнаука, 1996. – 242 с.
12. Давыдов Б.В. Лоция побережий Р.С.Ф.С.Р. Охотского моря и восточного берега полуострова Камчатки с островом Карагинским включительно. Владивосток: Упр. по обеспечению безопасности кораблевождения Дал. Востока, 1923. – 1498 с.
13. Зенкович В.П. Основы учения о развитии морских берегов. – М.: Изд. АН СССР, 1962. – 710 с.

14. Иванов А.Н., Кобзева Ю.А. Ландшафтная классификация островов Северо-Западной Пацифики // Тихоокеанская география. – 2021. – №4. – С. 72-78.

15.Котляков В.М. География – одна из основ современного естествознания [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.den-za-nem.ru/page.php?article= 821&ysclid= ltbiaslfmn447701527 (дата обращения: 14.02.2024).

16. Лымарев В.И. Береговое природопользование: вопросы методологии, теории, практики. – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2000. 168 с.

17. Лымарев В. И. Очерки истории развития отечественной географии океана. – СПб.: РГГМУ, 2009. 355 с.

18. Мурзаев Э.М. Слово на карте: топонимика и география. – М.: Армада-пресс, 2001. – 448с.

19. Сазыкин А.М. Топонимический словарь Приморского края. – Владивосток: Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2013. – 310 с.

20. Сазыкин А.М., Глушко А.А. Семантическая классификация топонимов Приморского края //Тихоокеанская география. – 2024. – №4. – С. 44-63.

21. Шуйский Ю., Выхованец Г., Давыдов А. Современное состояние береговедения и его практическое значение // Проблемы географии. Болгарская Академия наук. – София. – № 3-4. 2023. – С. 3-14.

УДК 338.2 DOI: 10.35735/9785605515623_19

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ РОССИЙСКОГО ОБШЕСТВА В СВЕТЕ ТЕОРИИ СЛОЖНОСТИ

Демьяненко А.Н.,
доктор географических наук, профессор, независимый исследователь, г. Хабаровск, ad716008@gmail.com

Аннотация. В статье предпринята попытка применения ряда положений теории сложности (Theory Complexity) к исследованию пространственной организации российского общества. Автор полагает, что подход с позиций теории сложности позволяет обновить и расширить представления о пространственном развитии как результате разномасштабных пространственных трансформаций и как о предмете междисциплинарных научных исследований и, как следствие, специальной государственной политики.

***Ключевые слова**: пространственная организация, теория сложности, пространственной развитие*

SPATIAL OF RUSSIAN SOCIETY IN LIGHT OF COMPLEXITY THEORY

Demyanenko A.N.,
Doctor of Geography, Professor, Independent Researcher, Khabarovsk

Abstract. The article attempts to apply a number of provisions of the Theory of Complexity to the study of the spatial organization of Russian society. The author believes that the approach from the standpoint of the Theory of Complexity allows us to update and expand our understanding of spatial development as a result of multi-scale spatial transformations and as a subject of interdisciplinary scientific research and, as a consequence, special state policy.

***Key words**: spatial organization, complexity theory, spatial development*

Введение. Трудно найти в отечественной литературе, имеющей то или иное отношение к российским пространствам, в том числе и экономическим, в которых авторы не клялись бы в верности системному подходу. Я уже не говорю о том, что практически любое диссертационное исследование включает ритуальную фразу о том, что соискатель опирался в своей работе на методологию системного подхода. Впрочем, не чужды системному жаргону и авторы многочисленных программ, стратегий и иных документов, ставящих перед собой цели «развития национальных пространств» или пространственных систем. Правда, затем выясняется, что ни общая теория систем в ее традиционной трактовке, ни теория сложности (Theory Complexity), как современный вариант теории систем не очень-то и нужны исследователям в ходе изучения тех или иных пространственных экономических систем и экономических пространств.

Более того, системный жаргон прочно вошел в лексикон авторов самых различных документов (стратегий, основных направлений и т.п.) как национального, так и регионального уровня, имеющих претензии на регулирование «пространственного развития» (правда, до сих пор не ясно, что это такое, как прочем, и «развитие территории»). И все было бы хорошо, но есть одно существенное – но, а именно: эффективность, если не всех, то большинства из решений по развитию регионов, территорий и пространств оставляет желать лучшего[1]. Причин тому много и в одной статье их не обозреть, поэтому автор ограничился одним сюжетом: проблемы стратегирования российских пространств в контексте теории сложности.

О стратегиях и программах пространственного развития: российский кейс

[1] Из публикаций последних лет проблемам выделим [9, 13, 16].

Конечно, здесь можно получить в ответ, что автор занимается «очернительством» и что в нашем отечестве в сфере пространственного развития если и есть недостатки, то они незначительные, а по-крупному все хорошо. Вот только, кое-что поправим и все будет хорошо. Можно было бы пройтись по конкретным проблемам, в сфере стратегического планирования пространственного развития, как на общенациональном, так и на региональном и локальном уровне.

Но, во-первых, к настоящему времени существует настолько обширный корпус публикаций, посвященный пространственному развитию России, который просто невозможно сколько-нибудь подробно осветить в рамках журнальной статьи, поэтому я посчитал возможным зафиксировать лишь те положения, которые имеют, по-моему, мнению принципиальное значение. К числу таковых следует отнести: а) уровень стратегического планирования пространственного (включая и регионального) планирования, а шире – стратегического регулирования оставляет желать лучшего[2]; б) отсутствие понимания того, что существуют пределы государственного воздействия как на российские пространства в целом, так и на отдельные пространственные системы[3].

Во-вторых, как бы не были значимы технологии государственного регулирования (включая стратегическое планирование), но не менее значимо – отсутствие должного понимания самой природы российских пространств (включая и пространства экономические) и тех трансформационных процессов, которые изменяют эти пространства на протяжении последних десятилетий[4].

Для начала констатируем, что первые десятилетия XXI века свидетельствуют о том, что не только Россия, но мир в целом, оказались в состоянии глубоких трансформаций. Сложность, неопределенность и скорость изменений кажутся ошеломляющими. Не случайно, в настоящее время нет сколько-нибудь целостной концепции, объясняющей эти трансформации, но есть все ширящееся понимание того, что «твердая», малоподвижная современность становится «жидкой» или «текучей» [1], все более изменчивой современностью.

Что следует из признания этого концептуального положения для целей нашего исследования?

Пожалуй, только то, что и ЛПР, и системы государственного управления, равно как местного самоуправления должны научиться работать в условиях все большей неопределенности, то есть стать гибкими и адаптируемыми. Это означает также и то, что решение сложных проблем, а проблемы организации российских пространств именно таковы, не терпит редукции. Но это справедливо и применительно к организации исследований российских пространств. Следовательно, задача заключается не в том, чтобы разложить сложную систему на простые, составляющие ее элементы, а в том, что понимание природы

---

[2] Показательно, что авторы, анализирующие результаты Стратегии 1 (Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года), как и те, кто (а зачастую это одни и те же исследователи) анализируют содержание Стратегия 2 (Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2036 года) по этому вопросу сходятся во мнении.

[3] Здесь, наверное, следует отметить, что в отечественной научной и около научной литературе широко распространено мнение о доминирующей роли государства в регулировании пространственного развития России (подробно этот сюжет рассмотрен в публикациях [9,13,24), что в общем, и целом, соответствует сложившимся реалиям, но вовсе не означает неизбежность такой ситуации.

[4] И вновь следует дать хотя бы краткое пояснение. Обычно, в отечественной практике стратегия (отраслевая, пространственная и любая другая) – это вещь в себе, ей вовсе не нужны ни организационные структуры, ни соответствующие кадры и пр. и пр. Здесь еще много чего можно было сказать, но, во-первых, это не совсем тема данной стать, во-вторых, этот сюжет уже был рассмотрен мною в ряде публикаций [4-6, 8, 14, 15, 25, 26].

сложной пространственной системы предполагает разделение ее на целостные же части[5]. При этом, несмотря на всю очевидность этого факта, то, что мы все наблюдаем в последние два десятилетия, свидетельствует об обратном. И хотя в научной литературе присутствует ожидание, что «… необходимость решения крайне актуализированных в современном геополитическом контексте вопросов стратегирования пространственного развития формирует запрос на возрождение отечественного районирования, модернизацию его инструментария» (10, с.87), пока этого самого «запроса» не очень видно. Скорее, напротив, появляются все новые и новые скажем так: географические открытия. Например, Сибирь от Предуралья до Тихого океана и много чего подобного.

Теория сложности: основные положения

Теперь, кратко о теории сложности, что предполагает обращение к происхождению и эволюции этой теории. Но прежде всего, следует определиться с терминологией, и в первую очередь с тем, что есть сложность, сложная система, организация и самоорганизация.

Итак, что есть сложность? Начнем с того, что констатируем: несмотря на многочисленные попытки в нашем распоряжении нет инструмента, позволяющего однозначно провести различие между простыми и сложными системами, уже по той причине, что не существует универсальной меры, которая позволила бы установить степень сложности той или иной системы[6]. Тем не менее, можно согласиться с мнением, Э. Морена, что сложность — не только предполагает «количество единств и взаимодействий, не поддающихся нашим вычислительным возможностям»[7]; «…она также соткана из неопределенности, недетерминированности и случайных феноменов», иначе говоря, «сложностность связана с определенной смесью порядка и беспорядка» [17, с.112][8].

Теперь опять-таки по понятным причинам коротко (тем более, что это свойство систем было предметом многочисленных исследований) о том, что есть сложная система, и каковы ее свойства. Начнем с того, что зафиксируем сложная система – это открытая система. Из признания этого факта вытекают два следствия: первое - законы, определяющие строение и поведение сложных систем – «это не законы равновесия, а скорее законы неравновесия, законы восстановленной, компенсированной или устойчивой динамики» [17, с.95]. Второе следствие – «постигаемость системы следует искать не только в самой системе, но и в ее взаимосвязи с окружающей средой, и что это отношение — не простая зависимость: оно — составляет основу системы» [17, с. 96].

Говоря о системе, а тем более сложной системе, трудно, если только возможно, пройти мимо вопроса о характере связей, как внутри системы, так и связей системы с внешней средой. Обычно, в рамках общей теории систем, акцент смещается в сторону исследования

---

[5] Уместно вспомнить, что более полувека тому назад классик отечественной географии Ю.Г. Саушкин «Районирование … означает «разбиение» целого на целостные же части, объединяемые взаимными связями» [20, с.415]. Но еще ранее, в 1920-х гг. сложилось понимание того, что районирование — это не только и даже не столько «разбиение» целого, то есть пространства, но еще и организация пространства.

[6] Здесь уместно привести один пример из монографии Дж. Клира [11]: для нейрофизиолога мозг сложен, а для мясника – прост. Что из этого следует? Клиру это дает основание предположить, что «… сложность системы сознательно ставится в прямую *зависимость от наблюдателя*» [11, с.346]. К этому можно добавить: зависимость имеет место не только от наблюдателя, но и от контекста.

[7] При этом отдельные части оказываются «… соединенные таким образом, что их трудно разделить. … Поэтому один только аналитический метод не позволит нам понять сложную систему» [29, p.2].

[8] Очевидно, здесь будет уместным обратить внимание на то, что «сложность невидима в дисциплинарном делении реального». [33, p. 2]. Действительно, «сложность» трудно поместить в пределы той или иной научной дисциплины. Поэтому исследование и сложности, и сложных систем предполагает междисциплинарность; более того, есть все основания предполагать, что попытка исследование сложности вне взаимодействия с другими дисциплинами – разрушает сложность. См. также [30, 31]

отрицательной обратной связи, что вполне объяснимо: исследование этого типа связи предоставляет возможности регулировать отклонения. Э. Морен, не отрицая значения отрицательной обратной связи, акцентирует внимание на положительной обратной связи, которая «развивается, когда система регулирования больше не может отменить отклонения; затем они могут усиливаться и идти к неуправляемому ... распаду [33, с.11][9]. Иначе говоря, как это не печально, но система может не только прогрессировать, но и деградировать, вплоть до исчезновения.

Иначе говоря, усиление положительной обратной связи ослабляет эффект действия обратной отрицательной связи. Как следствие значительные воздействия могут привести к незначительным или даже отрицательным результатам. Хорошо известны (но мало исследуемы) кейсы, когда реализация мегапроектов сопряженных с вовлечением значительных материальных, финансовых и людских ресурсов, не приводили к желаемым результатам в пространственных системах[10].

Таким образом, в сложных системах имеет место «…переплетение взаимосвязанных петель положительной и отрицательной обратной связи, где последствия любого изменения в компоненте каскадно передаются через всё большее число связанных компонентов, частично давая обратную связь, положительную и/или отрицательную, исходному компоненту» [29, p.6].

Более того, нелинейный характер связей в сложной системе может привести к тому, что «… мельчайшее микроскопическое различие между исходными состояниями может перерасти в макроскопически наблюдаемое различие [29, p.5-6][11].

Что следует из вышесказанного? Наверно, выводов можно сделать не мало, но я хочу остановится только на одном: имея дело со сложными системами и в том числе со сложными пространственными системами, мы должны признать, что мы далеко не всегда в состоянии прогнозировать и контролировать их поведение. Но мы в состоянии справится (в какой мере – другой вопрос) с неожиданными событиями адаптируя свои действия к новой ситуации, что, как правило, предполагает изменения системы, не разрушая её. Но, если адаптационные механизмы не удалось сформировать или они функционирует не эффективно, то разрушение системы или, как минимум, ее деградация неизбежны.

Говоря о системах, а тем более сложных системах, невозможно, хотя кратко не остановится на эмерджентности. На первый взгляд, сказать что-либо новое относительно центрального понятия общей теории систем, как ее современной модификации - теории сложности крайне сложно. Но, как отметил Э. Морен «целое не только больше суммы своих частей, но и меньше суммы своих частей» [33, p.7]. Скажем так: это несколько неожиданный тезис. Причина тому, обусловлена тем, что определенное количество качеств и свойств, присущих тем или иным частям системы, может подавляться организацией целого. Здесь ключевое слово «организация», понимаемая как процесс и как результат. То есть организация – система, представляющая собой: «социальные целостности, которые преследуют определенные цели, являются определенным образом структурированными, координируемыми активными системами, связанными с окружающей средой» [3, с.13].

Однако, оставим на время «организацию» (к ней мы еще вернемся) и вернемся к эмерджентности. Для нас, вслед за Э. Мореном, важен тот факт, что это свойство систем не

---

[9] Для полноты картины мнение Дж.Урри: «Положительные обратные связи усиливают начальные напряжения в системе, делая её неспособной поглощать шоки и восстанавливать исходное равновесие». [35, p.5].

[10] Здесь много, о чем можно было бы порассуждать, но ограничимся двумя примерами: Программа развития Нечерноземья (середина 1970-х) и Поворот на Восток.

[11] Здесь следует иметь в виду одну опасность «… в сложных системах часто трудно с уверенностью сказать, существует ли истинная нелинейность или же это лишь кажущийся эффект влияния неучтенных или ненаблюдаемых переменных. [30, p.467].

выводимо «… из качества частей и, следовательно, нередуцируема …» [33, с.8]. Иначе говоря, представляется, как минимум, малопродуктивным пытаться понять эмерджентность разложив ее на составные части.

Здесь следует обратить внимание еще на один аспект эмерджентности, который самым непосредственным образом имеет отношение к заявленной нами теме: «эмерджентные свойства никогда не являются чисто «социальными», и процессы, которые их порождают, также не являются только социальными. Сложность опровергает тезис о том …что социальные причины порождают социальные последствия» [35, p.7].

Попробую пояснить почему этот тезис значим для нашего исследования. В немногих словах приведенный выше фрагмент работы Дж. Урри дает основание для следующей интерпретации: эмерджентные свойства экономического (или иное другого) пространства, в том числе и России, не определяются исключительно причинами экономического характера. То же самое справедливо и в отношение районов – пространственных систем – частей того или иного конкретного пространства.

И в завершении по необходимости краткого обзора основных положений теории сложности, считаю целесообразным остановится на сложностном мышлении, которое «… вовсе не отвергает ясность, порядок или детерминизм. Оно знает, что их недостаточно, оно знает, что мы не можем запрограммировать открытия, познание или действия». Более того, «…сложностное мышление — это не всеведущее мышление. Наоборот, это мышление, которое знает, что оно всегда локально, находится в определенное время и в определенном месте. Это и не совершенное мышление, ибо оно заранее знает, что всегда есть неопределенность» [17, с.173].

Естественно, что теория сложности (в какой мере она захватывающая, в такой же и оспариваемая) представляет собой «не столько окончательный теоретический корпус, сколько концептуальный инструментарий, даже несмотря на то, что между всеми его элементами существует определенная согласованность и взаимодополняемость» [28, p. 44].

Возможные направления имплементации теории сложности в теорию и практику

Судя по всему, настало время вернуться к «организации»[12], выше мы привели определении организации данное Р. Дафтом, которое мы рассматриваем как рабочее. Теперь отталкиваясь от него, я попытаюсь в очень краткой форме сформулировать те положения теории организации, которые могут быть небесполезны в исследовании российских (и не только) пространств[13]. Отчасти, этот сюжет был рассмотрен мною в ряде предшествующих публикаций [6, 7, 9], поэтому, чтобы не повторяться ограничусь лишь следующими положениями.

Во-первых, пространственные системы обладают фундаментальным свойством – эмерджентностью. К тому, что было сказано выше относительно эмерджентности, добавим, что, хотя эмерджентные свойства, как правило, не поддаются контролю со стороны индивидов и нередко выступают в качестве ограничителя его действий, но это вовсе не означает неизменности эмерджентных свойств.

Во-вторых, пространственные системы – это целевые системы. Другое дело, что цели могут быть формализованы, а могут быть и не формализованы; они могут быть заданы из вне, а могут быть результатом самоорганизации. Как правило, существует не одна, а совокупность разнохарактерных целей: политических, экономических, социально-культурных и поэтому

[12] Есть определенная специфика в понимании «организации» в рамках концепции сложных систем на что обратил внимание Дж. Урри: «Подход с точки зрения сложных систем подчеркивает существование множественных форм «организации» сложных самонастраивающихся систем. Они эволюционируют, адаптируются и самоорганизуются. Каждая из систем проявляют свойства, которые необязательно присутствуют в отдельных элементах» [23, с.96.].

[13] Как это не парадоксально, но еще совсем недавно были возражения рассматривать организации как системы [27].

всегда имеет место проблема – координация целей, имея в виду, что цели, как правило, видоизменяются в том числе в ходе их реализации.

В-третьих, пространственные системы – это открытые системы, то есть и формирование, и реализация целей такой системы предполагает учет: а) поведения не только систем находящимися с ними в одном пространстве, но и б) но и в иных пространствах.

Итак, ранее автор неоднократно подчеркивал, что российские пространства представляют собой сложные системы. Это многообразие не только предполагает различные формы «организации» пространственных систем, то есть мы можем предположить, что наряду отношениями вертикальной соподчиненности, что, в свою очередь, предполагает центр-периферийные взаимоотношения, могут существовать и сетевые организации, которые не предполагают соподчиненности, как и доминирования центр-периферийных взаимоотношений.

Здесь неизбежно возникает вопрос о том, кто и каким образом регулирует процессы пространственной организации? В подавляющем большинстве случаев ответ отечественных исследователей и представителей власти как правило однозначен: государство. При этом опять-таки, как правило, идут отсылки на российский исторический опыт[14].

Увы, но здесь не все ясно и прежде всего не ясно о каком историческом опыте речь идет. Как известно: сравнивать можно то, что сравнимо. А это в свою очередь ставит задачу: периодизации процессов трансформации конкретных пространств и пространственных систем[15]. Далее, на повестку выходят вопросы типологии региональных проблем (не путать с проблемами в регионах), их таксономии и приоритетности.

И здесь мы подходим к «вечнозеленой» проблеме, а именно: проблеме стратегирования пространственного развития[16]. В первой части данной статьи наметил в самых общих чертах наметил основные проблемы в этой сфере в отечественной науке и сфере государственного управления. Сейчас опять-таки в самой сжатой форме попытаемся продемонстрировать каким образом те или иные положения теории сложности могут быть полезны в решении проблем стратегирования.

Исходный тезис – сложные проблемы, а, следовательно, и сложные пространственные системы нуждаются в стратегии. Далее, не стоит путать стратегии и программы. Чтобы не входить в длительные пояснения, ограничусь цитатой из уже не раз опоминавшейся работы Э. Морена: «…стратегия требуется, как только возникает неожиданность или неопределенность, то есть, как только появляется важная проблема» [17, с.173], тогда как «Для последовательностей, находящихся в стабильной среде, могут использоваться программы» [17, с.170].

В этой связи возникает законный вопрос: кто и как будет определять имеем мы дело со сложной проблемой, а, следовательно, пространственной системой? Очевидно, что представляется система сложной или неожиданно простой зависит о того, насколько квалифицированным является исследователь или ЛПР и насколько они обладают необходимыми знаниями и информацией. По этой причине и изучение и стратегирование сложных систем по своей природе междисциплинарно,[17] что «требует сочетания совершенно

[14] Более подробно этот сюжет был рассмотрен в [9, 24].

[15] При этом нередко исследователь испытывает желание пользоваться уже готовыми периодизациями (здесь напрашивается аналогия с использованием АТД в качестве готовой сетки пространственных систем), но, по-нашему мнению, это не более, чем паллиатив.

[16] В рамках данной статьи нет никакой возможности осветить даже наиболее значимые публикации, посвященные этой теме, в ходе обсуждения проектов и хода реализации Стратегий пространственного развития, принятых в 2019 и 2024 гг. [21,22], поэтому автор посчитал возможным отослать читателя к работам последних лет, которые представляются мне и наиболее интересными и в тоже время типичными [10, 12, 13, 16, 18, 19].

[17] Подробно о необходимости междисциплинарного исследования сложных систем [30-32].

разных методологий и навыков для обнаружения и представления поведения на индивидуальном и системном уровнях» [30, p.467]. Если вспомнить о Стратегиях [21, 22] и иных стратегических документах, имеющих отношение к пространственным системам, то придется признать, что по большей части это документы регламентирующие действия государства в экономической сфере по преимуществу, все остальные вопросы: демографические, социальные и некоторые другие, не более, чем довесок.

Особого упоминания заслуживает тот факт, что в сложных системах границы пространственных систем, то есть районов, всегда является проблемой. А это в условиях России означает, что необходимы немалые, прежде всего исследовательские усилия в области районирования общества в целом, и районирования в тех или иных конкретных пространствах, в частности[18]. И пока не будет должным образом обоснована система районов надеяться на сколько-нибудь действенные стратегии пространственного развития страны в целом и ее отдельных регионов, не приходится[19]. Естественно, районирование не единственный метод декомпозиции пространств, есть и другие методы, но именно районирование представляется наиболее уместным, когда речь идет о стратегировании пространственного развития в разных пространствах и на различных таксономических уровнях.

Наконец, и это в контексте данной статьи – главное: сложные системы обладают пространственной изменчивостью. Сложные системы характеризуются внутренне дифференцированной структурой, и их эволюция обусловлена постоянным созданием и распространением этой внутренней неоднородности. Расположение элементов в пространстве «…отражает существенный компонент сложности, а именно то, как непрерывные изменения и эволюция создают, изменяют или разрушают элементы системы в зависимости от их отношений с другими элементами и системой в целом [34, p. 614]. В конечном счете, эволюция сложной системы зависит не только от пройденного пути, но и от места.

Если в своих рассуждениях мы дошли до «места», то самое время вспомнить еще раз о контексте. Применительно к российским пространствам роль контекста трудно переоценить и дело не только в том, что в настоящее время мир переживает скажем так: эпоху перемен, смену одного миропорядка на другой и изменения эти не поддаются сколько-нибудь уверенному прогнозированию. Дело, еще и в том, что, судя по всему, мир переживает не только геополитические трансформации, но и достаточно заметные и опять-таки труднопредсказуемые изменения в природе. Обычно, говорят о климатических изменениях, но полагаю, что ситуация много сложнее: речь следует вести об изменениях в природной среде. Имеем мы дело с некими проявлениями природных циклов или эти изменения имеют антропогенный характер не так важно.

К тому же эти изменения очень по-разному влияют на состояние тех или иных конкретных российских пространств, их структуру, характер взаимодействий с внешней средой и т.д.

Если признать, что социально-экономическое пространство России сложная система [24], то тут же возникает вопрос: что есть элементы этой системы? Обычный ответ: единицы АТД (от федерального округа до муниципального образования), скорее всего будет не верным уже в силу того, что единицы АТД далеко не всегда являются и пространственными социально-экономическими системами. Однако, в настоящее время районирование не рассматривается ни как сколько-нибудь значимая исследовательская проблема, ни как инструмент стратегического планирования пространственного развития.

Более того, в настоящее время не так много работ, в которых бы содержались результаты анализа эволюции конкретных пространственных экономических систем. А без таких кейсов

[18] В этой части автор полностью солидаризирует с мнением А.Г. Дружинина и о О.В. Кузнецовой [10].
[19] Подробно авторская позиция относительно роли районирования в процессах стратегирования изложена в [4, 5, 8, 9].

крайне сложно выработать внятную стратегию в отношении экономического пространства. Поэтому в своем современном виде стратегирование является отражением «закрытого» системного мышления, которое в основном сосредоточено на организационных целях, то есть целях государства. При этом, если и не игнорируется, то далеко не в полной мере учитывается мнение и интересы населения, бизнеса и экспертного сообщества. Исходная посылка такого мышления – окружающая среда проста и хорошо известна, следовательно, ею можно пренебречь. К тому же интересы государства в приоритете, а интересами местных сообществ можно, если и не пренебречь, то поставить во вторую очередь. При такой постановке дел вряд ли удастся создать сколько-нибудь дееспособную стратегию пространственного развития России.

Заключение

Буду краток и ограничусь теми положениями, которые имеют принципиальный характер.

Во-первых, науку о сложности ни коим образом не следует рассматривать как некий набор рецептов относительно того, как изучать и регулировать сложные системы, включая и сложные пространственные системы. Более того, наука о сложности сама находится в стадии становления, а «с точки зрения ее применения в бизнесе и социальных науках мы находимся в начале пути» [31]. Тем не менее, целый ряд положений теории сложности таких как понятие сложных систем, нелинейности, петель прямых и обратных связей и т.д. могут быть имплементированы как к исследовательскому практику изучения пространственных систем, так и практику государственного регулирования поведения пространственных систем.

Во-вторых, исследование сложности и сложных систем не только предполагает междисциплинарность, но и новый способ мышления, центральное положение в котором занимает «способность рассматривать множество возможностей, различать и интегрировать их, а также генерировать множество новых возможностей» [32, с.2].

В-третьих – сложные система, в том числе и пространственные неизбежно предполагают нелинейный характер взаимосвязей не только внутри системы, но и в ее взаимодействиях с внешней средой, что проявляется в многообразии организационных форм и как, следствие, поведение таких систем малопредсказуемо, особенного в условиях турбулентных внешних сред.

Литература

1. Бауман, 3. Текучая современность. – СПб.: Питер, 2008. — 240 с.
2. Бляхер Л. Е., Григоричев К. В., Демьяненко А. Н., Киреев А. А., Клиценко М. В., Швецов А.Н. Институты пространственного развития России в контексте исторического опыта // Ойкумена. Регионоведческие исследования. – 2025. – Т. 19. – № 1. –С. 72–83.
3. Дафт, Р.Л. Теория организации. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2006. – 736 с.
4. Демьяненко А.Н. Районирование и разработка стратегий регионального развития / Стратегия развития Дальнего Востока: возможности и перспективы. Т.1. Экономика. – Хабаровск: Дальневост. гос. науч. б-ка, 2003. – С.78-84.
5. Демьяненко А.Н. Районирование в контексте стратегий регионального развития // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 2006. – № 3 (127). – С. 11-17.
6. Демьяненко А.Н. Район как объект стратегического управления в контексте теории организации // Пространственная экономика. – 2008. – № 2. – С.60-88.

7. Демьяненко А.Н. Мегарегионы: сравнение контекстных и структурных характеристик / От идеи Ломоносова к реальному освоению территорий Урала, Сибири и Дальнего Востока. – Екатеринбург: ИЭ УрО РАН, 2009. – С.1053-1089.

8. Демьяненко А.Н. Несколько слов о качестве институтов: региональное стратегическое планирование // Регионалистика. – 2016. – Т. 3. – № 1. – С. 6-12.

9. Демьяненко А.Н. Заметки на полях статьи А. Н. Швецова «Российское пространство в процессе исторических переходов (к разработке и реализации теории постсоветских системных преобразований организации социоэкономического пространства)» // Периферия. Журнал исследования нестоличных пространств. – 2024. – № 1 (2). – С. 91-121.

10. Дружинин А.Г., Кузнецова О.В. Районирование в пространственном развитии современной России: проблемные вопросы теории и практики // Федерализм. – 2025. – Т. 30. – № 2 (118). – С. 79–97.

11. Клир Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач. – М.: Радио и связь. 1990. – 544 с.

12. Крюков В.А. Понять, осмыслить и организовать // ЭКО. – 2025. – № 3. С. 4–6.

13. Лексин В.Н., Швецов А.Н. Пространственные трансформации как предмет научных исследований и государственной политики // Проблемы прогнозирования. – 2025. – № 4 (211). – С. 24-34.

14. Минакир П.А., Демьяненко А.Н. Региональное сценарное прогнозирование // Федерализм. – 2012. – № 1 (65). – С. 29-44

15. Минакир П.А., Демьяненко А.Н. Стратегический анализ в системе регионального стратегирования / Стратегические приоритеты пространственного развития региона в условиях снятия инфраструктурных ограничений. – Екатеринбург: Институт экономики УрО. 2012. – С.4-21.

16. Михеева Н.Н. Дальний Восток как модель геостратегического региона в стратегии пространственного развития // Проблемы прогнозирования. – 2025. – № 4 (211). – С. 58-69.

17. Морен, Э. О сложности. – М.: Институт философии РАН. — 2-е изд., эл. — 284 с.

18. Пилясов А.Н. Пространство, которое мы потеряли (о новой Стратегии пространственного развития России-2036) // ЭКО. – 2025. – № 3. – С. 7–39.

19. Россия 2035: пространство развития. – М.: Динамик Принт, 2025. – 364 с.

20. Саушкин Ю.Г. Экономическая география: история, теория, методы, практика. – М.: Мысль, 1973. – 559 с.

21. Стратегия пространственного развития России до 2025 года // Распоряжение Правительства РФ № 207-р от 13 февраля 2019 г.

22. Стратегия пространственного развития России до 2030 года с прогнозом до 2036 года // Распоряжение Правительства РФ № 4146-р от 28 декабря 2024 г.

23. Урри, Д. Как выглядит будущее? – М.: Изд. дом «Дело» РАНХиГС, 2019. – 320с.

24. Швецов А.Н. Российское пространство в процессе исторических переходов (к разработке и реализации теории постсоветских системных преобразований организации социоэкономического пространства) // Российский экономический журнал. 2021. – № 6. – С. 66–100.

25. Швецов А.Н., Демьяненко А.Н., Украинский В.Н. Деструктивные стереотипы российского стратегического планирования и их возможные последствия для практики регионального стратегирования (часть 1) // Регионалистика. – 2016. – Т. 3. – № 3. – С. 48–60.

26. Швецов А.Н., Демьяненко А.Н., Украинский В.Н. Деструктивные стереотипы российского стратегического планирования и их возможные последствия для практики регионального стратегирования (часть 2): от общего к частному // Регионалистика. – 2016. – Т. 3. – № 6. – С. 69–80.

27. Baskin K. Complexity, Foucault, and History as Evolution // Social Evolution & History, Vol. 7 No. 2, September 2008 3–25.

28. Bousquet A., Simon Curtis S. Complexity theory, systems thinking and international relations // Cambridge Review of International Affairs (2011) 24(1), –Pp.43-62.

29. Gershenson C., Heylighen F. How can we think the complex? / Managing organizational complexity: philosophy, theory and application / editor, Kurt Richardson. Greenwich: Information Age Publishing, 2005.

30. Harrison S., Massey D., Keith Richards K. Complexity and emergence (another conversation) //Area (2006) 38.4, 465–471.

31. Jones B.F., Uzzi B., Wang D. Organizations Are Complex. Complexity Science Can Help Us Understand Them // Kellogg Insight Feb 12, 2024.

32. Montuori A. Complexity / The Palgrave Encyclopedia of the Possible / Editors Vlad Petre Glăveanu. Palgrave Macmillan, 2022. – Pp. 1-16.

33. Morin E. Restricted Complexity, General Complexity /"Intelligence de la complexite: epistemologie et pragmatique", Cerisy-La-Salle, June 26th, 2005. – 25 p.

34. O'Sullivan D. et al. Space, place, and complexity science // Environment and Planning A 2006, volume 38. – Pp. 611-617.

35. Urry J. The Complexity Turn // Theory Culture Society. – 2005. – Vol. 22(5). – Pp. 1–14.

УДК: 332.362 DOI: 10.35735/9785605515623_29

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В БАССЕЙНЕ РЕК ОЗЕРНАЯ ВОСТОЧНАЯ И УКА (ПОЛУОСТРОВ КАМЧАТКА) В РЕЗУЛЬТАТЕ РАЗРАБОТКИ ОЗЕРНОВСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

С.Г. Коростелев [1], С.Р. Чалов [2,3], Д.И. Школьный [2], В.Н. Цыпленкова [2]
[1]Камчатский филиал ФГБУН Тихоокеанский институт географии, г. Петропавловск-Камчатский
[2]ФГБОУ ВО Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва
[3]ФГБНУ Всероссийский Институт Рыбного Хозяйства и Океанографии, г. Москва

Аннотация. В процессе разработки рудных месторождений происходят масштабные нарушения ландшафта, при этом техногенные новообразования на рельефе неустойчивы и нестабильны, поскольку располагаются в горной местности в сложных инженерно-геологических условиях. Уничтожается почвенный покров, образуются техногенные отвалы, что приводит к активизации эрозионных процессов. В статье представлены результаты о нарушении земель в верховьях р. Озерная Восточная и Ука в результате разработки Озерновского золоторудного месторождения, полученные при помощи анализа спутниковых снимков Landsat и Sentinel за период с 2009 по 2023 гг.

Ключевые слова: *Полуостров Камчатка, Золоторудное месторождение, реки Озерная Восточная и Ука, спутниковые снимки, нарушенные земли*

GEOINFORMATION MODEL OF DISTURBED LANDS IN THE OZERNAYA VOSTOCHNAYA AND YKA RIVERS BASIN (KAMCHATKA PENINSULA) AS A RESULT OF THE DEVELOPMENT OF THE OZERNOVSKY GOLD DEPOSIT

Korostelev S.G.[1], Chalov S.R.[2,3], Shkolny D.I.[2], Tsyplenkova V.N.[2]
[1]Kamchatka Branch of the Pacific Institute of Geography, Petropavlovsk-Kamchatsky
[2]Lomonosov Moscow State University, Moscow
[3]Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow

Abstract. In the process of developing ore deposits, large-scale disturbances of the landscape occur, while man-made new formations on the relief are unstable and unstable, since they are located in mountainous areas in difficult engineering and geological conditions. The soil cover is destroyed, man-made dumps are formed, and erosion processes are activated. The article presents the results of land disturbance in the upper reaches of the Ozernaya Vostochnaya and Yka rivers as a result of the development of the Ozernovskoye gold deposit, obtained using the analysis of Landsat and Sentinel satellite images for the period from 2009 to 2023.

Keywords: *Kamchatka Peninsula, Gold ore deposit, Ozernaya Vostochnaya and Yka Rivers, satellite images, disturbed lands*

Золоторудные месторождения, а также действующие, строящиеся и планируемые золотоизвлекательные фабрики (ЗИФ) и хранилища отходов горно-обогатительных комбинатов (ГОК) на Камчатке расположены, как правило, в приводораздельной зоне горных массивов — преимущественно в верховьях высокопродуктивных лососевых рек, в зонах с высокой степенью опасности природных процессов, активностью склоновых и мерзлотных процессов. Большой объем атмосферных осадков, бурные паводки, высокое обводнение территории, интенсивная миграция подземных вод, высокая водонасыщенность и водопроницаемость горных пород, высокая степень лавинной и селевой опасности создают идеальные условия быстрого размывания и выноса в реки отходов из мест захоронения.

Основными компонентами воздействия на окружающую природную среду, включая водные биоресурсы, являются следующие:

1. Нарушение земель на территории горного отвода (уничтожение природных ресурсов, образование отвалов, строительство накопителей токсичных отходов переработки руд);

2. Переполнение избыточными атмосферными (дождевыми и талыми) водами хвостохранилищ и отстойников;

3. Аварийные ситуации вследствие экстенсивной осадки ложа и водозадерживающих дамб хвостохранилищ, в т.ч. в результате термокарста, сейсмических событий и т.д;

4. Просачивание хвостохранилищ и прудов-отстойников вследствие нарушений требований к полноте и качеству проектирования хвостохранилищ, строительству противофильтрационных экранов.

Для оценки изменения площадей нарушенных земель в период эксплуатации горнодобывающих объектов был собран массив спутниковых снимков Landsat и Sentinel за период с 2009 по 2023 гг. (табл. 1), сопоставление которых позволило оценить ежегодный прирост затронутой антропогенной деятельностью площадей. С учетом разрешения снимков (10 м для аппарата Sentinel, 30 м для Landsat) дешифрирование проводилось на основе индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), получаемого из спектральных каналов и отражающего состояние поверхности (рис. 1).

Таблица 1

Перечень отобранных снимков

Дата снимка	Съемочный аппарат
05.09.2009	Landsat 5
03.08.2011	
24.08.2013	
03.09.2014	Landsat 8
29.07.2015	
22.07.2016	
19.08.2017	Sentinel 2
31.08.2018	
05.09.2019	
04.09.2020	
10.08.2021	
08.08.2022	
15.08.2023	

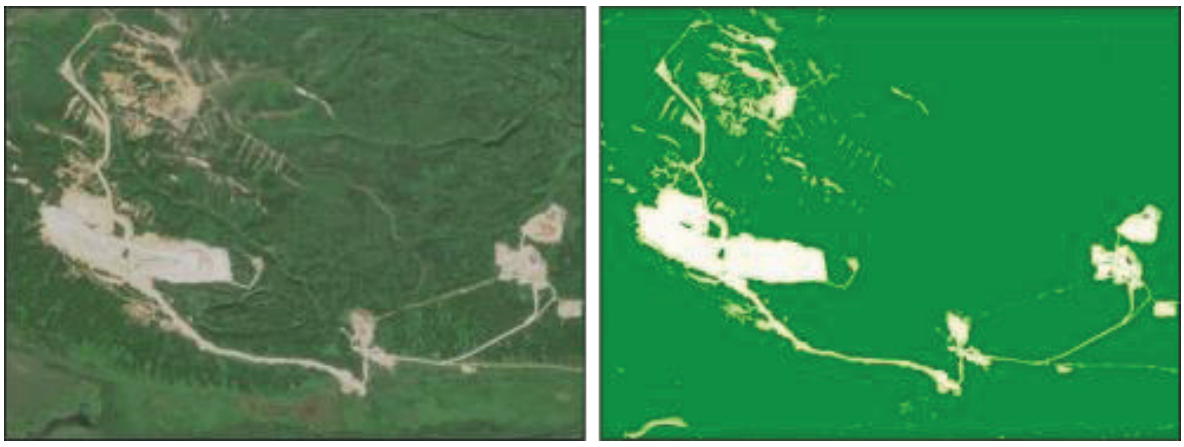


Рис. 1. Участок Озерновского месторождения на снимке Sentinel 2 в естественных цветах (слева) и классифицированный по индексу NDVI (справа)

Изменения, связанные с процессом добычи и расширением затронутой территории, хорошо видны на сводной композиции доступных снимков (рис. 2). К 2009 г. на территории месторождения были пройдены разведочные линии, проложено несколько дорог и начата добыча в южной части. Наиболее интенсивное развитие началось после 2018 г., когда была построена автомобильная дорога до месторождения.

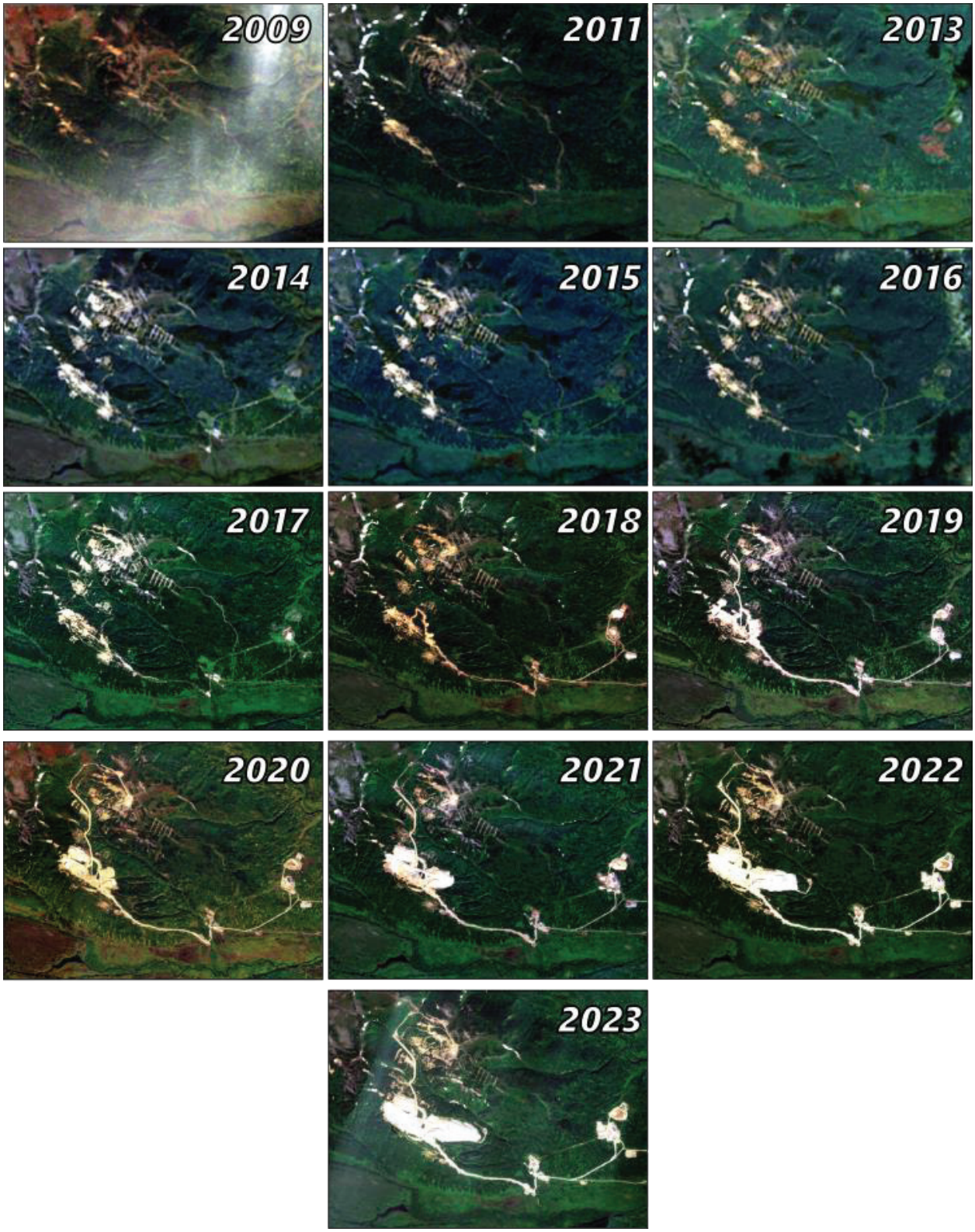


Рис. 2 – Сводная композиция снимков на участок Озерновского месторождения

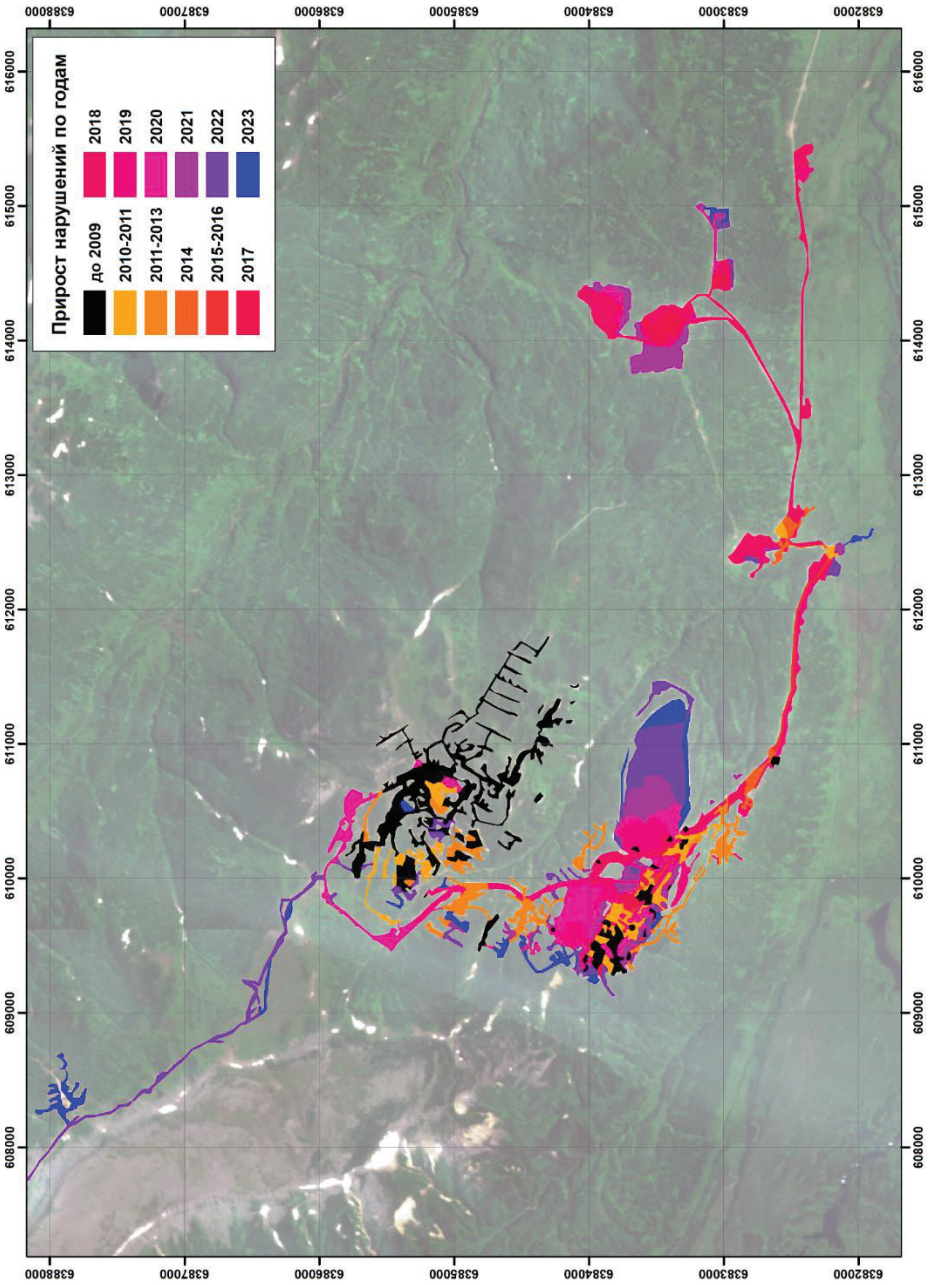


Рис. 3. Погодичный прирост нарушенных земель на территории Озерновского месторождения

Для анализа межгодовой изменчивости нарушенная территория на основании снимков была разделена по годам (рис. 2), что позволило рассчитать ее площадь (табл. 2). Общая площадь нарушений бассейнов рек Озерная Восточная и Ука на настоящий момент составляет 3,1 км^2. Около 20% от суммарной площади составляют дорожные насыпи. На момент возобновления горно-разведывательных работ (ГРР) в период 2005-2009 гг. площадь первичных нарушений составляла 0,55 км^2, между 2009 и 2017 гг. прирост происходил за счет продолжения ГРР и обустройства территории и составлял от 22 до 117 тыс. м^2/год. С 2018 г. началось формирование отвалов пород, в связи с чем ежегодный прирост нарушенных площадей в 1 год составил 447 тыс. м^2/год, в последующие годы не опускался ниже 200 тыс. м^2/год.

Таблица 2

Изменение площадей нарушений

Период	Общая площадь, км^2	Прирост площади, км^2
до 2009	0	0.552
2010-2011	0.73	0.178
2012-2013	0.965	0.235
2014	1.016	0.051
2015-2016	1.061	0.045
2017	1.136	0.074
2018	1.583	0.447
2019	1.889	0.307
2020	2.203	0.314
2021	2.491	0.288
2022	2.887	0.396
2023	3.096	0.209

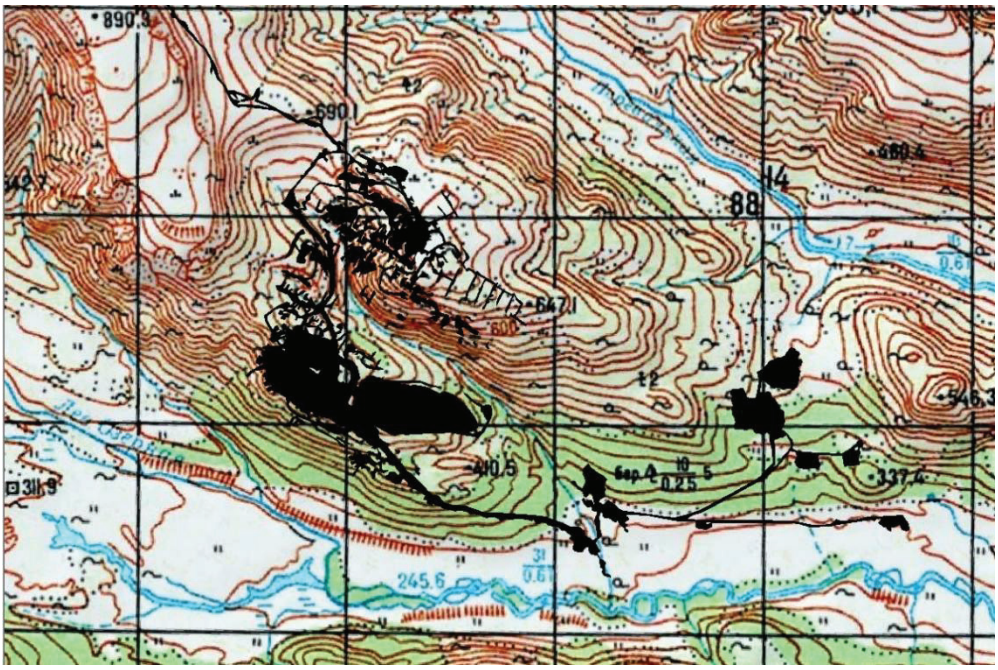


Рис. 3 – Проекция нарушенных земель на топографическую карту

Проекция нарушенных земель на топографическую карту (рисунок 3) показывает, что основная часть нарушенных земель располагается на междуречной поверхности, в отдельных местах затрагивает водные объекты. 9% нарушений находятся на водосборе реки Перевальная (бассейн р. Ука), 91% – на водосборе реки Левая Озерная (бассейн р. Озерная), в т.ч. 58% – на водосборе ручья Хомут (приток р. Лев. Озерная). Именно он испытывает наиболее сильное антропогенное воздействие.

Благодарность. *Работа выполнена в рамках государственного задания КФ ТИГ ДВО РАН по теме «Структурно-функциональная организация, динамика и продуктивность наземных и прибрежных экосистем на Дальнем Востоке РФ. Разработка научных основ и экономических инструментов устойчивого природопользования» (№ ЕГИСУ 124012700496-4).*

УДК 332 DOI: 10.35735/9785605515623_34

«ПАРНАЯ СИСТЕМА» КАК ЗВЕНО СЕТЕВОЙ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ПРОИЗВОДСТВА

Мошков А.В.,
ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

Аннотация. Рассматриваются территориальные структуры хозяйства, как пространственная совокупность взаимосвязанных предприятий, в формировании и развитии которой ведущую роль играют территориальное разделение труда и спрос потребителей. В результате вокруг предприятия складывается особая рыночная зона спроса, для удовлетворения которого требуется производство необходимой продукции (товаров и услуг). Постепенно, эти взаимосвязанные производства формируют производственно-технологические цепочки, имеющие линейно-узловую структуру, в виде районных и межрайонных территориально-хозяйственных структур. В качестве исходных элементов этих структур можно рассматривать парные структуры (активные и пассивные элементы), участвующие в территориальном разделении труда и формировании территориально-производственных систем (ТПС).

В результате их взаимодействия происходят изменения в основных функциональных блоках ТПС (специализации и обслуживания) и отражаются на эффективности производства (колебания спроса, динамика запасов продукции, размеров теневого сектора экономики). Регулирование механизма отношений в парных системах позволит снизить потери от колебания спроса и нерационального использования производственного оборудования.

***Ключевые слова**: территориальные структуры хозяйства, территориальное разделение труда, спрос, парные структуры*

«PAIR SYSTEM» AS A LINK IN THE NETWORK TERRITORIAL STRUCTURE OF PRODUCTION

Moshkov A.V.,
Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok

Abstract. The article examines the territorial structure of the economy as a spatial set of interconnected enterprises, in the formation and development of which the territorial division of labor and consumer demand play a leading role. As a result, a special market zone of demand forms around the enterprise, which requires the production of necessary products (goods and services) to be satisfied. Gradually, these interconnected productions form production and technological chains with a linear-nodal structure in the form of district and interdistrict territorial economic structures. As the initial elements of these structures, we can consider paired structures (active and passive elements) that participate in the territorial division of labor and the formation of territorial production systems (TPS). As a result of their interaction, changes occur in the main functional blocks of the TPS (specialization and service) and affect the efficiency of production (fluctuations in demand, the dynamics of product stocks, and the size of the shadow economy). Regulating the mechanism of relations in paired systems will help reduce losses from fluctuations in demand and inefficient use of production equipment.

***Keywords**: territorial economic structures, territorial division of labor, demand, paired structures*

Введение. Территориальные структуры хозяйства, по мнению П.Я. Бакланова [1, 2], формируются под воздействием территориального разделения труда, воспроизводственных процессов и рыночных механизмов (спроса и предложения определенной продукции). Спрос формирует определенную рыночную зону спроса, для удовлетворения которого создается предприятие, требующее, в свою очередь, необходимые для производств. Предприятие, поставщики ресурсов и потребители произведенной продукции теоретически какое-то время могут располагаться в одном локальном сочетании. В дальнейшем эти цепочки формирования территориальных структур неизбежно выходят за пределы локальных сочетаний, создавая районные и межрайонные структуры. Основными элементами территориальных структур производства являются узлы (отдельные предприятия, выпускающие готовую продукцию, в т.ч. выступающую в качестве ресурсов для других производств); ареалы территории как предприятия (в сельском и лесном хозяйстве); линейные элементы (потоки ресурсов и готовой продукции между предприятиями); рыночные зоны (участки территории, где формируется спрос на определенную продукцию, в т.ч. на сырье и ресурсы).

В пространственном отношении все эти элементы складываются в четко выраженные линейно-узловые сетевые структуры. В сетевых территориальных структурах П.Я. Баклановым были выделены определенные циклы, т.е. повторяющиеся сочетания элементов. (Рис. 1).

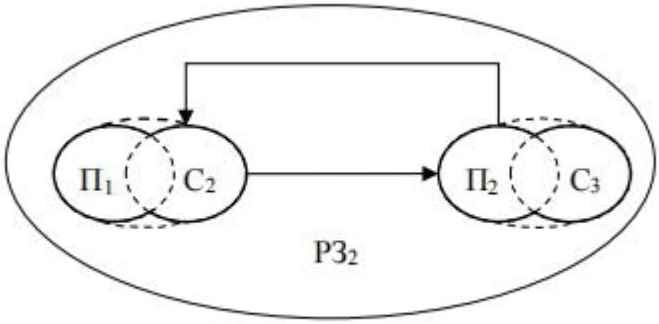


Рис. 1. Цикл (звено) сетевой территориальной структуры производства. Источник: [1].

На представленном рисунке, цикл состоит из двух взаимодействующих узлов производства $П_1$ и $П_2$ и их пересекающихся рыночных зон спроса (узла $П_1$) и предложения (от узла $П_2$). Спросы условно отображены кружками $С_2$ и $С_3$ и обозначают, что они порождены производствами $П_1$ и $П_2$, но пространственно могут выходить за пределы предприятий узлов $П_1$ и $П_2$, в пределах своих рыночных зон спроса $РЗ_2$. Пересекающимися кружками $П_1$, $С_2$ и $П_2$, $С_3$ показаны два узловых элемента территориальной структуры предприятия $П_1$ и $П_2$. Линейный элемент структуры представлен потоком продукции от $П_1$ к $П_2$ удовлетворяющий его спрос $С_2$ для $П_2$, т.е. является его сбытом, реализацией готовой продукции а для $П_1$ – получением ресурсов производства.

На наш взгляд, отношения, формирующиеся в представленном цикле более полно, можно представить в виде целостного структурного звена локальной ТПС, которое можно обозначить как «парная система». (Рис. 2).

Совокупность предприятий может объединять размещение в ТПС в виде промышленного узла. Более тесные отношения отмечаются между предприятиями, объединенными использованием единых объектов социальной и производственной инфраструктуры. Производственно-технологические связи (когда конечный продукт одного предприятия является исходным сырьем для другого) наиболее тесно увязывают самостоятельные предприятия в целостную территориально-производственную систему.

Связи и отношения в структуре ТПС отличаются большим многообразием. Однако можно вычленить первичную клеточку системы, самое простое сочетание элементов, которое в ТПС, как и любой социальной системе, решает основную задачу объединения совокупности элементов в эффективную целостность [3]. Простейшее сочетание в условиях рыночной экономики представляют собой парные отношения типа: продавец–покупатель или производитель–потребитель. Таким образом, любая ТПС может быть подразделена на какое-то конечное число таких парных систем (рис. 2).

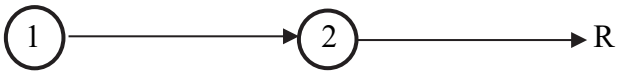


Рис. 2. Механизм взаимодействия и развития парных систем. Источник: [3].
1 - воздействующий (активный) элемент; 2 – элемент, испытывающий воздействие (пассивный); R – результат взаимодействия 1 и 2- го элементов

При этом каждый из элементов, входящих в парную систему способен образовывать подобные системы и с другими элементами своей ТПС, а также за ее пределами. Таким образом, они участвуют в процессах территориального разделения и интеграции труда, когда предприятия вывозят произведенную продукцию за пределы своей ТПС и, в свою очередь, получают необходимые ресурсы, товары и услуги из-за пределов системы.

Результаты и их обсуждение. В современных экономических условиях преобладают локальные ТПС, ограниченные одним географическим пунктом, структура которых состоит из нескольких производственных групп предприятий (дополняющих и обслуживающих) и непроизводственной сферы. Обслуживающие производства формируются вокруг ядра, непосредственно образующего основное производство промышленного узла [1, 2, 6-10]. Для этих промышленных узлов характерно преобладание производственно-экономических связей, которые хотя не так глубоки, как производственно-технологические связи, но зато отличаются большей гибкостью. Производственно-экономические связи более эффективны в условиях быстро меняющейся ситуации на рынках сбыта, чем производственно-технологические связи комбинатов.

Взаимодействие парных систем создает благоприятные условия для формирования функциональной структуры ТПС (рис 3).

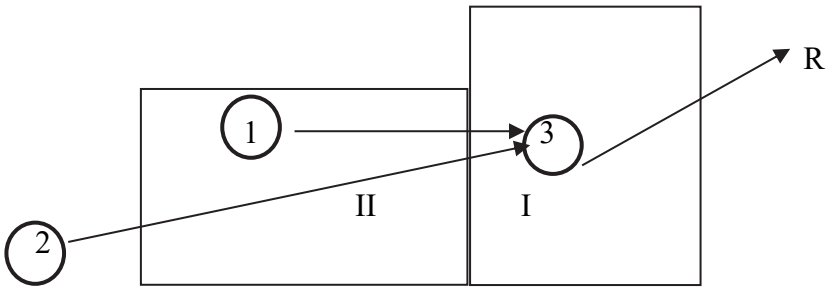


Рис. 3. Взаимодействие парных систем и функциональной структуры ТПС [4].
1 – внутренний воздействующий (ресурсный) элемент; 2 – внешний воздействующий (ресурсный) элемент; 3 – элемент, испытывающий воздействие (производственный); R – потребители продукции (результата взаимодействия) 1, 2, 3 – ого элементов. Блоки функциональной структуры ТПС: I – специализированные производства, II – обслуживающие производства.

В них выделяются специализированные производства, которые образуют парную систему, состоящую из собственного внутреннего элемента (производителя) и внешнего (производственного или непроизводственного потребителя). Обслуживающие производства состоят преимущественно из внутренних элементов, но выделяются и внешние обслуживающие элементы (производства). Подключение внешних ресурсных элементов благоприятно сказывается на формировании конкурентной среды на рынках товаров и услуг в ТПС, что способствует наиболее эффективному использованию ресурсов и повышению качества выпускаемой продукции.

Процесс перестроения структуры ТПС можно представить в виде взаимодействия элементов, в результате которого преобразуются свойства взаимодействующих элементов. Происходит преобразование свойств элементов, повышается степень комплексности структуры ТПС, что положительно сказывается на повышении социально-экономической эффективности ее функционирования.

В результате проведенных в стране социально-экономических реформ, каждый самостоятельный хозяйствующий субъект получил полную административно-хозяйственную свободу выбирать в качестве делового партнера любой подходящий ему элемент (либо как поставщик материалов и услуг, либо как потребитель его продукции) и устанавливать с ним связи и отношения. Особенности взаимодействия поставщика и потребителя (продавца и покупателя) обусловлены действием закона рыночного спроса, т. е. обязательно наличие действенной конкуренции как между покупателями за товар, так и между продавцами за покупателя.

Как уже отмечалось, ТПС можно представить в виде множества парных систем, которые под воздействием внешних факторов непрерывно трансформируются, одни элементы выпадают из взаимосвязей и отношений, другие, наоборот, образуют новые парные системы [32,40]. В исходной парной системе один элемент (воздействующий) оказывает активное воздействие на второй элемент (испытывающий воздействие). Этот элемент реагирует на воздействие двумя способами: либо пассивно воспринимает предъявленные ему требования и перестраивает свое производство, либо активно противодействует первому элементу. Элементы в структуре ТПС преобразуют свойства и производственные характеристики других элементов или же сами перестраивают свою структуру производства. Такой возможный результат взаимодействия элементов ТПС понимается как потенциал действия парной системы.

Для ТПС, когда элемент, испытывающий воздействие, готов к деловому партнерству, означает преобладание положительных потенциалов действия и новые возможности роста. Если производственная кооперация между элементами системы не произошла, можно говорить сохранении ее прежнего состояния. Таким образом, формируются основная и потенциальная структуры ТПС. Основная структура складывается из элементов, которые реализовали свои потенциалы действия (заключили контракты на поставку сырья, материалов и реализацию продукции), а потенциальная – из элементов с нереализованными в собственной ТПС потенциалами взаимодействия. В случае несогласования на внутреннем и внешних рынках спроса и предложения у предприятий не реализуются их потенциалы взаимодействия, остаются незагруженные производственные мощности, нереализованные товарные ресурсы и объемы отгруженной продукции. Такие неиспользуемые мощности по производству промышленной продукции и нереализованная продукция представляют собой результат деятельности потенциальной структуры (рис. 4).

По мнению П.Я. Бакланова [1, 2] территориально-производственные системы обладают особой структурообразующей способностью, которая проявляется в наличии у реальной ТПС определенного количества элементов возможной, или потенциальной, структуры. Элемент реальной структуры является одновременно и элементом некоторой потенциальной

структуры, например, когда у действующего предприятия имеется резерв производственных мощностей.

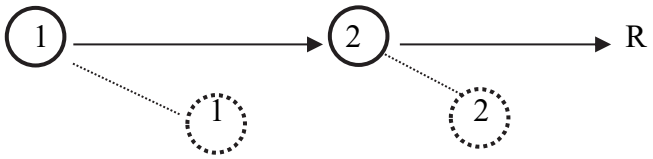


Рис. 4. Основная и потенциальная (из неиспользуемых мощностей) структуры [4].

1, 2, R – элементы структуры; сплошной окружностью обозначены элементы основной структуры; штриховой – элементы потенциальной структуры.

Кроме этого, особым элементом потенциальной структуры можно считать разведанные и оцененные, но не используемые в настоящее время природные ресурсы: промышленные месторождения полезных ископаемых, ареалы лесных ресурсов, сельскохозяйственных земель и др. Подобная структурообразующая способность ТПС лучше всего может быть вскрыта на уровне линейно-узловых систем производства [5].

Помимо потенциальной, можно выделить и параллельную структуру экономики, которая включает в себя все виды деятельности, имеющие негативный, деструктивный характер, способные нанести вред обществу и его гражданам [7]. К параллельной структуре относят производства, которые выпускают не только опасную для здоровья человека продукцию, но и любые не пользующиеся спросом товары (рис. 5). Кроме этого, сюда можно отнести и теневую экономику, т.е. предпринимательство, которое приносит доходы, не фиксируемые государственными налоговыми службами.

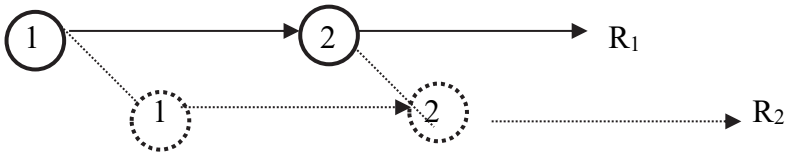


Рис. 5. Основная и параллельная (теневая) структуры [4].

1 – воздействующий (активный) элемент; 2 – испытывающий воздействие (пассивный) элемент; $R_{1,2}$ – результаты взаимодействия 1 и 2-го элементов; сплошной окружностью обозначены элементы основной структуры, штриховой – элементы параллельной структуры; сплошной линией – производственно-экономические связи элементов основной структуры, штриховой – параллельной структуры

В параллельной структуре экономики выделяются следующие сферы: 1) криминальная деятельность и нелегальное (скрытое от налоговых служб) предпринимательство, 2) легальная негативная деятельность по производству не пользующейся спросом продукции в экономике.

Появление и накопление свободных потенциалов в ТПС является причиной несбалансированности элементов структуры, когда для одного вида элемента отмечается избыток потенциалов, а для другого – недостаток. Кроме этого, ухудшается производственный и маркетинговый информационный обмен между элементами системы; усиливаются диспропорции в распределении и использовании ресурсов. Элементы параллельной структуры представлены производствами, выпускающими не пользующиеся спросом товары, в отличие от реализуемой продукции основной структуры. Таким образом, параллельную структуру можно оценивать по размерам товарных ресурсов и объемам отгруженной

продукции. Несоответствие между выпуском промышленной продукции и спросом на нее можно отразить и в таком показателе как запасы готовой продукции.

В динамично развивающейся экономике остатки готовой продукции используются предприятиями для экономического роста. Для промышленного предприятия в определенный момент времени существует оптимальный (или желаемый) уровень запасов готовой продукции, который зависит от уровня спроса. В этом случае отмечается две схемы взаимосвязи уровня спроса и запасов готовой продукции. Во-первых, если уровень спроса увеличивается, то предприятие стремится не только увеличить выпуск продукцию, но и нарастить объем запасов готовой продукции до нового оптимального уровня. Во-вторых, при сокращении спроса отмечается обратная тенденция – предприятие сворачивает производство и стремиться сократить запасы готовой продукции [8]. В результате происходит либо сокращение размеров потенциальной структуры в ТПС, либо её увеличение, что может характеризовать особенности трансформации элементов её территориальной структуры.

Эффективность промышленных узлов можно оценивать в зависимости от размеров спроса на продукцию промышленных предприятий. В качестве показателей, косвенно отражающих размеры параллельной структуры промышленных центров, рассматриваются товарные ресурсы, остатки готовой продукции и объем отгруженной продукции в отраслях промышленности и на отдельных предприятиях. Результаты работы параллельной структуры предприятий промышленных узлов могут быть представлены в виде товарных ресурсов предприятий (остатков готовой продукции). В этом случае реальные результаты работы основных элементов структуры промышленных узлов характеризуются объемом отгруженной потребителям продукции промышленных предприятий. По доле отгруженной продукции в произведенной продукции можно определить уровень спроса на продукцию предприятий промышленности. При этом объем отгруженной продукции может не совпадать с размером произведенной продукции. Во-первых, отгруженная продукция превышает произведенную продукцию на размер реализованных в отчетном году товаров, произведенных в прежние годы. Во-вторых, отгруженная продукция меньше произведенной за счет нереализованных остатков готовой продукции, из–за неблагоприятной ситуации на рынке. Как уже отмечалось, первый вариант характерен предприятий, действующих в условиях роста спроса на продукцию отрасли, а второй – при снижении деловой активности в большинстве предприятий отраслей промышленности в регионе.

Повышение эффективности структуры ТПС в целом и отдельных видов экономической деятельности возможно при сокращении размеров остатков готовой продукции (т.е. элементов параллельной структуры). Поскольку реализация остатков готовой продукции на рынке или их сохранение на складах предприятий-производителей способно увеличить или сократить размеры отгруженной продукции, а, следовательно, полученную прибыль, заработную плату, платежи в бюджеты.

Потенциальную структуру промышленных узлов (рис. 4) можно характеризовать с помощью такого показателя, как процент используемых производственных мощностей. При увеличении спроса на продукцию (за счет снижения издержек производства, изменения ассортимента продукции) повышается процент использования производственного оборудования. Кроме этого, на размеры основной и потенциальной структуры промышленных узлов оказывает влияние выбытие и обновление основных производственных фондов. В 1990-х годах на предприятиях отраслей специализации в региональных ТПС страны старение и выбытие основных производственных фондов опережало их обновление, были значительно сокращены объемы капитального строительства.

В этих условиях изменения в территориальной и отраслевой структурах ТПС происходят в основном в виде свертывания производств, закрытия или перепрофилирования нерентабельных предприятий. Например, в обрабатывающих видах деятельности ТПС Дальнего Востока России, это выразилось в сокращении используемых производственных

мощностей по переработке добываемого сырья: рыбы и морепродуктов (за счет свертывания мощностей береговых рыбокомбинатов); древесины (сокращение глубины переработки заготовленной древесины на отечественных деревообрабатывающих комбинатах); руд цветных металлов (сокращение производства и ликвидация горно-обогатительных комбинатов) и др. Добывающие производства переключились на зарубежные рынки сбыта продукция (высоколиквидное сырье и материалы), поскольку ёмкость отечественных рынков им значительно уступала. Кроме этого, конкурентоспособность отечественных обрабатывающих производств была не велика, в т.ч. из-за высоких тарифов на энергоресурсы, больших транспортных расходов. Отмечается рост оптовых и розничных цен на отечественные товары, что, при не высоких доходах населения, сильно ограничивает ёмкость рынков.

Для стимулирования внутреннего спроса и процесса обновления производственного потенциала предприятий органы государственной власти могут успешно применять различные финансовые рычаги (прямые инвестиции в отрасли промышленности, налоговые освобождения и др.). Такое регулирование со стороны федеральных и местных органов власти может существенно повысить эффективность производственного потенциала не только отдельных предприятий, но и регионов страны.

Повышение эффективности функционирования предприятий в промышленных узлов во многом зависит также от рационализации их структуры. Одно из направлений подобной рационализации заключается в изменении параллельной структуры промышленных узлов. В настоящее время при сокращении спроса в стране и на внешних рынках предприятие снижает объемы производства и стремится сократить запасы готовой продукции, т.е. сокращается размеры параллельной структуры предприятия. При увеличении уровня внутреннего спроса предприятие не только увеличивает выпуск продукцию, но и наращивает объем запасов готовой продукции. Другой способ повысить эффективность работы предприятий заключается в сокращении размеров потенциальной структуры за счет увеличения процентов использования производственных мощностей.

При этом, в структуре ТПС необходимо не только увеличить общее количество эффективно работающих предприятий, но и добиваться рационального сочетания добывающих и обрабатывающих производств. Это позволит оперативно реагировать на колебания спроса как на зарубежных рынках, так удовлетворять потребности местных потребителей.

Заключение

Изучение механизма формирования отношений спроса и предложения в структуре ТПС позволяет выявлять их общие закономерности, в т.ч. и в виде парных структур. Под воздействием территориального разделения труда и рыночного спроса в пределах ТПС развиваются производственно-технологические связи между предприятиями, складываются локальные, районные и межрайонные территориально-хозяйственные структуры. Выявление в этих ТПС парных структур позволяет выявлять механизм формирования неравновесных отношений между элементами, диспропорции в развитии основных структурных блоков (специализации и обслуживания производства и населения). Регулирование этих процессов позволит повысить эффективность производства в локальных и региональных ТПС.

Благодарность. *Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН ТИГ ДВО РАН (FWMW-2025-0003): «Географические и геополитические факторы в устойчивом развитии территориальных структур хозяйства и населения региональных и локальных уровней Тихоокеанской России».*

Литература

1. Бакланов П.Я. Территориальные структуры хозяйства в региональном управлении. – М.: Наука, 2007. – 239 с.

2. Бакланов П.Я. Пространственные структуры и территориальные системы в региональном развитии. Избранное. – Владивосток: Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, 2024. – 464 с.

3. Кузьмин С.А. Социальные системы. Опыт структурного анализа. – М.: Наука, 1996. – 191 с.

4. Мошков А.В. Промышленные узлы Дальнего Востока. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – 189 с.

5. Мошков А.В. Структурные изменения в региональных территориально-отраслевых системах промышленности российского Дальнего Востока. – Владивосток: Дальнаука, 2008. – 266 с.

6. Пробст А.Е. Вопросы размещения социалистической промышленности. – М.: Наука, 1971. – 379 с.

7. Саушкин Ю.Г. Экономическая география: История, теория, методы, практика. –М.: Мысль, 1973. – 559 с.

8. Современный маркетинг / Хруцкий В.Е., Корнеева И.В., Автюхова Е.Э. – М.: Финансы и статистика, 1991. – 256 с.

9. Теневая экономика / Бунич А.П., Гуров А.И., Корягина Т.И. и др.; Состав. Дружинин В.А. – М.: Экономика, 1991. – 160с.

10. Шарыгин М.Д. Дробное районирование и локальные территориально-производственные комплексы. – Пермь: Перм. ун-т, 1975. – 139 с.

УДК 801.311:265.53 DOI: 10.35735/9785605515623_42

ГЕОГРАФО-ТОПОНИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ШАНТАРСКИХ ОСТРОВОВ (ОХОТСКОЕ МОРЕ)

Симашов М.Р., Бровко П.Ф.
ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», г. Владивосток

Аннотация. Шантарские острова – уникальный архипелаг Охотского моря, характеризующийся сложными природными условиями, близкими к субарктике, усложняющими развитие внутреннего туризма. За долгий период изучения, начавшийся в XVII веке, карты архипелага пополнялись новыми географическими названиями, в особенности с начала 20-х годов XIX века. Составлен список топонимов прибрежной зоны Шантарских островов из 93 названий, ранжированных по 19 позициям. На основе составленного списка проанализирована связь топонимии с ключевыми этапами истории освоения Шантарских островов.

Ключевые слова: *Шантарские острова, Шантарское море, география, топонимия, остров Утичий, туризм.*

GEOGRAPHICAL AND TOPONOMICAL ANALYSIS OF THE SHANTAR ISLANDS (OKHOTSK SEA)

Simashov M.R., Brovko P. F.
Far Eastern Federal University, Vladivostok

Annotation. The Shantar Islands are a unique archipelago in the Sea of Okhotsk, characterized by complex natural conditions that are close to the subarctic, making it difficult to develop domestic tourism. Over the long period of exploration that began in the 17th century, maps of the archipelago were updated with new geographical names, especially since the early 1820s. For the first time, a list of 93 toponyms in the coastal zone of the Shantar Islands has been compiled, ranked in 19 categories. Based on the compiled list, the relationship between toponymy and the key stages of the history of the Shantar Islands development is analyzed.

Key words: *Shantar Islands, Shantar Sea, geography, toponymy, Utiche Island, tourism.*

Введение. Шантарские острова расположены в западной части Охотского моря и по своим природным условиям приближаются к субарктике. Зима здесь одиннадцать месяцев в году – в июле в Шантарском море еще плавают льдины, а в сентябре может идти первый снег. Общая площадь островов около 2500 км^2 (по Ганешину – 2412 км^2) [1]. А вот количество островов разнится в широких пределах.

У Г.С. Ганешина это «четыре больших и восемь малых островов» [4, с. 91]. Действительный статский советник О.В. Маркграф в 1912 г. также «называет 12 островов, входящих в группу Шантарских: Большой и Малый Шантар, Феклистов, Большой и Малый Беличьи, Медвежий, Прокофьева, Кусова, Птичий, Сахарная Голова, Рогатка и Сивучьи Камни» [3, с. 31]. Но далее указывает, что «некоторое число малых островов не поименовывается отдельно…Так при Феклистове – остров Сухотина, Бранта и три маленьких островка у западной стороны Феклистова» [3, с. 100]. Т.е. как минимум 17 островов. Такое же число называет и геолог А.А. Коковкин, проводивший на островах полевые исследования [5]. В энциклопедии «Шантарские острова» речь идет уже о 23 островах [10]. Интересна судьба острова Медвежьего, который не все авторы включают с состав архипелага. Очевидно, что этот вопрос требует дальнейшего рассмотрения.

В последние годы интерес к району Шантарских островов со стороны государственных и коммерческих структур продолжает возрастать. В 2013 году был создан одноименный национальный парк, а в 2017 году и туристский кластер в рамках федеральной целевой программы «Развитие внутреннего и въездного туризма в Российской Федерации». Весьма высока востребованность информации среди туристов по истории и географии, экологии и топонимике архипелага. Комплексное описание Шантарских островов на данный момент остается неполным.

Материалы и методы. Материалом для исследования послужили географические карты Шантарского архипелага, опубликованные научные труды и источники, посвященные истории освоения островов и их природной характеристике, космические снимки. Методологическая основа работы включает общенаучные методы анализа и синтеза, а также специальные подходы историко-географического и топонимического исследования. На первом этапе был проведен комплексный анализ литературных и картографических материалов, позволивший составить полный перечень географических названий архипелага. На втором этапе полученный список из 93 топонимов был подвергнут систематизации с использованием классификации, разработанной А. М. Сазыкиным и А О. Глушко [11].

Результаты и обсуждение. *История освоения Шантар и особенности развития топонимики в различных исторических периодах***.** Шантарские острова были открыты в 1640 году отрядом казаков Ивана Москвитина, назвавших их островами Гиляцкой орды (по этнониму нивхов, проживавших на материке). Через пять лет Василий Поярков с отрядом первым из русских высадился на архипелаг, переждав непогоду на одном из островов. В 1652 году Иван Нагиба также поверхностно посетил южные острова в ходе поисков Ерофея Хабарова.

Последующие 50 лет не принесли сведений о посещении архипелага, однако в 1702 году была составлена первая карта, на которой Шантары изображались в виде четырех островов. Именно тогда на карте впервые появились названия, признанные ныне: Большой Шантар, Малый Шантар, Беличий и Феклистова**.**

В период Большой Северной экспедиции Витуса Беринга острова посетил капитан Алексей Шельтинг, а полноценное исследование в 1736-41 годах провел Степан Крашенинников. Он описал основные острова, отметив обилие опасных для судоходства кекуров и подводных камней.

Следующая, по-настоящему значимая экспедиция состоялась только в 1829 году под руководством поручика Козьмина, на шхуне «Акция». Козьмин составил первую подробную карту архипелага, изучил берега, погоду и приливы, открыл и назвал острова Кусова и Прокофьева**.** Дальнейшие исследования дополняли данные Козьмина. В 1844 году Миддендорф описал южное побережье острова Большой Шантар, Медвежий и Мутыхангда (Утичий), отметив огромную силу морских течений в том районе – «…морское течение с силою горного потока отрывало от берега…мы, окруженные глыбами льда и сопровождавшим их туманом считали себя счастливыми, когда … могли на ночь укрыться в Лебяжьей губе (ныне залив Люцун)» [6, 7, с. 24].

Экспедиция геолога Меглинского в 1851 году впервые изучила геологию архипелага, а купец Линдгольм обозначил приливо-отливные течения. В 1885 году Федор Энгельм исследовал острова Феклистова и Малый Шантар, открыв бухту **Абрек** (названную в честь винтового клипера) и остров **Сухотина**. В 1910 году генерал-губернатор Павел Унтербергер объявил Шантарское море внутренним и закрытым для иностранных судов. Это стало последним крупным открытием имперского периода.

Дореволюционный этап освоения является основным этапом формирования топонимии архипелага. Топонимия дореволюционного периода несет на себе как отчетливый отпечаток этапов освоения русскими первопроходцами и мореплавателями, так и значительный вклад местного населения. Распространены названия, отражающие памятный и мемориальный

характер**:** острова Кусова, Прокофьева, Сухотина, река Климовского, рейд Энегельма и др. - увековечили фамилии участников экспедиций и государственных деятелей той эпохи. Имеется значительное число утилитарных названий, образованных по принципу аналогии, какой-либо особенности объекта или памяти. Ярким примером служат ручьи Гнилой и Южный Веселый, гора Веселая, реки Круглая и Горбатая. Отмечается и наличие этнотопонимов (Шантар, Аргулад, Амука, Тавалак и др.). Их значимость, отраженная в том числе и в самом названии архипелага, что по наиболее распространенной версии происходит от нивхского слова «остров», говорит об освоении островов людьми не только до революции, но даже до прихода русских в принципе, подчеркивает вклад коренного населения в изучение Шантар. В целом дореволюционную топонимию можно охарактеризовать как стихийную, отражающую либо визуальные наблюдения (о. Беличий), либо отсылающее к доимперскому периоду истории, или, что чаще, фиксирующую имена конкретных людей, причастных к полноценному открытию и описанию этих земель, закладывая тем самым основу историко-географической памяти региона.

Основной период исследований Шантарских островов приходится на советское время. В 20-30-е годы прошлого века он связан с именами Г.Д. Дулькейта, И.Г. Закса, А.Г. Кузнецова, И.К. Шишкина и др. В 60-90-е годы большой вклад в изучение природы архипелага внесли Е.И. Арчиков, П.Ф. Бровко, Н.М. Губкин, А.А. Коковкин, А.В. Потехина, Р.О. Радкевич, Г.Е. Росляков, Ю.Ф. Чемеков, С.Д. Шлотгауэр, В.Д. Яхонтов и многие другие.

Еще в начале 70-годов XX века ученые институтов ДВНЦ СССР, общественные организации г. Хабаровска поднимали вопрос о создании на Шантарских островах заповедника. Не прошло и сорока лет, как постановлением Правительства Российской Федерации 30 декабря 2013 был учрежден национальный парк «Шантарские острова»**.** Сейчас на островах ведутся научные исследования, активно развиваются различные виды экологического, в том числе экстремального, туризма, в частности, наблюдения за китами и птичьими «базарами».

Развития топонимии в советский и постсоветский период не отмечено, процесс присвоения новых имен природным объектам был практически остановлен, уступив место их инвентаризации, изучению и использованию. Так, на архипелаге полностью отсутствуют типичные советские названия в честь революционных деятелей и связанных с Коммунистической партией организаций. Можно судить о том, что большинство значимых мест на архипелаге получило свое название еще в дореволюционный период, а исследования советских и постсоветских ученых носили преимущественно интенсивный, а не экстенсивный характер, не открывая чего-то принципиально нового, но значительно увеличивая качество и количество информации об уже известных местах.

*Классификация и характерные особенности топонимии Шантар***.** Важность и актуальность вопросов топонимии подчеркивают географо-топонимические исследования дальневосточных морей и их побережий, представляющие большой интерес для широкой общественности, системы образования, организации туристских маршрутов, включая круизы, что проводятся региональными отделениями Русского географического общества во Владивостоке, Южно-Сахалинске, Хабаровске [1, 2]. В Приморье утверждены названия мысов о. Рейнеке в честь академиков А.В. Жирмунского, Г.Б. Елякова, В.И. Ильичева, В.Л. Касьянова. На Сахалине много лет действует программа «Имянаречение», где уже десяткам мысов, бухт, заливов присвоены имена первооткрывателей, исследователей, выдающихся деятелей нашей страны.

Для Хабаровского края с его огромной территорией, выдающейся историей открытий, изучения и освоения, исследования по топонимике также имеют большое значение, в т. ч. и для организации туристской деятельности.

На Шантарских островах нами проведен географо-топонимический анализ объектов прибрежной зоны: мысы, острова, скалы, проливы, заливы, бухты. Для рек, впадающих в море,

приняты во внимание и некоторые их притоки. Учитывались объекты на морских навигационных и топографических картах масштабов 1: 100 000 и 1: 50 000. Топонимы подразделены согласно существующим классификациям на 19 групп [11]. Наиболее представлены следующие:

Именные топонимы: река Климовского, остров Шилова, остров Прокофьева, остров Кусова, остров Сухотина, рейд Энегельма, пролив Линдгольма, остров Феклистова, и др. (всего 20).

Зоотопонимы: озеро Лисье, бухта Лебяжья, остров Сивучьи Камни, острова Беличий, Утичий (он же Рогатка), река Оленья, река Ленковая, река Нерпичья, река Медвежья и др. (16).

Топонимы по особенностям географического положения: остров Южный, пролив Северо-Западный, мыс Западный, мыс Северный, ручей Поворотный, пролив Северо-Восточный и др. (14).

Топонимы по некоторым особенностям объекта: ручей Видный, ручей Раздельный, ручей Проточный, пролив Опасный, ручей Барочный, ручей Лесосечный и др. (12).

Оротопонимы: мыс Покатый, остров Скала, мыс Перевальный, мыс Кекурный, остров Арка (ранее Дыроватый) и др. (7).

Этнотопонимы: Шантар, Аргулад, Амука, Тавалак, Омокой и др. (7)

Кроме того, встречаются названия географических объектов в честь судов (бухта Абрек), религиозных праздников и событий (мыс Успения), и др., всего 93 наименования. Из них одиннадцать объектов пока неизвестного происхождения (губа Якшина, остров Феклистова, остров Олай, ручей Борисов и др.).

Исходя из собранных данных, можно сделать вывод о том, что топонимия Шантарских островов имеет две ярко выраженные черты, каждая из которых глубоко связана с историей их освоения. Во-первых, она характеризуется недостаточностью данных, загадочным происхождением части топонимов, в том числе принадлежащих крупным объектам и территориям. Информация о том, в честь какого человека по фамилии Феклистов был назван второй по размеру остров в архипелаге до сих пор не найдена, несмотря на все усилия, что были приложены для этого. Неизвестен перевод некоторых этнотопонимов, в частности, Аргулад и Амука (реки, текущие на о. Б. Шантар).

Второй и главной характерной чертой топонимии Шантарских островов является доминирование природных топонимов над антропогенными – из 93 топонимов последними являются только 33. Данная особенность напрямую проистекает из особенностей географического положения архипелага. Шантарские острова были и остаются труднодоступным регионом, который на протяжении большей части истории посещался преимущественно охотниками, рыбаками и промысловиками, что не давали официальных имен, а только помечали объекты из соображений практического удобства.

Шантары не имели постоянного населения до XIX века, не стали местом активной колонизации или миссионерской деятельности – в следствии этого почти не встречаются религиозные топонимы. Не происходило и крупных сражений, значительных религиозных или политических событий (нет аналогов «Храмовым» бухтам или «Царским» мысам), массового переселения (в отличие от, например, Сахалина с его «каторжными» топонимами). Официальные названия давались в основном моряками и исследователями, и их влияние, вследствие малого количества экспедиций и их непостоянством, осталось точечным.

Заключение.

В итоге можно заключить, что топонимия Шантарских островов является характерным примером топонимии периферийной, долгое время остававшейся досконально не исследованной, территории. Она вобрала в себя все ключевые особенности региона: историю его поэтапного открытия, утилитарный подход первопроходцев и множество белых пятен,

оставленных нерегулярностью, прерывистостью истории исследования и освоения архипелага. В своей совокупности топонимы Шантар выступают не просто как система названий, а как четкое отражение самой истории взаимодействия человека с этой территорией.

Литература

1. Бровко П.Ф. Береговые исследования дальневосточных морей: имена на географической карте //Третьи краеведческие чтения: Межрегиональная научная конференция. – Калининград: Полиграфычъ, 2023. – С. 217-232.
2. Бровко П.Ф. Отечественные исследователи прибрежной зоны дальневосточных морей: монография. – Владивосток: Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2024. – 140 с.
3. Бровко П.Ф., Троицкая Н. А. Скромная звезда Охотоморья. Из истории изучения Шантарских островов // Документы и материалы. – Владивосток: РГИА Дальнего Востока, 2011. – 150 с.
4. Ганешин Г. С. Происхождение Шантарских островов // Природа. – 1956. – № 4. – С. 91-93.
5. Коковкин А. А. Эволюционная модель новейшей структуры Шантарского архипелага // Отечественная геология. – 2019. – № 2. – С. 73-89.
6. Махинов А.Н., Антонов А.Л. Географические исследования и открытия А.Ф. Миддендорфа на Дальнем Востоке России (к 180-летию экспедиции на Дальний Восток) // Тихоокеанская география. – 2025. – № 1. – С. 82–94. https://doi.org/10.35735/26870509_2025_21_7
7. Миддендорф А.Ф. Путешествие на север и восток Сибири. Ч.1. – СПб.: Изд-во ГеоГраф, 2004. – 922 с.
8. Нечаев А. П. Шантарские острова // Вопросы географии Дальнего Востока. – Хабаровск: Кн. изд., 1955. Вып. 2. – С. 18-35.
9. Опись Козьминым Удского берега Охотского моря и Шантарских островов (1829–1831). – СПб, 1846. – 16 с.
10. Сазонов Е. Шантарские острова: географическая энциклопедия. – М.: Изд-во Комсомольская правда, 2019. – 158 с.
11. Сазыкин А. М., Глушко А. А. Семантическая классификация топонимов Приморского края / А. М. Сазыкин, А. А. Глушко // Тихоокеанская география. 2024. – № 4. – С. 44–63 https://elibrary.ru/item.asp?id=80220429
12. Труды межрегиональной научно-краеведческой конференции «Ю.И. Москвитин и Шантарские острова: 375 лет со дня открытия». – Хабаровск: Заповедное Приамурье, 2016. – 128 с.
13. Шантарский архипелаг: Рассказ об удивительном природном островном комплексе Приохотья. The Shantar archipelago / Фотосъемка Ю. Дунского, Г. Рослякова; Сост. А. Посохов. Текст Г. Рослякова, О. Кусакина, С. Шлотгауэр. – Хабаровск: Кн. изд., 1989. – 224с.

УДК 911.52 DOI: 10.35735/9785605515623_47

НООЛАНДШАФТОСФЕРА: НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ВЕКТОР РАЗВИТИЯ НАУЧНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО И ОТРАСЛЕВОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОСВОЕНИЯ РОССИИ

Старожилов В.Т.,

Дальневосточный федеральный университет, Институт Мирового Океана, кафедра почвоведения, Тихоокеанский международный ландшафтный центр

Аннотация. Речь идет о комплексном применении, разработанного в Дальневосточном федеральном университете Российского учения Старожилова о нооландшафтосфере планеты Земля и выделенной и сформулированной нооландшафтосфере как новой геологической оболочки, ландшафтной структуры, инфогеоэнергосферы взаимодействия информационных, вещественных, энергетических потоков геосфер Земли, инфогеоэнергофокуса взаимодействия потоков геосфер Земли и Космоса, природного (ландшафтного) фундамента практик освоения. Формулируется и рекомендуется применять их как основы (фундамент) практик решения проблем в области географических исследований, социально-экономического и экологического развития сельского хозяйства и сельских территорий, в подготовке кадров для АПК и других направлений. Рекомендуется осознать и видеть в связи с выделением нооландшафтосферы и разработанного учения о ней новые горизонты решения проблем развития географии и географии сельскохозяйственного производства и перспективы развития их научно-хозяйственного обеспечения.

Ключевые слова: *учение Старожилова, нооландшафтосфера, инфогеоэнергосфера, сельское хозяйство, производство, социально-зеономическое развитие*

NOOLANDSCAPE SPHERE: NEW RESEARCH HORIZONS AND A VECTOR FOR DEVELOPING SCIENTIFIC SUPPORT FOR INTEGRATED AND SECTORAL GEOGRAPHICAL DEVELOPMENT IN RUSSIA

Starozhilov V.T.

Far Eastern Federal University, World Ocean Institute, Department of Soil Science, Pacific International Landscape Center

Abstract. This paper discusses the comprehensive application of Starozhilov's Russian theory of the noolandscape sphere of planet Earth, developed at the Far Eastern Federal University, and the identified and formulated noolandscape sphere as a new geological shell, landscape structure, infogeoenergosphere of the interaction of information, material, and energy flows of the Earth's geospheres, infogeoenergofocus of the interaction of flows between the geospheres of the Earth and space, and a natural (landscape) foundation for development practices. These concepts are formulated and recommended for application as the basis (foundation) for problem-solving practices in the fields of geographical research, socioeconomic and environmental development of agriculture and rural areas, in the training of personnel for the agro-industrial complex, and other areas. It is recommended to recognize and see, in connection with the identification of the noolandscape sphere and the theory developed about it, new horizons for solving problems in the development of geography and the geography of agricultural production, and prospects for the development of their scientific and economic support.

Keywords: *Starozhilov's teachings, noolandscape sphere, infogeoenergosphere, agriculture, production, socio-zeonomic development*

Ведение. В Дальневосточном федеральном университете под руководством директора Тихоокеанского международного ландшафтного центра, Академика РАЕ, профессора, заведующего кафедрой почвоведения Валерия Старожилова разработано учение о

нооландшафтосфере планеты Земля. В рамках данного учения, опирающегося на авторскую парадигму «Ландшафтопользование России», выделена новая геологическая оболочка — Нооландшафтосфера. Она рассматривается в качестве фундаментальной основы для комплексного и отраслевого комплексного географического освоения территорий и внедрения инновационных научно-производственных технологий.

Ранее нами обсуждались перспективы применения этого подхода в таких областях, как земледелие и почвоведение. Были сформулированы рекомендации по новым направлениям исследований и векторам развития. В частности, предложено использовать модели ландшафтов и нооландшафтосферы в качестве природной основы на локальном, региональном и планетарном уровнях с использованием классификации по видовым, типологическим и иерархическим единицам ландшафтов (виды, роды, типы, округа, провинции, области, пояса). При этом ландшафтный фундамент понимается как комплексный природный объект, интегрирующий такие компоненты как литосферные вещественные комплексы, тектонику, климат, водные ресурсы, почвы, растительность и биоценозы.

Исследования показали, что нооландшафтосфера в авторском понимании является не только геологической оболочкой и основой для освоения, но и сферой максимального взаимодействия информационных, вещественных и энергетических потоков атмосферы, гидросферы, литосферы, биосферы и Земли в целом. Это позволяет определить её как инфогеоэнергосферу и инфогеоэнергофокус, концентрирующий воздействие потоков земных геосфер и Космоса. Кроме того, нооландшафтосфера представляет собой глобальную структуру, ключевую для сбора информации по освоению планеты и исследования проблем сохранения цивилизаций.

Несмотря на свою значимость, учение о нооландшафтосфере до сих пор не получило применения на государственном уровне. Это в полной мере относится и к сфере научного обеспечения географии и, в частности, комплексной географии почвоведения и сельского хозяйства, включая планирование, управление, а также развития современных инновационных технологий. Отмеченное показывает актуальность проведенных исследований.

Цель работы — обосновать и рекомендовать к внедрению знания о нооландшафтосфере и учению Старожилова для решения задач комплексного научного обеспечения географии освоения и, в частности, комплексной географии освоения почв и сельского хозяйства, включая планирование, управление, а также развития современных инновационных технологий для социально-экономического и экологического развития территорий и подготовки кадров для них.

Материалы и методы. Исследование основано на синтезе и анализе материалов научно-производственных экспедиций в области геологии, геоморфологии, почвоведения и сельского хозяйства. Где были собраны данные 15 полевых сезонов работ автора в геолого-съемочной экспедиции «Приморгеолкома», а также 15 летние крупномасштабные тематические работы по геологии, географии и освоению Приморского края, Сахалинской и Камчатской ландшафтных областей, по выделенному автором Тихоокеанскому ландшафтному поясу, разработку ландшафтных основ для развития сельскохозяйственного производства, в частности, для Уссури-Ханкайской провинции, результаты многолетних исследований по применению ландшафтного метода в освоении территорий, включая почвоведение и земледелие, специальные исследования ландшафтной структуры озера Ханка как модели для сельскохозяйственного освоения юга Тихоокеанского пояса. Изучались ландшафты Тихоокеанского ландшафтного пояса и его ключевых областей: Сихотэ-Алинской, Сахалинской, Камчатской и других.

Важную роль сыграли картографические материалы, в том числе опубликованная ландшафтная карта Приморского края масштаба 1:500 000, а также карты районирования [1–3]. Методологической базой послужили авторские разработки: «Ландшафтопользование

России», «Нооландшафтосфера», «Российское учение Старожилова о нооландшафтосфере – фундамент практик освоения», а также материалы по почвоведению, землепользованию и прикладным исследованиям [4–9].

Результаты и их обсуждение. Прежде всего, следует подчеркнуть, что в ходе многочисленных исследований было установлено, что ландшафт является первым и наиболее важным объектом внимания для исследователей, а также практиков, занимающихся выбором полигона и проведением различных исследований. Ландшафт, в свою очередь, представляет собой часть более широкой концепции, известной как концепция «нооландшафтосфера». На основании наших исследований можно утверждать, что ландшафт составляет геологическую сферу (нооландшафтосферу) Земли и инфогеоэнергофокус, который позволяет максимально реализовать информационные, материальные и энергетические потоки как Земли, так и всей Вселенной. Таким образом, ландшафт служит основой для практик, направленных на изучение инфогеоэнергофокусных характеристик, которые формируются под воздействием различных потоков, таких как водные, воздушные, флюидные, магнитные, гравитационные, геохимические и другие экзогенные и эндогенные потоки [10].

Кроме того, было установлено, что для успешного проведения исследований, связанных с решением проблем в области географического освоения территорий и географии земель, предназначенных для сельскохозяйственного использования, необходимо глубокое понимание морфологического строения ландшафтных территорий. Это знание должно быть дополнено наличием полимасштабных векторно-слоевых ландшафтных карт. Такие авторские карты, созданные на основе научных и экспедиционных исследований фрагментов нооландшафтосферы, в частности для Тихоокеанского ландшафтного пояса, могут служить примером для разработки карт и для других регионов России.

В процессе наших исследований мы формулируем и рассматриваем рекомендации, касающиеся основ обеспечения географического освоения и в отраслевом случае сельскохозяйственного производства. Здесь важно отметить, что помимо картографического материала, касающегося ландшафтов, необходимо также учитывать знания о комплексных экзогенных и эндогенных инфогеоэнергофокусных характеристиках ландшафтов и нооландшафтосферы. Эти характеристики являются результатом взаимодействия различных потоков, таких как информационные, материальные и энергетические потоки, которые действуют в атмосфере, гидросфере, литосфере и биосфере, а также в рамках Солнечной системы и всего Земного шара.

В результате этого взаимодействия формируется внутреннее содержание ландшафтов и нооландшафтосферы, которое можно охарактеризовать как информационное, вещественное и энергетическое. Информационный блок характеристик включает в себя опубликованные данные в средствах массовой информации, научных статьях и других изданиях, что позволяет создать более полное представление о ландшафтах и их характеристиках.

Таким образом, можно сделать вывод, что для успешного проведения исследований в области географии освоения и в частном случае географии сельского хозяйства и смежных областях необходимо учитывать множество факторов, связанных как с природными, так и с социально-экономическими условиями. Важно не только иметь доступ к качественным картографическим материалам, но и обладать глубокими знаниями о взаимодействии различных информационных, вещественных, энергетических потоков и характеристик, которые влияют на ландшафт и его использование. Это позволит более эффективно решать задачи, связанные с устойчивым развитием географического освоения и в частном случае решение задач географии почв и сельскохозяйственного производства.

Заключение.

В современных исследованиях ландшафтов и концепции нооландшафтосферы возникает необходимость осмыслить эти области как нечто большее, чем просто набор природных (вещественные комплексы литосферы, тектоника, рельеф, климат, воды, почвы,

растительность, биоценозы) характеристик. Рекомендуется рассматривать их в контексте инфогеоэнергофокуса или инфогеоэнергосферы, что может служить основой для практик освоения и эффективного управления в различных аспектах. Это включает в себя решение проблем, связанных с географией освоения и в частном случае с географией почвоведения и сельскохозяйственным освоением территорий России. Важно также учитывать социально-экономическое и экологическое развитие географического освоения территорий, что в свою очередь требует подготовки квалифицированных кадров.

В процессе изучения ландшафтов и нооландшафтосферы, а также вопросов географического управления в географии и в частном случае в географии почвоведения и сельском хозяйстве, стоит обратить внимание не только на стандартные характеристики, принятые в научной и производственной сферах на сегодняшний день, но и дополнить их исследованием инфогеоэнергетических характеристик. Это включает в себя мониторинг как экзогенных, так и эндогенных потоков информации, веществ и энергии, которые циркулируют на Земле и в её геосферах. Более того, этот подход должен охватывать и более широкие масштабы, включая характеристики, связанные с Вселенной в целом.

Анализ и сбор статистических данных по инфогеоэнергетическим характеристикам позволит значительно повысить качество будущих моделей, направленных на решение различных проблем, связанных с управлением географическим освоением и все эти аспекты могут стать основой для создания более эффективных моделей социально-экономического развития страны в целом.

Таким образом, рассмотрение ландшафтов и нооландшафтосферы через призму инфогеоэнергетических характеристик и внедрение полученных данных в практику географического управления может привести к более устойчивому и эффективному экономическому развитию территорий в России. Это позволит не только решить текущие проблемы, но и создать прочный фундамент для будущего развития, основываясь на научных данных и современных подходах. В целом рекомендуется осознать и видеть, в связи с выделением нооландшафтосферы и разработанного учения о ней, новые горизонты решения проблем развития географии освоения и географии сельскохозяйственного производства и перспективы развития их научно-хозяйственного обеспечения.

Литература.

1. Старожилов В.Т. Карта ландшафтов Приморского края масштаба 1:500 000. – М.: ВНТИЦ, 2007. –№ 50200702556.

2. Старожилов В.Т. Карта ландшафтов Приморского края масштаба 1: 1 000 000. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2009.

3. Старожилов В.Т. Ландшафты Приморского края масштаба 1: 500 000 (Объяснительная записка к карте масштаба 1: 500 000). – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2009. – 368 с.

4. Старожилов В.Т., Дербенцева А.М., Нестерова О.В., Ткаченко В.И., Евсеев А.Б. Картографический эколого-ландшафтный подход в оптимизации природопользования. Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2009. – № 55. – С. 271-277.

5. Старожилов В.Т. Концепция площадной ландшафтной индикации в политике Тихоокеанского международного ландшафтного центра ШЕН ДВФУ/ В сборнике: Современный взгляд на будущее науки:приоритетные направления и инструменты развития. Сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции. 2017. С.37-39.

6. Старожилов В.Т. Гидромелиорация и влияние их на водный режим и твердый сток водосборов. Березников К.П., Сакара Н.К., Крупская Л.Т. Дербенцева А.Н., Старожилов В.Т., Степанова А.И., Нестерова О.Н., Ознобихин В.И., Монография / Владивосток, 2009.

7. Старожилов В.Т. Природопользование: практическая ландшафтная география. / учебник. Школа естественных наук ДВФУ, Тихоокеанского международного ландшафтного центра, Школа естественных наук ДВФУ. – Владивосток, 2018. – 276с

8. Старожилов В.Т. Особенности свойств почв в ландшафтных зонах затопления паводковыми водами (на примере Приморья): учебн. пособие / А.М. Дербенцева, В.И. Ознобихин, А.И. Степанова, В.Т. Старожилов, А.А. Бессарабова. – М.: ВНТИЦ, 2007. – № 50200700723. –121 с.

9. Старожилов В. Т. Денудационные процессы в ландшафтах и геоэкологические предпосылки техногенных изменений: монография / В.Т. Старожилов, Л.Т. Крупская, А.М. Дербенцева, А.А. Черенцова, А.И. Степанова, В.И. Ткаченко, Т.И. Матвеенко. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2009. – 137 с.

10. Старожилов В.Т. Новые горизонты исследований в Российском учении о нооландшафтосфере-ландшафт и их сфера полимасштабные инфогеоэнергофокусы планеты Земля / В сборнике: Геосистемы Северо-Восточной Азии: природные, социальные и хозяйственные системы. Сборник научных статей. – Владивосток, 2025. – С. 53-58.

УДК 550.47:504.054 DOI: 10.35735/9785605515623_52

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ В МОНИТОРИНГЕ И ОЦЕНКЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОИНДИКАТОРОВ

Чернова Е.Н.,
ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

Аннотация. Показано, что для оценки загрязнения окружающей среды с использованием организмов не разработано предельно допустимых концентраций. Геохимические реперные величины – фон и кларк представляют собой средние значения выборок, используются для определения степени обогащения или обеднения природных компонентов, и для оценки степени загрязнения не могут быть использованы. В качестве аналога ПДК рекомендуется использовать величину Медиана + 2МАО (двойная медиана абсолютных значений от медианы), как верхний пороговый уровень фоновых концентраций элемента. Пороговые значения фоновых концентраций уже рассчитаны для массовых видов морских макрофитов-индикаторов состояния среды Японского, Охотского, Белого, Южно-Китайского морей, Сейшельских островов, пресноводных моллюсков-унионид Днепра (Украина), Вьетнама, Приморского края (Россия). В качестве ориентировочного порогового уровня для определения степени загрязнения элементами морской среды и без учета систематических особенностей биомониторов можно рекомендовать значение Q3 из обобщенной выборки Мировых данных для морских трав, отделов зеленых, бурых и красных водорослей.

***Ключевые слова**: биоиндикаторы, биомониторы, кларк, фон, пороговые значения фоновых концентраций.*

GEOCHEMICAL AND ECOLOGICAL CRITERIA IN MONITORING AND ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL POLLUTION USING BIOINDICATORS

Chernova E. N.,
Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok

Annotation. It is shown that no maximum permissible concentrations have been developed to assess environmental pollution using organisms. Geochemical reference values – background and Clark represent the average values of the samples, are used to determine the enrichment or depletion of natural components and cannot be used to assess the degree of contamination. It is recommended to use the Median + 2MAD (double the median of absolute deviation from the median), the upper threshold level of background concentrations of the element as an analog of the MPC. Threshold values have already been calculated for mass species of marine macrophytes-indicators of the Japan, Okhotsk, White, South-China Seas, and Seychelles, freshwater bivalves Unionidae from Dnieper (Ukraine), Vietnam, Primorskii Krai (Russia). In case of insufficient data for calculating threshold concentrations, the Q3 value from a generalized sample of Global data for seagrasses, green, brown and red algae divisions can be recommended as an approximate threshold level for determining the degree of pollution by elements of the marine environment and without taking into account the systematic features of biomonitors.

***Keywords:** bioindicators, biomonitors, clarke, background, threshold values of background concentrations.*

Введение. Для экологической оценки состояния окружающей среды необходимы критерии – граничные (реперные) величины параметров среды, которые разделяют ее на чистую и загрязненную. В частности, экологическими критериями загрязнения пищевых продуктов, воды, почвы, атмосферного воздуха являются предельно допустимые концентрации (ПДК) веществ или элементов, или предельно допустимые уровни (ПДУ) воздействия физических факторов (шума, электромагнитного излучения), направленные на сохранение здоровья населения и качества окружающей среды, и обеспеченные нормативными документами санитарной и экологической государственных служб. Для живых организмов – индикаторов качества среды – таких нормативов нет. Имеются только санитарно-гигиенические ПДК для четырех наиболее токсичных элементов (As, Hg, Cd, Pb – [1]) в пищевых продуктах. Сравнение полученных в исследованиях концентраций элементов в организмах с этими ПДК отвечает на вопрос о том, безопасно ли человеку употреблять пищевые продукты животного или растительного происхождения, но не отвечают на вопрос о безвредности (токсичности) этих концентраций для самих живых организмов.

Все известные реперные величины, используемые в формулах для определения обогащения или степени загрязнения природных компонентов можно свести к трем – кларк и фоновый уровень, ПДК. Коэффициенты концентрации, нормализованные по среднему содержанию химического элемента в литосфере (кларку), в какой-либо геохимической системе (почве, горной породе, растительности и т.д.) или ее таксономической части (тип почвы, тип горной породы и т. д.), называются кларками концентрации. Коэффициенты концентрации, нормализованные по отношению к геохимическому фону (среднему значению или медиане), называются коэффициентами аномальности (контрастности) или фактором обогащения. Коэффициенты, рассчитанные как отношение полученной концентрации элемента (вещества) в компоненте среды к его ПДК в этом же компоненте среды ($Ci / C_{ПДК}$), называются коэффициентами опасности (Ко) или индексами экологического риска (для человека и его среды обитания).

Биомониторинг – метод слежения за состоянием экосистемы, в частности, за содержанием в ней тяжелых металлов, с использованием массовых видов живых организмов. Он основан на том, что прикрепленные организмы легко доступны, толерантны по отношению к широкому диапазону концентраций металлов, накапливают биодоступные формы элементов пропорционально их содержанию в среде. Однако существует видоспецифичность в накоплении элементов, что усложняет расчет универсальных реперных констант при переводе биомониторинга на уровень оценки состояния среды.

Целью данной работы было изучить подходы к оценке степени загрязнения экосистем микроэлементами с использованием биоиндикаторов.

Материалы и методы: анализ научных публикаций по проблемам использования в экологической оценке реперных величин концентраций химических элементов – фоновые концентрации, кларки, ПДК.

Результаты и обсуждение. В геохимии существует понятие кларка, как средней концентрации элемента в земной коре или какой-либо ее части. Это понятие было разработано и внедрено в геохимию в 40-е годы 19-го столетия как показатель распространенности химических элементов в природе, которую А. Е. Ферсман назвал «новой константой мира» [2]. При поиске полезных ископаемых концентрации элементов в руде сравнивали с кларком в близкой по составу горной породе. На земле, вокруг найденных и уже разрабатываемых месторождений полезных ископаемых, исследователи отмечали природные и антропогенные аномалии – ореолы рассеяния элементов в горных породах, почвах, водах, в повышенных, относительно кларков, концентрациях. Избыток или недостаток каких-либо элементов в среде часто сопровождается изменениями состава растительности, животного мира, увеличением частоты возникновения определенных эндемичных заболеваний человека и животных. Появилось понятие о нормальном, повышенном или пониженном биогеохимическом «фоне».

Изучение антропогенных ореолов рассеяния элементов в населенных пунктах, соседствующих с местами добычи полезных ископаемых, привело к возникновению понятия «загрязнение».

Аналогично кларку природные фоновые концентрации веществ в среде определяются как «показатели их содержания в воздухе или воде, отвечающие средним условиям, характерным для данной территории или акватории, которые контролируются глобальными или макрорегиональными природными процессами» [3]. Когда кривая распределения отличается от нормальной, за оценку среднего значения может быть принято среднее геометрическое, или медианное значение. Только фоновая концентрация ксенобиотиков в компонентах экосистем стремится к нулю, так как до их синтеза данные вещества в природе не существовали.

Коэффициенты аномальности и кларки концентрации элементов в компонентах экосистем, в том числе биоиндикаторах, рассчитанные на основе средних концентраций и кларков отвечают на вопрос о дефиците или избытке элемента, но не отвечают на вопрос о наличии или отсутствии загрязнения. Для оценки степени загрязнения среды нужны разработанные ПДК вредных веществ, однако для массовых организмов-мониторов, населяющих эти среды они отсутствуют.

Любая статистическая величина имеет доверительный интервал. Следовательно, он должен быть учтен при использовании средней величины концентраций элементов. Вместе с ним средняя концентрация превращается в интервал значений с верхней и нижней границами. Введенные последними экологические нормативы стали рассчитываться с учетом наличия этого интервала. Так, за фоновую концентрацию вещества в морской среде приняли «статистически обоснованную верхнюю доверительную границу возможных средних значений концентрации этого вещества, рассчитанную по результатам гидрохимических наблюдений для наиболее неблагоприятного в отношении качества морской воды периода (сезона) в годовом цикле…. на станциях систематических наблюдений, расположенных вне зоны влияния действующих выпусков сточных вод» [4].

Для всех биологических видов, в том числе и человека, действует закон толерантности, открытый еще в 1840 г. Ю. Либихом (закон минимума) и получившим развитие в работах В. Шелфорда в 1913 г. Закон постулирует благоприятное существование организма в рамках некоторого диапазона толерантности (зона оптимума) каждого из значимых факторов среды. За пределами оптимума значений фактора справа и слева находятся зоны, в которых интенсивность жизнедеятельности организмов снижается (зоны пессимума). Не только избыток, но и недостаток любого значимого для организма фактора, в том числе микроэлемента, может служить причиной угнетения его жизненных функций, снижения продуктивности популяции и ее гибели.

Экспериментальным поиском оптимальных концентраций микроэлементов для сельскохозяйственных животных в 1940-80-е годы занимались последователи В.И. Вернадского – А.В. Виноградов, В.В. Ковальский с коллегами. В. Ковальский [5] экспериментально определил величины нормальных (=оптимальных) концентраций ряда микроэлементов в кормовых растениях для крупного рогатого скота в 1945-1974 гг. и указал на концентрации, как низкие, так и высокие, вызывающие заболевания. Его кривые в целом сходны с кривой закона толерантности.

Таким образом, оптимальные или нормальные концентрации природных веществ в компонентах наземных экосистем не равны нулю и представляют собой некоторый диапазон значений (син.: фоновые концентрации) как с точки зрения законов статистики, так и с точки зрения экологии.

В водной среде, в отличие от наземной, фоновая концентрация микроэлементов – это диапазон, который всегда существенно сдвинут в область низких значений. Это связано с тем, что для гидробионтов дефицит микроэлементов практически не наблюдается и быстро компенсируется – даже в центральных частях океанов с очень низкими содержаниями

микроэлементов, вокруг коралловых островов, существуют высокопродуктивные экосистемы. Недостаток биогенных элементов в водной среде уравновешивается высокой скоростью круговорота веществ или снижением биомассы системы. Концентрации микроэлементов в организмах таких систем, как правило, низки, коэффициент концентрирования из воды чрезвычайно высок [6], но они не испытывают дефицита элементов, как на суше. Уже в мониторинговых исследованиях международного проекта Mussel Watch, Национальным управлением океанических и атмосферных исследований США (NOAA) под эгидой ЮНЕСКО, за пороговую величину фоновой концентрации металла в биоиндикаторах – мидиях и устрицах принят 85-процентиль выборки [7]. Авторы полагают, что концентрации металлов выше уровня 85-го процентиля в организмах свидетельствуют о загрязнении акватории.

В XXI столетии на почвенных геохимических данных, а также выборке по микроэлементному составу пресноводных моллюсков было показано, что наиболее приемлемым для определения верхней границы пороговой концентрации элементов фонового диапазона является расчет медианы плюс двойная медиана абсолютных отклонений от медианы (медиана + 2МАО) [8, 9]. Эта величина может быть использована как для данных с нормальным распределением, так и иным, близка по значению к 85-процентилю [10], легко вычисляется, поэтому может быть использована в качестве пороговой величины концентраций, разделяющей организмы фоновых районов от загрязненных. Остается только набрать статистические данные по микроэлементному составу массовых родов (семейств) биомониторов. В частности, нами были рассчитаны пороговые концентрации фонового диапазона ряда металлов для водорослей и морских трав западного побережья Японского (табл. 1), Охотского, Белого и Южно-Китайского морей, Сейшельских островов (табл. 2) [11]. Для пресноводных систем рассчитаны пороговые уровни концентраций ряда металлов в моллюсках сем. Unionidae р. Днепр, рек Вьетнама, Приморского края (Россия) [9, 12].

Таблица 1

Пороговые значения фоновых концентраций металлов ($C_{порог}$ = Медиана + 2МАО, мкг/г сух. массы) в макрофитах-мониторах для оценки загрязнения металлами прибрежных вод Японского моря прочерк – нет данных.

Вид	Fe	Mn	Cu	Zn	Cd	Pb	Ni
Fucus distichus sbsp *evanescens*	100	68	4,1	80	3,1	1,9	9,3
Silvetia babingtonii	54	22,4	3,5	39	1,6	–	–
Sargassum pallidum	672	455	3,9	23,8	1,7	1,5	3,8
Sargassum miyabei	746	714	4,7	19,9	2,9	1,8	3,6
Stephanocystis crassipes	194	11,3	3,6	42,7	3,2	1,4	4,2
Saccharina sp.	82	8,1	4,0	43,1	2,7	–	–
Costaria costata	215	22,3	6,3	55,4	0,6	1,4	4,9
Ulva lactuca	–	34	7,3	13	0,15	2,9	3,5
Zostera marina, лист	547	925	9,1	35,8	3,4	–	4,5
Phyllospadix iwatensis, лист	547	925	9,1	68,8	3,4	–	4,5
ПДК водоросли [1]	–	–	–	–	5	2,5	–

В отсутствии рассчитанных пороговых концентраций элементов в массовом для региона морском макрофите - биомониторе, можно использовать статистические параметры концентраций металлов из выборки по литературным данным за 1952–2015 гг. (табл. 3). Авторы рассчитали 0,2-усеченное среднее, медиану, 1-й и 3-й квартили [13]. По аналогии с 85-м процентилем [7] третий квартиль (75-й процентиль) также можно рекомендовать для использования в качестве ориентировочного порогового уровня фоновых концентраций.

Таблица 2

Пороговые значения фоновых концентраций металлов (Спорог = Медиана + 2МАО, мкг/г сух. массы) в макрофитах-мониторах для оценки загрязнения металлами прибрежных вод Белого и Охотского морей, Южно-Китайского моря и Сейшельских островов

Вид	Fe	Mn	Cu	Zn	Cd
Белое					
Fucus sp.	359	166	3,8	27,7	0,65
Ascophyllum nodosum	68	26	3,7	33,7	0,76
Saccharina sp.	278	21,5	2,3	23	0,9
Охотское					
Fucus distichus sbsp *evanescens*	332	87	3,9	33,0	4,8
Южно-Китайское					
Sargassum sp.	301	72	3,2	14,7	2,0
Сейшельские острова					
Sargassum sp.	194	19,1	3,3	21,2	1,7

Таблица 3

Расчетные по литературным данным (1956-2014 гг.) значения Q3 концентраций металлов (мкг/г сух. массы) в макрофитах - биомониторах для оценки загрязнения металлами прибрежных вод по: [13]

Металлы	Концентрации металлов (мкг/г сух. массы)			
	Морские травы	Зеленые Chlorophyta	Бурые Phaeophyta	Красные Rhodophyta
Fe	944	1270	848	630
Mn	71,5	182	135	78,7
Cu	14,6	12,6	13,0	10,6
Zn	70,2	60,6	120	59,4
Cd	1,57	0,90	2,15	1,35
Pb	10,1	11,6	11,0	7,87
Ni	12,4	7,07	11,4	9,28
Co	1,39	3,10	6,12	1,56
Cr	10,5	4,80	4,18	4,51
Hg	0,078	0,170	0,105	0,169
As	18,1	13,9	65,3	17,2

Заключение

Таким образом, геохимический критерий разделения выборки концентраций элементов в горных породах, почвах, донных отложениях, на концентрации обогащенные и обедненные (дефицитные), относительно кларка (средней величины) может быть использован и в биогеохимических исследованиях (кларки элементов в биомассе рассчитаны). Но на основе коэффициентов обогащения (кларков концентрации) давать экологическую оценку загрязнения среды элементами (чисто - загрязнено) не рекомендуется, так как средние величины – это лишь центральные величины фонового (нормального, оптимального) диапазона.

Для оценки экологического состояния среды с использованием биомониторов в качестве пороговой концентрации элемента, разделяющей организмы фоновых районов от загрязненных, рекомендуется использовать величину Медиана+2МАО. Пороговые значения уже рассчитаны для массовых видов морских макрофитов-индикаторов Японского,

Охотского, Белого, Южно-Китайского морей, Сейшельских островов. Для пресноводных систем рассчитаны пороговые уровни концентраций ряда металлов в моллюсках сем. Unionidae р. Днепр, рек Вьетнама, Приморского края (Россия). В качестве ориентировочного порогового уровня фоновых концентраций металлов в макрофитах без учета систематических особенностей мкарофитов - биомониторов для определения степени загрязнения элементами среды можно рекомендовать значение Q3 из обобщенной выборки Мировых данных для морских трав, отделов зеленых, бурых и красных водорослей.

Благодарность. *Работа выполнена по теме НИР ФГБУН ТИГ ДВО РАН: № 125021302113-3.*

Литература

1. СанПиН 2.3.2.1078–01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов (утв. постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 14 ноября 2001 г. № 36) ; введ. 2002–09–01 (с изм. от 15 апреля 2003 г., 16 июля, 01 октября 2008 г.) // Гарант.ру : информационно-правовой портал. – URL: https://base.garant.ru/4178234/?ysclid=m46dhjg4sl100397556 (дата обращения 21.01.2022).
2. Перельман А. И. Геохимия: учебник – Изд. 3-е. – М.: Ленанд, 2016. – 528 с.
3. Котляков В. М. Комарова А. И. География. Понятия и термины : пятиязычный академический словарь – русский, английский, французский, испанский, немецкий. – М.: Наука, 2007. – С. 438.
4. Рекомендации по применению действующих нормативно-методических документов в целях определения фоновой концентрации загрязняющих веществ при расчете НДС водовыпусков во внутренние морские воды и территориальное море Российской Федерации // Государственный океанографический институт имени Н. Н. Зубова : офиц. сайт. М.: ГОИН, 2013. – URL: http://oceanography.ru/index.php/2013-10-25-13-45-55/2013-05-24-14-27-12 (дата обращения: 23.02.2018).
5. Ковальский В. В. Геохимическая экология: очерки. – М.: Наука, 1974. – 300 с.
6. Чернова Е. Н., В. М. Шулькин Концентрация металлов в воде и в водорослях: биоаккумуляционный фактор // Биология моря. – 2019. Т. 45. – № 3. – С. 177–187.
7. Cantillo A. Y. Comparison of results of Mussel Watch Programs of the United States and France with Worldwide Mussel Watch Studies / A. Y. Cantillo // Mar. Pollut. Bull. – 1998. Vol. 36, is. 9. – Pp. 712–717.
8. Reinmann C., Filzmoser P., Garrett R. G. Background and threshold: critical comparison of methods of determination // Science of the Total Environment. – 2005. Vol. 346, is. 1–3. – Pp. 1–16.
9. Лукашев Д. В. Метод расчета фоновых концентраций тяжелых металлов в мягких тканях двустворчатых моллюсков для оценки загрязнения р. Днепр // Биология внутренних вод. – 2007. – № 4. – С. 97–106.
10. Чернова Е. Н. Определение фоновых концентраций металлов в бурой водоросли *Sargassum pallidum* из северо-западной части Японского моря // Биология моря. – 2012. – Т. 38/ – № 3. – С. 249–256.
11. Чернова Е.Н. Региональные фоновые уровни тяжелых металлов в гидробионтах. Автореф. дисс. д.б.н. – Томск. 2025. – 50 с.
12. Chernova E. N., Prozorova L. A., Bogatov V. V. Use of threshold background concentrations of heavy metals in mollusks to assess the ecological status of water bodies in the Amur-Primorsky basin // Problems of geochemical ecology under conditions of biosphere technogenesis : Proceedings of XIV International Biogeochemical School-Conference, September 15-20, 2025, Tomsk, Russia (in press).
13. Sánchez-Quiles D., Marbà N., Tovar-Sánchez A. Trace metal accumulation in marine macrophytes: Hotspots of coastal contamination worldwide // Science of the Total Environment. – 2017. – Vol. 576. – Pp. 520–527.

УДК 612.424:613.693:615.471 DOI: 10.35735/9785605515623_58

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ АКТИВИРОВАННОГО РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ЦЕОЛИТА НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА РИТМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Геннадий Анатольевич Шабанов[1], Александр Михайлович Паничев[2]
[1]НИЦ «Арктика» ДВО РАН, Магадан, РФ; [2]ТИГ ДВО РАН, Владивосток, РФ
E-mail: neurokib@mail.ru, sikhote@mail.ru

Аннотация. Проведен анализ воздействия природного цеолита, активированного редкоземельными элементами (далее препарат), на организм человека. В эксперименте участвовало 7 добровольцев в возрасте от 55 до 75 лет. Препарат принимался двумя циклами по 8 дней с перерывом в 12 дней. Для каждого участника проводилась серия регистраций акустоэнцефалограмм на аппарате «РС АЭГ-01». Всего выполнено 40 трехкратных измерений в разные дни для каждого участника (3 фоновых измерения до эксперимента, 28 – во время эксперимента и 12 дней после эксперимента). На основе сопоставления акустоэнцефалограмм до и после эксперимента у всех участников выявлено улучшение состояния соматического и психического здоровья, снижения стресса и улучшение состояния иммунной системы в среднем на 10-20%. Наиболее выраженными результаты действия препарата были через 12 дней после окончания его приема. Полученные данные могут быть использованы для выработки показаний и противопоказаний.

Ключевые слова: акустоэнцефалограмма, спектральный анализ, матрица функциональных состояний, редкоземельные элементы

ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF ZEOLITE ACTIVATED WITH RARE-EARTH ELEMENTS ON HUMAN HEALTH BASED ON SPECTRAL ANALYSIS OF RHYTHMIC ACTIVITY OF THE BRAIN

[1]Gennady A. Shabanov, [2]Aleksandr M. Panichev
[1]Scientific Research Center “Arktika” FEB RAS, Magadan, Russian
[2]Pacific Institute of Geography FEB RAS, Vladivostok, Russian
E-m: neurokib@mail.ru, sikhote@mail.ru

Abstract. An analysis of the effects of a natural zeolite activated with rare earth elements (hereinafter referred to as the preparation) on the human body was conducted. Seven volunteers aged 55 to 75 participated in the experiment. The preparation was administered in two 8-day cycles with a 12-day break in between. A series of acoustoencephalogram (AEG) recordings were performed on each participant using the RS AEG-01 device. A total of 40 triplicate measurements were taken on different days for each participant (3 baseline measurements before the experiment, 28 during the experiment, and 12 days after the experiment). A comparison of AEGs before and after the experiment revealed improvements in physical and mental health, stress reduction, and immune system function by an average of 10-20% in all participants. The most pronounced effects of the preparation were observed 12 days after the end of administration. The obtained data can be used to develop indications and contraindications for treatment.

Keywords: acoustoencephalogram, spectral analysis, functional state matrix, rare earth elements

Введение. В последние десятилетия наблюдается все возрастающий интерес биологов, экологов и медиков к биологическим свойствам редкоземельных элементов (РЗЭ). В 2025 году

нами опубликован обзор по влиянию РЗЭ на организм человека и животных, в котором мы предложили гипотезу о главенствующей роли некоторых представителей этой группы элементов в обеспечении стабильной работы нейро-, иммунных и эндокринных регуляторных механизмов [1]. В новой работе, результаты которой приведены ниже, мы попытались на основе оригинального клинического эксперимента оценить влияние РЗЭ на организм здорового человека. В частности, изучались реакции различных систем организма практически здоровых добровольцев на прием препарата, состоящего из природного цеолита (клиноптилолит), незначительно обогащенного несколькими редкоземельными элементами (какие элементы использовались и какова методика обогащения ими цеолита являются «ноу-хау»). Контроль за состоянием организма человека осуществлялся с помощью инновационной технологии неинвазивной электрофизиологической диагностики посредством регистрации и спектрального анализа акустического поля головного мозга. Данная технология предназначена для функционально-топической диагностики соматического и психического здоровья человека, проведения длительного мониторинга индивидуального здоровья пациентов, и в проводимых исследованиях зарекомендовала себя с положительной стороны [2-7].

Цель работы – исследование с помощью регистрации и спектрального анализа акустического поля головного мозга изменений ряда физиологических функций в организме человека, а также показателей психического и соматического здоровья под воздействием препарата на основе природного цеолита, активированного РЗЭ.

Методика. Дизайн исследования носил оценочный характер. Предусматривалось получение предварительных результатов по проверке выдвинутых гипотез с целью планирования более широкомасштабных исследований. Было выбрано 7 практически здоровых добровольцев в возрасте от 55 до 75 лет. Критерием их включения в экспериментальную группу являлось наличие заключения о состоянии пациента – практически здоров, критерием исключения – наличие в анамнезе любых соматических или психических заболеваний.

Для регистрации спектра акустических сигналов мы использовали опытный образец медицинского прибора «Регистратор спектра акустического поля головного мозга РС АЭГ-01» [2,3]. Каждый обследуемый пациент подвергался трехкратному циклу измерений на приборе в одно и то же время суток (с 9 до 10 час утра). Препарат с РЗЭ принимался дважды в сутки циклами: первый цикл - 8 дней подряд, затем перерыв 12 дней и второй цикл – снова 8 дней подряд. Регистрация данных проводилась 3 дня до приема препарата (фоновые замеры), в течение 28 дней во время приема препарата и 12 дней после приема препарата. Таким образом, каждый пациент троекратно измерялся в течение 40 дней подряд.

Прибор регистрировал ритмическую активность (микровибрации) отдельно для правого и левого полушарий и производил её спектральный анализ с высоким разрешением [2,3]. В качестве датчиков микровибраций использовались две пьезокерамические пластины (акселерометры CA-YD-109 с полосой частот 0,1-1000 Гц), залитые в силиконовые оболочки. Диаметр каждого датчика в оболочке составлял 60 мм, высота 30, вес 95 г. Датчики через стандартную одноразовую стерильную медицинскую шапочку прижимались под давлением собственного веса к голове в височно-теменных областях. Такая схема их расположения позволяла надежно снимать суммарную ритмическую активность левого и правого полушарий головного мозга в диапазоне частот от 0,13 до 27,0 Гц. Средняя амплитуда сигнала на выходе составляла 20 мкВ. С акустических датчиков электрические сигналы поступали на входы стандартного двухканального усилителя ЭЭГ. Цифровая фильтрация и спектральный анализ при быстром Фурье преобразовании имели свои особенности. Весь диапазон изучаемого сигнала от 0,13 до 27 Гц был разбит на 4200 полос, центральные частоты которых образуют геометрическую прогрессию с $q=2^{1/24}$ с опорной частотой 27,005 Гц, при этом спектральные гармоники, попавшие в одну из 4200 полос, интегрировались по амплитуде. Получившиеся с

левого и правого полушария 8400 центральных частот с соответствующими амплитудами спектральной оценки, сворачивались в две спектральные матрицы размером 24х175 частотных ячеек. Время суммации сигнала по каждой спектральной ячейке было выбрано 160 сек – длительность информационного кадра [2,3]. Такая суммация определяет нацеленность технологии на выделение процессов только «длительной активности» мозга для изучения и оценки вегетативных функций центральной и периферической нервных систем, выделения очагов патологически усиленного возбуждения, стадий воспалительного процесса в различных органах [4-7].

Статистическая обработка результатов проводилась на персональном компьютере с помощью приложения Microsoft Excel, при выполнении расчетов использовали пакет прикладных программ «Статистика 6.0». Из числа основных характеристик относительной статистики для каждого вариационного ряда полученных результатов исследования вычисляли средние арифметические величины (M), средние квадратичные отклонения (σ), относительные величины и доверительный интервал (P), корреляция между парой функций (r). Нулевая гипотеза о различиях между признаками анализируемых выборок принималась при $p \leq 0,05$.

Программное обеспечение для сбора и обработки информации с получением на выходе двух матриц множества функциональных состояний с общим количеством спектральных ячеек 8400 было зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 26.07.2016 г. (Свидетельство о госрегистрации программы для ЭВМ № 2016618291 (RU)).

Для дополнительной оценки функций организма, в том числе количественной оценки генетического материала и экспрессии генов использовался высокоскоростной прибор C1000 Touch (CFX) Bio-RAD (USA) для проведения Полимеразной Цепной Реакции с возможностью регистрации в режиме реального времени.

Результаты. Для обработки результатов по каждому пациенту использовалась полученная матрица из 8400 частотных ячеек функциональных состояний, которая была положена в основу диагностической системы с автоматической обработкой результатов [4-8]. Диагностика системных функций строилась как результат суммации ряда составляющих функций организма со своим весом в виде интегральных индексов. Каждый такой индекс состоял еще из ряда функций более низкого порядка со своим частотным спектром. Каждый рассчитанный индекс был оцифрован. Учитывая небольшое количество испытуемых и относительно большую протяженность исследований во времени, во внимание принимались только такие изменения функций организма, которые значимо и однонаправленно присутствовали у всех обследуемых. Полученные результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Реакции некоторых системных организменных и отдельных органных функций испытуемых на прием цеолита, активированного РЗЭ

Положительные эффекты:	
Индекс здоровья	**Улучшен на (%)**
Интегральный Индекс Соматического Здоровья	18
Интегральный Индекс Психического Здоровья	22
Интегральный Индекс Психического Благополучия	15
Индекс жизненной энергии, функция митохондрий	10
Кортизоловый стресс индекс	8
Адреналовый стресс индекс	11
Иммунорегуляторный индекс	17
Индекс качества сна	7
Индекс интеллектуальных способностей	12
Индекс восстановления ДНК от повреждений	8

Индекс антиоксидантной защиты	9
Индекс дифференцировки клеток	11
Индекс защиты от старения, активность генов SIRT	13
Индекс активности процессов регенерации клеток	9
Активность микроэлементов Cu, Zn, Fe, Li, Se	10
Индекс атерогенности	14
Индекс хронического системного воспаления	9
Биологический возраст	10
Активность витаминов группы А	12
Активность витаминов В12	7
Индекс болевого порога	13
Индекс адаптации к гипоксии	5
Индекс физической выносливости	7
Отрицательные эффекты	
Индекс здоровья	**Ухудшен на (%)**
Интегральный Индекс Когнитивных Нарушений	10
Индекс жесткости артериальных сосудов	8
Активность витаминов группы Д	11

Заключение.

В целом реакция на прием цеолита, активированного редкоземельными элементами, дала положительный результат у всех испытуемых, в том числе по соматическому здоровью улучшение зарегистрировано примерно на 15%, по психическому здоровью – на 22%, по улучшению состояния иммунной системы – на 17%, по снижению стресса – на 11%. Полученные в целом позитивные результаты дают основание для проведения боле масштабных исследований с получением статистически значимых результатов по отдельным функциям. Следует отметить, что основной результат действия РЗЭ на организм человека просматривается не во время приема препарата, а с запаздыванием в несколько недель. В связи с этим в будущем необходим более длительный контроль за пациентами после завершения приема препарата.

Литература

1. Panichev A.M., Golokhvast K.S., Baranovskaya N.V., Strepetov D.A. Geophagy, Rare earth elements and geochemical endemics // Geosciences, 2025. 15, 428. https://doi.org/10.3390/geosciences15110428

2. Патент на полезную модель № 202454, Российская Федерация, МПК[51] A61B 5/0476(2020.08). Регистратор спектра микровибраций головного мозга / Шабанов Г.А., Рыбченко А.А., Лебедев Ю.А., Зубков И.А. / НИЦ «Арктика» ДВО РАН (RU), Заявка № 2020125873; Приоритет 04.08.2020; опубл. 18.02.2021. Бюл. № 5.

3. Шабанов Г.А., Рыбченко А.А., Лебедев Ю.А., Луговая Е.А. Регистратор спектра акустического поля головного мозга человека // Биомедицинская радиоэлектроника. 2021. Т. 24. № 3. С. 28–36. DOI: https://doi.org/10.18127/j15604136-202103-03.

4. Шабанов Г.А., Рыбченко А.А., Луговая Е.А., Вдовенко С.И. Оценка биологического возраста на основе спектрального анализа биоэлектрической активности головного мозга человека // Успехи геронтологии, 2021. Т. 34, № 3. С. 466-471. DOI: 10.34922/AE.2021.34.3.018

5. Бартош Т.П., Шабанов Г.А. Разработка неинвазивных методов мониторинга психического здоровья на основе регистрации и анализа акустического поля головного мозга // Вестник психофизиологии. 2025. № 2. С. 84-86. DOI: 10.34985/a0295-8325-5961-r.

6. Крыжановский С.П., Запорожец Т.С., Гусева Л.Г., Меркулова Г.А., Ришко Е.Ю., Шабанов Г.А. Показатели биоэлектрической активности головного мозга пациентов пожилого возраста с нарушением когнитивных функций. Свид-во о гос. регистрации базы данных № 2024625220. Регистрация 15.11.2024. Заявка № 2024624916. поступ. 02.11.2024. опубл. 15.11.2024 Бюл. № 11.

7. Патент на изобретение № 2781872 Российская Федерация, МПК[51] A61B 5/0476(2021.10) Способ оценки состояния организма человека / Шабанов Г.А., Рыбченко А.А., Пегова Е.В., Меркулова Г.А. / НИЦ «Арктика» ДВО РАН (RU), Заявка № 2021129649; Приоритет 11.10.2021; опубл. 19. 10. 2022. Бюл. № 29.

8. Shabanov G.A., Lugovaya E.A., Kryzhanovsky S.P. Mechanical Microvibrations as a Basis Organization of Functional Cells Groups // Journal of Behavioral and Brain Science. 2025. V. 15. P. 81-94. DOI: 10.4236/jbbs.2025.153004

УДК 550.46:504.06 DOI: 10.35735/9785605515623_63

СЕЗОННОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ ВЗВЕСИ, КРУПНЫХ КОЛЛОИДОВ И РАСТВОРЕННЫХ ФОРМ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В РЕЧНЫХ И ОЗЕРНЫХ ВОДАХ БАССЕЙНА ОЗ.ХАНКА

Шулькин В.М., Болдескул А.Г., Катрасов С.В., Луценко Т.Н., Шамов В.В., Юрченко С.Г.,

ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

Аннотация. Показано, что содержание взвеси и крупных коллоидов в реках бассейна оз. Ханка контролируется водным режимом, а в водах озера взмучиванием донных отложений при ветроволновом воздействии. Уровень содержания крупных коллоидов в озерных водах в 3-10 раз меньше, чем в речных. Концентрация растворенных/коллоидных (<0.45мкм) форм Fe, Al, Ti и в речных, и в озерных водах определяется содержанием крупных коллоидов. Концентрация Mn в речных водах контролируется соотношением его мобилизации в раствор при восстановительных процессах и разбавлением за счет водного стока. В озерных водах доминирует связывание Mn в твердых фазах с минимальной концентрацией в растворе на протяжении всего года.

***Ключевые слова**: озеро Ханка, взвесь, крупные коллоиды, элементы-гидролизаты, сезонность*

SEASONALITY OF THE CONTENT OF SUSPENDED SOLIDS, COARSE COLLOIDS AND DISSOLVED FORMS OF CHEMICAL ELEMENTS IN RIVER AND LAKE WATERS OF THE KHANKA LAKE BASIN

Shulkin V.M., Boldeskul A.G., Katrasov S.V., Lutsenko T.N., Shamov V.V., Yurchenko S.G.,

Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok

Annotation. It has been shown that the suspended matter and coarse colloid content in the rivers of the Lake Khanka basin is controlled by the water regime, and in lake waters by the resuspension of bottom sediments under wind and wave action. The content of coarse colloids in lake waters is 3-10 times lower than in river waters. The concentration of dissolved/colloidal (<0.45 μm) forms of Fe, Al, and Ti in both river and lake waters is determined by the content of coarse colloids. The concentration of Mn in river waters is controlled by the ratio of its mobilization into solution during reduction processes and dilution due to runoff. In lake waters, Mn binding in solid phases predominates, with minimal concentrations in solution throughout the year.

***Keywords:** Lake Khanka, suspended matter, coarse colloids, hydrolysate elements, seasonality*

Введение. Сезонная изменчивость свойств водных экосистем умеренной зоны является важной характеристикой, определяющей их состояние и функционирование. Это в полной мере относится к химическому составу вод и к содержанию в них взвешенных частиц, которые во многом и определяют качество речных и озерных вод как ресурса. Кроме того, данные по сезонным изменениям состава вод позволяют оценить роль биогеохимических и гидрологических процессов, влияющих на концентрацию химических элементов и соединений в различных компонентах водных экосистем. Озеро Ханка – крупнейшее трансграничное пресноводное озеро на Дальнем Востоке России, является бассейном стока для рек Илистая, Спасовка, Мельгуновка, Комиссаровка и ряда более мелких рек, и одновременно источником стока р. Сунгач. Воды озера Ханка и впадающих в него рек являются ценным природным ресурсом и обеспечивают многие виды хозяйственной

активности населения, проживающего в его бассейне. Вместе с тем климатические изменения и антропогенное освоение водосбора за последние 50-60 лет сопровождались рядом проблем в бассейне оз. Ханка [2]. Наиболее очевидной является квазициклическое изменение среднегодового уровня озера [1], которое сопровождается интенсификацией береговой эрозии, затоплением прибрежной зоны и значительным ущербом инфраструктуре [2]. Эвтрофикация вод, сопровождающая интенсификацию сельскохозяйственной деятельности на Приханкайской равнине, также ведет к негативным последствиям в виде вредоносных цветений микроводорослей [4, 5]. Анализ опубликованных в 1990-2020 гг. данных по индексу качества вод и донных отложений северного сектора озера, находящегося на территории КНР, свидетельствует о тенденции улучшения качества вод за этот период, по крайней мере по TN и TP, однако пространственный и временной разброс данных очень велик [4]. Можно констатировать, что причины, контролирующие вариации химического состава, а также содержание взвеси и коллоидов в оз. Ханка и впадающих в неё реках, изучены недостаточно. Целью данной работы является характеристика сезонной изменчивости химического состава вод бассейна оз. Ханка, а также выделение главных факторов, контролирующих пространственные и сезонные вариации состава вод в части касающейся концентрации растворенных форм таких химических элементов как Fe, Al, Ti, Mn, Cu, а также содержания взвеси и крупных коллоидов (0.05-0.45 мкм).

Материалы и методы. Пробы воды отбирали ежемесячно с февраля по ноябрь 2025 в нижнем течении рек Спасовка, Илистая, Мельгуновка, Комиссаровка, а также на трех точках в прибрежной зоне юго-восточной, западной и северо-западной частях озера Ханка (рис.1). Очевидно, что юго-восточная прибрежная зона может находиться под влиянием стока р. Спасовка, тогда как другие точки отбора озерных вод находились за пределами прямого влияния речного стока. Кроме того, в июле 2025 было отобрано 7 проб в центральной части озера. Пробы отбирали из поверхностного 0.3 м слоя вод в предварительно отмытые полиэтиленовые емкости с соблюдением всех предосторожностей во избежание загрязнения. Удельная электропроводность, как мера общей минерализации, температуру, pH, растворенный кислород измеряли зондом AquaRead 5000 непосредственно во время опробования. Пробы доставляли в стационарную лабораторию в течение суток и обрабатывали на следующий день.

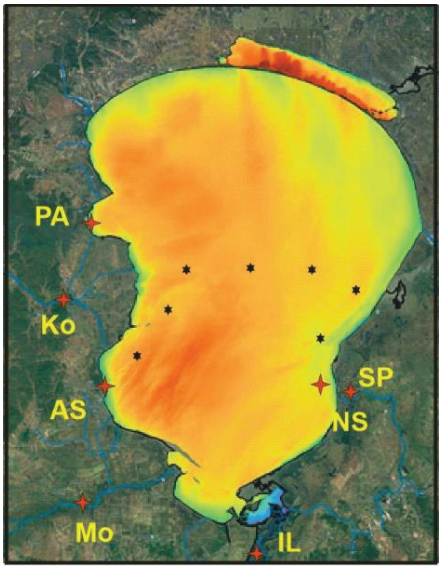


Рис. 1. Расположение станций сезонного мониторинга химического состава вод бассейна оз. Ханка в 2025 г. на фоне распределения индекса NDWI, рассчитанного по композиту снимка Landsat 8 от 30.05.2025; SP – р. Спасовка, IL – р. Илистая, Mo – р. Мельгуновка, Ko – р. Комиссаровка, NS – юго-восточное прибрежье оз. Ханка, AS – западное побережье (п.

Астраханка), PA – северо-западное побережье (п. Платоново-Александровское), черные значки – места отбора вод озера 29.07.2025

Содержание взвеси определяли гравиметрически после фильтрации 0.5-1.0 л пробы через предварительно взвешенную мембрану Millipore PVDF 47 мм с размером пор 0.45 мкм. При этом первые порции по 50 мл использовали после подкисления HNO_3 для определения концентрации растворенных форм макроионов и Fe, Al, Mn, Ti, Cu методом ИСП-ОЕС. Контроль правильности определения концентрации металлов контролировали анализом холостых проб (фильтратов подкисленной воды MilliQ), стандарта SRLS-6, регулярных параллельных проб. Во всех фильтратах перед подкислением, а также в исходных нефильтрованных водах определяли интенсивность динамического рассеяния света (ДРС) для оценки содержания крупных коллоидов (0.05-0.45 мкм) в фильтратах, исходя из коэффициента $6*10^{-5}$ установленного по экспериментам с частицами ПММА [3].

Результаты и обсуждение. Содержание взвеси в реках, впадающих в оз. Ханка, демонстрировало очевидную сезонную изменчивость с минимумом 3-14 мг/л зимой подо льдом, существенным повышением до 30-150 мг/л в зависимости от реки в весеннее половодье или/и летние дождевые паводки, и снижением во время осенней межени (рис. 2a). Максимальное (57-154 мг/л) содержание взвеси наблюдалось в реках Мельгуновка и Комиссаровка в весеннее половодье. В р. Мельгуновка повышенный уровень содержания взвеси (34-58 мг/л) сохранялся на протяжении всего лета. В остальных реках количество взвеси летом колебалось в диапазоне 12-38 мг/л без заметной разницы между водотоками. В сентябре содержание взвеси в реках снижалось до 6-18 мг/л, а к концу осени до 4-10 мг/л (рис. 2a).

Содержание взвеси в озерных водах было, как правило, заметно выше, чем в питающих реках, и колебалось в диапазоне 50-150 мг/л в период открытой воды (с апреля по ноябрь). В это время прибрежные воды юго-восточной части озера характеризовались пониженным уровнем содержания взвеси по сравнению с западным и северо-западным прибрежьем и открытой частью озера в июле. Однако сезонный ход изменения содержания взвеси в различных частях прибрежной зоны о. Ханка совпадал (рис. 2a).

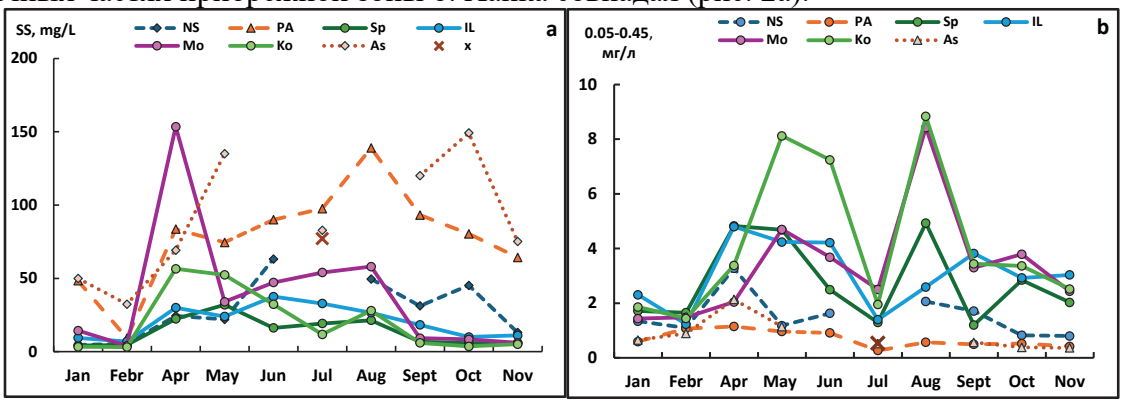


Рис. 2. (a) Сезонное изменение содержания взвеси (мг/л) и (b) Сезонное изменение содержания крупных коллоидов, оцененных по интенсивности ДРС фильтратов, в речных и озерных водах бассейна оз.Ханка.

Содержание крупных коллоидов (0,05-0,45 мкм) в реках бассейна оз. Ханка варьировало в течение года в диапазоне 1.2-8.8 мг/л (рис. 2b). Минимальное содержание крупных коллоидов в реках наблюдается зимой. Весной содержание крупных коллоидов значительно возрастает: в 3-4 раза в апреле для антропогенно нагруженных рек Спасовка и Илистая, и в 4-7 раз в мае в более чистых Мельгуновке и Комиссаровке (рис. 2b). В течение лета содержание крупных коллоидов в реках остается повышенным, но на этом фоне наблюдается резкое

падение в июле практически для всех рек, хотя в августе оно вновь возрастает и достигает максимума в реках Спасовка, Мельгуновка и Комиссаровка. Осенью содержание крупных коллоидов снижается до уровня лишь в 1.5-2 раза превышающего минимальные величины, наблюдаемые зимой подо льдом (рис. 2b).

Содержание крупных коллоидов в водах основной части оз. Ханка значимо (в 1.5-2 раза) меньше, чем во впадающих реках даже зимой подо льдом. В теплое время года содержание крупных коллоидов в озерных водах остается приблизительно на одном невысоком уровне 0.6-1.2 мг/л (рис. 2b). Таким образом, содержание крупных коллоидов в озерных водах низкое и не зависит от общего содержания взвеси.

Характер сезонного изменения содержания взвеси в реках, впадающих в оз. Ханка, типичен для рек южной бореальной природно-климатической зоны, где расположен бассейн озера. Очевиден доминирующий контроль водного режима: минимальное содержание взвеси наблюдается зимой в ледостав, и в октябре-ноябре в период глубокой осенней межени, когда водный сток также минимален. Наблюдаемое при этом содержание взвеси 3-10 мг/л соответствует наиболее чистым рекам РФ и Мира [Meybeck, Ragu, 2012]. В период весеннего половодья содержание взвеси в реках естественно возрастает, при этом рост максимален в реках Мельгуновка и Комиссаровка, дренирующих бассейны с выраженным преобладанием низкогорных лесных ландшафтов на большей части водосборов [2]. В бассейнах рек Илистая и Спасовка подобные ландшафты характерны только для верховьев, а среднее и нижнее течение рек, где проходил отбор проб, представлены заболоченными равнинами. Соответственно, несущая сила потоков здесь в отсутствие сильных паводков невелика, что ведет к невысокому содержанию взвеси 16-38 мг/л в этих реках с апреля по сентябрь, тогда как в реках Мельгуновка и Комиссаровка содержание взвеси летом 2025 г. составляло 28-58 мг/л (рис. 2a).

В самом озере наиболее вероятной причиной повышенного уровня содержания взвеси является практически постоянное ветроволновое взмучивание верхнего слоя донных отложений, что обеспечивается большими размерами водного зеркала (90x120 км) при малой глубине (4-5 м). Доказательством ведущей роли ветрового фактора является обычно наблюдаемое на спутниковых снимках узкая вдольбереговая полоса с пониженной величиной индекса NDWI (рис. 1), который отражает содержание в воде минеральной взвеси. Кроме того, при устойчивом ветре восточных румбов, преобладающих в мае, происходило увеличение высоты волн с удалением от восточного берега, что сопровождалось интенсификацией взмучивания и увеличением индекса NDWI в центральной и западной частях озера (рис. 1).

Сезонная изменчивость содержания крупных коллоидов в реках бассейна оз.Ханка также характеризуется минимальным уровнем зимой и увеличением в теплое время года. Однако, на этом фоне наблюдалось резкое снижение концентрации крупных коллоидов в июле, хотя общий уровень содержания взвеси сохранялся высоким. Наиболее выражено уменьшение крупных коллоидов в июле для рек Комиссаровка и Мельгуновка с преобладанием лесных ландшафтов на водосборах (рис. 2b). Возможно падение концентрации крупных коллоидов в июле отражает различные источники коллоидных и взвешенных частиц, и их различную реакцию на наблюдавшееся снижение водного стока в июле, по сравнению с маем-июнем и августом. В итоге, в реках бассейна оз.Ханка имеет место лишь тенденция зависимости содержания крупных коллоидов от общего количества взвеси для рек Спасовка, Илистая, Комиссаровка, а в р. Мельгуновка связь отсутствует за счет максимального содержания взвеси в весеннее половодье, при котором содержание крупных коллоидов понижено. Это отличает реки бассейна оз. Ханка от Уссури и Раздольной для которых наблюдалась значимая корреляция между содержанием крупных коллоидов и содержанием взвеси [4].

Наблюдаемый пониженный уровень содержания крупных коллоидов в водах оз. Ханка и его практическое постоянство в течение года и на акватории озера (рис. 2b) указывает на эффективные механизмы коагуляции и последующей седиментации крупных коллоидов,

приносимых реками, несмотря на близость ионного состава речных и озерных вод. Содержание крупных коллоидов на станции NS в прибрежных водах юго-восточной части оз. Ханка, которая находится под явным влиянием стока р. Спасовка, и демонстрирует сезонную изменчивость промежуточную между характерной для рек и для озера (рис. 2a), подтверждает гипотезу удаления в озере крупных коллоидов, приносимых реками.

Сезонная изменчивость концентрации растворенных и коллоидных (<0.45 мкм) форм Al, Fe (рис. 3a, b) и Ti (не показано) в реках бассейна оз. Ханка однотипна и во многом схожа с характером сезонной изменчивости содержания крупных коллоидов (рис. 2b). Минимум концентрации этих металлов в фильтратах наблюдается зимой в ледостав и в конце осени. В весеннее половодье их концентрация возрастает в 10-40 раз, но максимума достигает в мае-июне. В июле 2025 г., как и для крупных коллоидов наблюдалось падение концентрации Al, Fe, Ti до уровня весеннего половодья, но в августе их концентрация вновь возрастала с последующим устойчивым снижением осенью (рис. 2b и 3a, b).

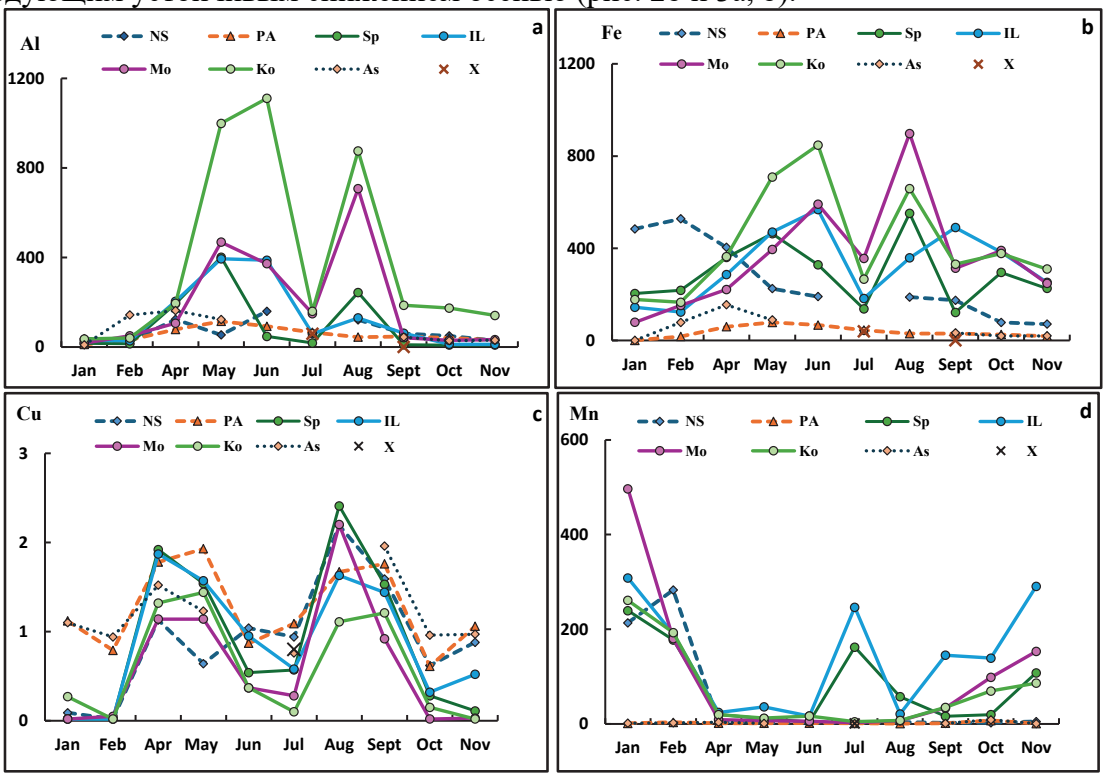


Рис. 3. Сезонное изменение концентрации (мкг/л) Al (a), Fe (b), Cu (c) Mn (d) в фильтратах рек, впадающих в оз. Ханка и в озерных водах.

Концентрация Al и Ti в озерных водах зимой и осенью достаточно низка и мало отличается от уровня, наблюдаемого во впадающих реках. Однако, летом концентрация растворенных форм этих металлов в озере возрастает не более чем в 3-8 раз, т.е. не столь контрастно как в реках. Для Fe в озерных водах также характерно минимальное содержание зимой и во второй половине осени, но в отличие от Al и Ti, концентрация Fe в это время становится меньше чем в реках (рис. 3b). Летом концентрация Fe в озере повышается в 4-8 раз. Главным отличием от Al и Ti является повышенный уровень концентрации Fe в зимний период в юго-восточной прибрежной зоне оз.Ханка, который демонстрирует тренд снижения в течение года (рис. 3b).

Сезонная изменчивость концентрации Cu в фильтратах рек бассейна оз. Ханка в общих чертах подобна таковой для Al, Ti, Fe: низкая концентрация 0.1-0.2 мкг/л зимой и во второй половине осени и повышенный на порядок уровень в теплое время года с апреля по сентябрь со временным снижением в июне и июле (рис. 3c).

Сезонные изменения концентрации Mn в фильтратах (рис. 3d) указывают на сочетание ряда биогеохимических процессов и гидрологических условий, контролирующих миграцию и содержание этого металла в речных и озерных водах. Во-первых, зимние максимумы концентрации Mn в речных водах отражают влияние восстановительных условий в аллювиальных и пойменных отложениях, которые обеспечивают поступление в воду ионных растворенных форм Mn^{2+}, что в условиях минимального речного стока и ведет к высокой концентрации растворенного Mn в речных водах. Снижение на порядок концентрации растворенного Mn в речных водах в апреле указывает на контролирующую роль водного режима, поскольку интенсивность восстановительной мобилизации металла по сравнению с зимой, вероятно, не уменьшается. В летний период концентрация растворенного Mn в реках Комиссаровка и Мельгуновка, дренирующих преимущественно лесные ландшафты, продолжает оставаться на уровне не более 10-20 мкг/л. Однако в реках Спасовка и Илистая среднее и нижнее течение которых представлено заболоченными или хозяйственно-освоенными ландшафтами, и, соответственно с более интенсивной восстановительной мобилизацией Mn, его концентрация в июле возрастает до 162-247 мкг/л, чтобы в августе вновь уменьшиться в 3-8 раз (рис. 3d). Учитывая минимальную водность рек в июле, можно предположить, что, как и в апреле, вариации водного режима являются главным фактором, контролирующим концентрацию растворенного Mn в реках, на фоне большей интенсивности восстановительной мобилизации в реках Спасовка и Илистая по сравнению с Комиссаровкой и Мельгуновкой. Осенью на фоне снижения водности рек, концентрация растворенного Mn в них возрастает в соответствие с интенсивностью мобилизации до 86-290 мкг/л. В водах юго-восточного прибрежья оз.Ханка концентрация растворенного Mn с апреля по ноябрь колеблется в диапазоне 2-5 мкг/л, а в остальной части озера не превышает 1-2 мкг/л. Это указывает на доминирование на акватории озера условий, эффективно удаляющих растворенный Mn в твердую фазу взвеси и в донные отложения.

Заключение

Содержание взвеси и крупных коллоидов в реках бассейна оз.Ханка контролируется водным режимом, а в водах озера взмучиванием донных отложений при ветроволновом воздействии. Уровень содержания крупных коллоидов в озерных водах в 3-10 раз меньше, чем в речных, что указывает на их эффективное удаление, вероятно за счет коагуляции. Концентрация растворенных/коллоидных (<0.45мкм) форм Fe, Al, Ti и в речных и в озерных водах определяется содержанием крупных коллоидов, и, соответственно, значительно выше в речных водах, особенно летом. Концентрация Mn в речных водах контролируется соотношением его мобилизации в раствор при восстановительных процессах и разбавлением за счет водного стока. В озерных водах доминирует связывание Mn в твердых фазах с минимальной концентрацией в растворе на протяжении всего года.

Благодарность. *Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ 25-47-00022 «Трансформация гидрологического режима и её экологическое воздействие на российско-китайскую трансграничную геосистему оз.Ханка в условиях изменения окружающей среды».*

Литература

1. Васьковский М.Г. Гидрологический режим озера Ханка. – Л.: Гидрометеоиздат, 1978. – 175 с.

2. Трансграничное озеро Ханка: современное состояние и перспективы развития. – Владивсоток: ФНЦ Биоразнообразие ДВО РАН, 2021. – 291 с.

3. Шулькин В. М. Применение метода динамического рассеяния света для оценки содержания крупно-коллоидных и взвешенных частиц в речных водах // Доклады академии наук. Науки о земле. – 2025. Том 521. – № 4. – С. 67–73.

4. Шулькин В. М., Еловский Е. В. Оценка содержания крупных коллоидов методом динамического рассеивания света при химическом анализе речных вод Дальнего Востока РФ// Водные ресурсы. – 2025. Том 52. – № 4. – С. 78–93.

5. Wu Y., Chen D., Liu Y., Li F., Wang P., Wang R., Shamov V.V., Zhu A.-X., Deng C. Water Quality Changes in the Xingkai (Khanka) Lake, Northeast China, Driven by Climate Change and Human Activities: Insights from Published Data (1990–2020). Water 2024, 16, 3080.

6. Yuan, Y.X.; Jiang, M.; Liu, X.T.; Yu, H.X.; Otte, M.L.; Ma, C.X.; Her, Y.G. Environmental variables influencing phytoplankton communities in hydrologically connected aquatic habitats in the Lake Xingkai basin. Ecol. Indic. 2018, 91, 1–12.

Часть 2.
Природные и природно-ресурсные геосистемы: типы, современное состояние и динамика

УДК 550.46:504.064(571.63) DOI: 10.35735/9785605515623_70

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОЗЕРЕ ХАНКА И ЕГО ПРИТОКАХ

Болдескул А.Г., Шулькин В.М., Юрченко С.Г., Луценко Т.Н., Шамов В.В., Катрасов С.В.
ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

Аннотация. В работе представлены результаты мониторинга содержания биогенных элементов – общего растворённого кремния, общего и минерального фосфора, нитратного азота – в водах озера Ханка и четырёх впадающих рек (Спасовка, Илистая, Мельгуновка, Комиссаровка) за период с января по ноябрь 2025 г. Установлены пространственные и сезонные закономерности распределения биогенных элементов. Концентрации растворённого кремния в речных водах (6.0±1.4 мгSi/л) выше, чем в озёрных (3.8±0.9 мгSi/л), с выраженной сезонной динамикой в реках и меньшими амплитудами колебаний в озере. Концентрации фосфора в озере превышают речные в 2–4 раза летом и осенью, что связано с аккумуляцией биогенных элементов, разложением органики и потоком из донных отложений; доля минеральной формы фосфора в озере (в среднем 70 %) выше, чем в реках (в среднем 45 %). Наибольшие уровни нитратов зафиксированы в р. Спасовка (0.8±0.2 мг N/л), что может свидетельствовать об антропогенном воздействии, тогда как в других реках концентрации ниже и отражают преимущественно природные процессы. Отмечена пространственная неоднородность озерных вод: в юго-восточной прибрежной зоне концентрации кремния, азота и фосфора снижены в 2–3 раза. Выявленные закономерности подчёркивают роль озера Ханка как приёмника и зоны трансформации биогенных элементов, а также указывают на потенциальные риски эвтрофикации, особенно при высоких летних концентрациях общего фосфора (до 90 мкг/л).

Ключевые слова: *озеро Ханка, реки, биогенные элементы, кремний, фосфор, нитратный азот, сезонная динамика.*

SPATIO-TEMPORAL REGULARITIES IN THE DISTRIBUTION OF BIOGENIC ELEMENTS IN LAKE KHANKA AND ITS TRIBUTARIES

Boldeskul A.G., Shulkin V.M., Yurchenko S.G., Lutsenko T.N., Shamov V.V., Katrasov S.V.
Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok

Annotation. The paper presents the results of monitoring the content of biogenic elements — total dissolved silicon (TDSi), total (TDP) and phosphate phosphorus ($P\text{-}PO_4$), and nitrate nitrogen ($N\text{-}NO_3$) – in the waters of Lake Khanka and four tributary rivers (Spasovka, Ilistaya, Melgunovka, and Komissarovka) for the period from January to November 2025. The spatial and seasonal distribution of biogenic elements has been established. The concentrations of TDSi in river waters (6.0±1.4 mg Si/l) are higher than those in the lake water (3.8±0.9 mg Si/l), with pronounced seasonal dynamics in rivers and lower amplitudes of fluctuations in the lake. Phosphorus concentrations in the lake are 2–4 times higher than in the rivers in summer and autumn, which is due to the accumulation of nutrients, the decomposition of organic matter, and the flow from the bottom sediments. The percentage of $P\text{-}PO_4$ in the lake (average 70%) is higher than that in the rivers (average 45%). The

highest levels of $N\text{-}NO_3$ were recorded in the Spasovka River (0.8±0.2 mg N/l), which may indicate anthropogenic impact, while concentrations in other rivers are lower and reflect primarily natural processes. Spatial heterogeneity of lake waters was noted: in the southeastern coastal zone, concentrations of TDSi, $N\text{-}NO_3$, TDP and $P\text{-}PO_4$ are 2–3 times lower. The results of the monitoring highlight the role of Lake Khanka as a reservoir and transformation zone for biogenic elements, indicating potential risks of eutrophication, particularly when summer concentrations of total phosphorus reach 90 μg P/l.

Keywords: *Lake Khanka, rivers, biogenic elements, total dissolved silicon (TDSi), total dissolved phosphorus (TDP), phosphate phosphorus ($P\text{-}PO_4$), nitrate nitrogen ($N\text{-}NO_3$), seasonal dynamics.*

Введение. Глобальный гидрологический цикл и роль биогенных элементов в его функционировании широко изучаются учёными на протяжении многих лет на различных водных объектах. Тем не менее актуальность этих исследований сохраняется, поскольку антропогенная деятельность продолжает усиливать биогенную нагрузку на водные экосистемы, провоцируя эвтрофирование. Озёра, из-за особенностей гидродинамики и вещественного обмена, оказываются наиболее уязвимыми компонентами гидросферы.

На содержание биогенных элементов в водных экосистемах влияет комплекс взаимосвязанных факторов, определяющих общий химический состав вод в целом и биогенных элементов в частности. К ним относятся климатические условия, ландшафтные характеристики водосбора, морфометрические и геоморфологические особенности бассейна, а также характер природопользования и интенсивность антропогенного воздействия. В каждом конкретном регионе значимость отдельных факторов может существенно различаться, определяя специфику гидрохимического режима.

Озеро Ханка — крупнейший трансграничный водоём Дальнего Востока, расположенный на границе России и Китая. Его площадь составляет около 4 070 км², средняя глубина — 4.5 м, максимальная — 10.6 м [2]. В водоём впадает 24 реки, включая основные притоки (Комиссаровка, Мельгуновка, Илистая, Спасовка), а вытекает река Сунгача — приток Уссури. Озеро обладает особым природоохранным статусом: часть его территории входит в состав Ханкайского заповедника, который вместе с китайским заповедником «Синкай-ху» образует международную охраняемую зону. По данным П.Я. Бакланова с соавторами [2], в последние десятилетия в бассейне озера фиксируются природные и антропогенные изменения, включая рост уровня воды и усиление сельскохозяйственной нагрузки.

Трофический статус озера Ханка характеризуется как мезотрофный с чертами олиготрофности, что подтверждается показателями биомассы фитопланктона (0.28–1.94 г/м³) [8]. В водоёме доминируют нанопланктонные формы водорослей размером 2–10 мкм, которые отличаются высокой продуктивностью и эффективно используют биогенные элементы. Учитывая установленные характеристики водоёма и их влияние на процессы биогеохимического цикла, целью исследования является изучение сезонной динамики содержания биогенных элементов в водах озера Ханка и четырёх впадающих в него наиболее крупных рек (Комиссаровка, Мельгуновка, Илистая, Спасовка). Объектами исследования выступают общий растворённый кремний, общий растворённый фосфор, фосфор минеральный, азот нитратный.

Объекты и методы. Отбор гидрохимических проб проводился ежемесячно с января по ноябрь 2025 г. в нижнем течении рек Спасовка, Илистая, Мельгуновка и Комиссаровка, а также в трёх точках прибрежной зоны озера Ханка (юго-восточной, западной и северо-западной; рис. 1). Юго-восточная прибрежная зона озера подвержена влиянию стока реки Спасовка, тогда как остальные точки отбора озёрных вод расположены за пределами прямого воздействия речного стока. В марте отбор проб не проводился из-за ледохода. В июле 2025 г. дополнительно отобрали 7 проб в центральной части озера. Пробы доставляли в

стационарную лабораторию в течение суток и анализировали на следующий день. Нитраты и фосфаты определяли в фильтратах (Millipore PVDF, диаметр 47 мм, размер пор 0.45 мкм). Нитраты измеряли методом жидкостной хроматографии с использованием прибора Shimadzu LC-10. Концентрацию фосфора фосфатов устанавливали спектрофотометрическим методом с молибдатом аммония. Общий растворенный кремний и общий растворенный фосфор анализировали методом ИСП-ОЭС на приборе Plasma 3000 NCS в фильтрованной и подкисленной аликвоте. Все анализы выполнены в ЦКП «Центр ландшафтной экодиагностики и ГИС-технологий ТИГ ДВО РАН» в соответствии со стандартными методиками гидрохимического анализа.

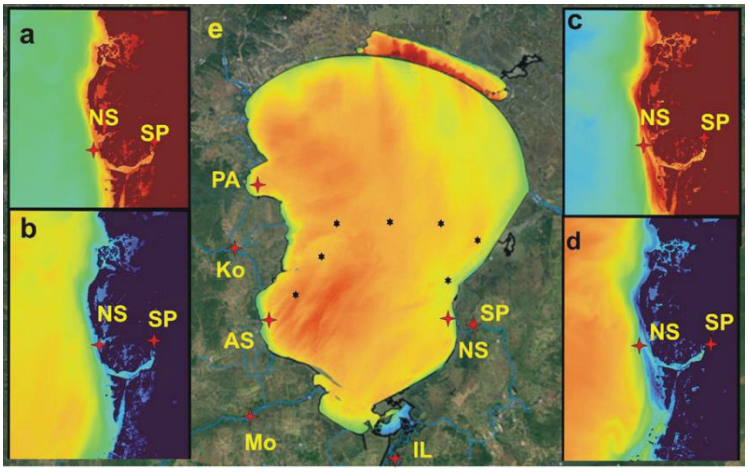


Рис. 1. Схема расположения станций сезонного мониторинга химического состава вод бассейна оз. Ханка в 2025 г. на фоне распределения индекса NDWI рассчитанного по композиту снимка Landsat 8 от 30.05.2025; SP – р. Спасовка, IL – р. Илистая, Mo – р. Мельгуновка, Ko – р. Комиссаровка, NS – юго-восточное прибрежье оз. Ханка, AS – западное побережье (п. Астраханка), PA – северо-западное побережье (п. Платоново-Александровское), черные значки – места отбора вод озера 29.07.2025; (a), (b) – распределение хлорофилла и индекса NDWI в юго-восточном прибрежье оз. Ханка со снимка Landsat 8 от 30.05.2025; (c), (d) – тоже самое, но со снимка Landsat 9 27.09.2025 г.

Результаты и обсуждение. Воды озера Ханка и впадающих рек характеризуются минерализацией в диапазоне от 40 до 200 мг/л и преимущественно гидрокарбонатным магниево-кальциевым составом. Исключение составляет р. Илистая, для которой установлен сульфатно-гидрокарбонатный магниево-кальциевый тип вод. Показатель pH в речных водах в среднем за год составляет 6.8 ± 0.2, в озёрных — 7.7 ± 0.7. Полученные значения согласуются с данными, опубликованными ранее другими исследователями [7].

Воды озера Ханка и питающих его рек демонстрируют выраженные различия в концентрациях биогенных элементов (N, P, Si), что определяет специфику трофической структуры и продуктивность водной экосистемы. Эти различия обусловлены особенностями водообмена, сезонной динамикой стока, а также процессами трансформации биогенных веществ. В озерах происходят процессы, приводящие к перераспределению элементов между компонентами экосистемы, что формирует буферный механизм регуляции биогенного стока [4]. Важно отметить, что наблюдаемая сезонная динамика биогенных элементов тесно связана с продукционной активностью водоёма. Пик развития фитопланктона приходится на летний период, что обусловлено оптимальными температурными условиями и повышенной солнечной активностью. В зимний сезон отмечается закономерное снижение показателей продуктивности, обусловленное сезонными факторами и особенностями водообмена [1].

Кремний, несмотря на то что он является литофильным элементом, поступающим в природные воды преимущественно из пород, является критически важным для диатомовых

водорослей и активно ими потребляется. При интенсификации продуктивности водоемов происходит его более активная утилизация [4]. В речных водах бассейна озера Ханка средний уровень растворённого кремния составляет 6.0±1.4 мгSi/л. В целом сезонная динамика кремния в реках носит трёхфазный характер. Зимой, в подледный период, фиксируется максимум концентрации, вероятно, из-за снижения водности и более сильного влияния разгрузки подземных вод. Весной, во время половодья, происходит разбавление вод, что приводит к снижению концентраций. Летом и осенью отмечается рост содержания, обусловленный поступлением кремния с поверхностным стоком с водосбора. При этом максимальные концентрации Si (до 8.4 мг/л) зафиксированы в реке Комиссаровка в летний период – в июне и в августе (рис. 2а), что может быть связано с особенностями водосбора и временным интервалом между выпадением осадков и пробоотбором.

В озёрных водах средняя концентрация растворённого кремния ниже, чем в реках — 3.8 ±0.9 мгSi/л, что, вероятно отражает более высокий уровень продукции фитопланктона по сравнению с реками. Особенно выделяется юго-восточное прибрежье, где содержание растворенных силикатов понижается до 1.3 ± 0.7 мгSi/л. Это в 2–3 раза ниже средних показателей по акватории и свидетельствует о наиболее активном потреблении кремния фитопланктоном в этой части озера (рис.1 а, с). Сезонная динамика растворённого кремния в озере повторяет тренды для речных вод (снижение весной, рост летом и осенью), но с меньшими амплитудами колебаний (рис.2 а). Аналогичная роль озёр как зон трансформации и аккумуляции кремния отмечена и в исследованиях на водных объектах Карелии, где показано перераспределение форм кремния и его потребление фитопланктоном в зависимости от сезона и типа водоёма [5]. Даже при локальных отклонениях (например, в юго-восточном прибрежье оз. Ханка) сохраняются общие закономерности сезонной динамики кремния: снижение концентраций от зимы к весне с последующим возрастанием.

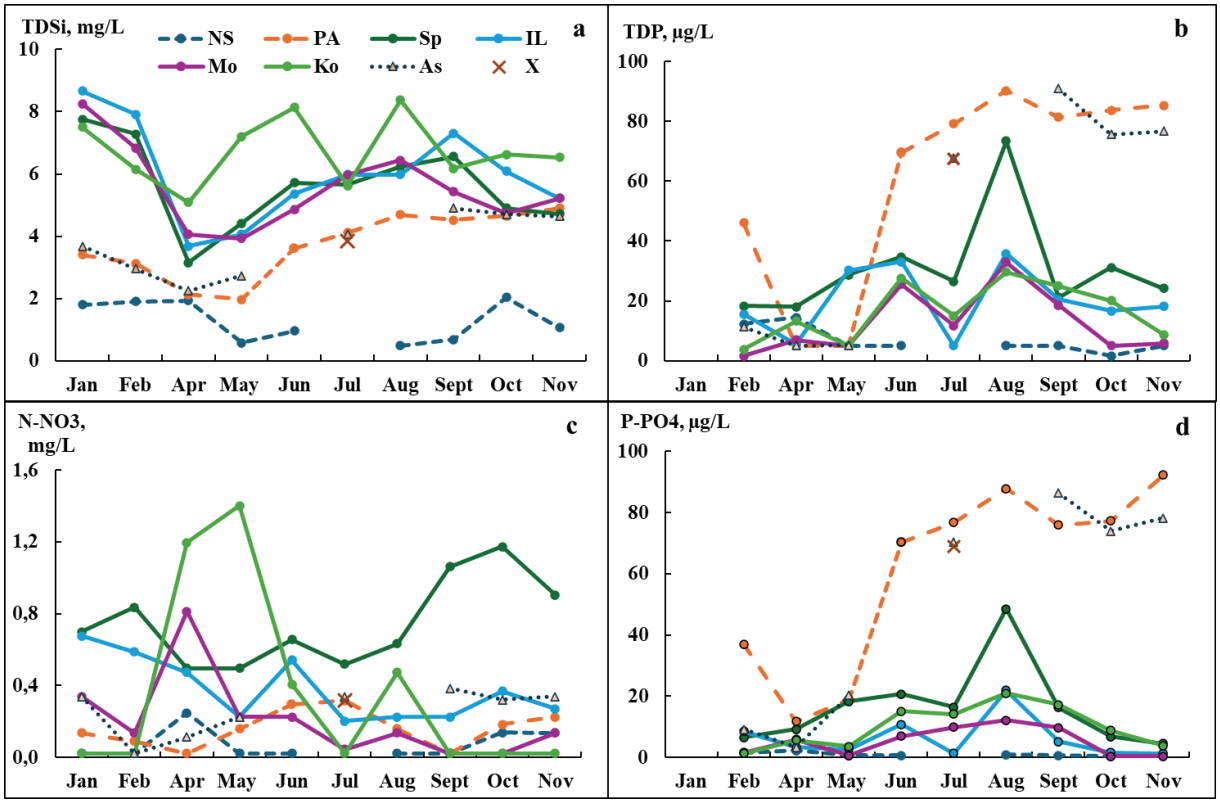


Рис. 2. Сезонная изменчивость концентраций биогенных элементов в нижнем течении рек в самом озере Ханка в 2025 г. (a) - кремний общий растворенный (TDSi), мг/л., (b) фосфор общий растворенный (TDP), мкг/л, (c) -азот нитратов ($N\text{-}NO_3$), мг/л, (d) -фосфор фосфатов ($P\text{-}PO_4$) мкг/л.

Анализ распределения общего и минерального фосфора выявил несколько закономерностей. Среднее за год содержание TDP и P-PO_4 в реках бассейна оз. Ханка составляет 18.5±13.8 и 9.5±9.3 мкгР/л соответственно. На рисунке (рис. 2 b, d) чётко видна сезонная и пространственная динамика концентраций. Максимальные концентрации среди рек характерны для р. Спасовка. Это может быть связано с особенностями водосбора, с выраженной антропогенной нагрузкой [3]. Пики концентраций TDP и P-PO_4 наблюдаются в летний период. Снижение уровней фосфора в зимний период обусловлено уменьшением биологической активности и меньшим поступлением с водосборного бассейна.

В озёрной воде среднее за год содержание TDP и P-PO_4 составляет 45.1±33.6 и 39.3±36.3 мкгР/л соответственно. При этом, как и в случае с кремнием, отмечается пространственная неоднородность. Крайне низкие концентрации как общего, так и минерального фосфора в юго-восточном прибрежье озера (5-15 и 1-2 мкгР/л соответственно) могут свидетельствовать о более интенсивном поглощении здесь фосфатов по сравнению с другими участками озера.

Значительное превышение концентраций фосфора в основной водной массе озера Ханка по сравнению с реками (в 2–4 раза летом и осенью) объясняется аккумуляцией биогенных элементов в водоёме, внутриводоёмными процессами, сезонным развитием фитопланктона и его последующим отмиранием, а также потоком фосфора из донных отложений [6].

Соотношение форм фосфора отражает особенности круговорота элемента в разных водных объектах. В реках доля минеральной формы фосфора от общего содержания составляет в среднем около 45 %. В основной части озера доля минеральной формы от общего содержания повышается и составляет в среднем около 70 %. Это указывает на активную трансформацию органики в озере: быструю минерализацию органических соединений фосфора и эффективный обмен между растворёнными и взвешенными формами. Исключением опять является юго-восточный участок озера, где концентрации фосфора находятся на пределе обнаружения и наблюдается тенденция к преобладанию органических форм. Высокие летние концентрации общего фосфора в основной части озера (до 90 мкгР/л) свидетельствуют о развитии эвтрофикации в этот период. Это может проявляться в массовом размножении фитопланктона, снижении прозрачности воды и дефиците кислорода в придонных слоях. Выявленные закономерности распределения и сезонной динамики растворённого фосфора подчёркивают сложность биогеохимических процессов в акватории озера Ханка и необходимость комплексного подхода, а также учёта роли донных отложений и взвешенных частиц в круговороте фосфора.

В реках бассейна озера Ханка наблюдаются заметные различия в концентрации нитратного азота и выраженная сезонная динамика (рис. 2 c). Река Спасовка характеризуется наиболее высокими уровнями нитратов, варьирующими в диапазоне 0.5–1.2 мгN/л при среднем значении 0.8±0.2 мгN/л. Зимой концентрация составляет 0.7–0.8 мгN/л из-за замедления биотических процессов и снижения водности. Весной, в период половодья (апрель — май), уровень снижается до 0.5 мг N/л за счёт разбавления талыми водами. Осенью фиксируется пик до 1.1–1.2 мгN/л, что может свидетельствовать о разложении органики и дополнительной антропогенной нагрузке. Реки Комиссаровка и Мельгуновка характеризуются более низкими концентрациями: годовой диапазон составляет 0.02–1.4 мгN/л и 0.02–0.8 мгN/л соответственно. Весенний максимум (апрель — май) может быть вызван вымыванием минеральных азотных соединений из почвы при таянии снега. Это характерно для относительно чистых водотоков с низким уровнем антропогенного воздействия. В остальное время года уровень нитратов здесь существенно ниже, чем в р. Спасовка, что может быть связано с преобладание лесных экосистем на водосборах [3]. Река Илистая занимает промежуточное положение с диапазоном 0.2–0.7 мгN/л. Зимой отмечаются концентрации до 0.6–0.7 мгN/л — вероятно, из-за снижения стока и накопления минеральных форм азота. Во время весеннего половодья уровень снижается до 0.2–0.5 мгN/л за счёт

разбавления. После половодья концентрация остаётся стабильно низкой, без выраженного осеннего роста.

Озеро Ханка, в отличие от рек, отличается более низкими концентрациями нитратного азота. В исследованных прибрежных зонах годовой диапазон составляет 0.02–0.4 мгN/л. Также отмечается характерная пространственная неоднородность – на юго-востоке концентрации минимальны почти весь год и составляют 0.02 мгN/л. Сезонная изменчивость слабо выражена, но не однозначна – весной на юго-востоке и западе отмечается незначительное повышение концентраций, а на северо-западе небольшое снижение. Летом на северо-западе и западе концентрации растут, а на юго-востоке падают. Менее выраженная динамика в озере Ханка свидетельствует о его самоочищающем и регулирующем потенциале. Вместе с тем для комплексной оценки трофического статуса водоёма необходимо дополнительное изучение других форм азота — аммонийного и органического, — чтобы получить полную картину биогенной нагрузки и потенциальных рисков эвтрофикации.

Выводы

1. Концентрация растворённого кремния в речных водах бассейна озера Ханка (6.0±1.4 мгSi/л) в 1,5–2 раза выше, чем в озере (3,8±0,9 мгSi/л). Сезонная динамика в реках характеризуется максимумом зимой, снижением весной из-за разбавления, ростом летом и осенью. В озере колебания менее выражены, но сохраняют тот же тренд.
2. Концентрации общего и минерального фосфора в озере Ханка в 2–4 раза превышают речные летом и осенью, что обусловлено активным развитием фитопланктона, разложением органики, потоком из донных отложений. В реках доля минеральной формы фосфора составляет в среднем 45%, и повышается в озере до 70%, что указывает на активную трансформацию форм фосфора в озерной воде.
3. Наибольшие концентрации нитратного азота наблюдаются в р. Спасовка (0.5–1.2 мг N/л), что может быть следствием антропогенного воздействия. В реках Комиссаровка и Мельгуновка уровни ниже (0.02–1.4 и 0.02–0.8 мг N/л соответственно), с весенними пиками из-за вымывания азота из почвы. Озеро отличается более низкими и стабильными концентрациями (0.02–0.4 мг N/л) и минимальной сезонной изменчивостью.
4. Пространственные различия (например, обеднение силикатами, нитратами и низкие уровни фосфора в юго-восточном прибрежье) могут быть связаны прежде всего с активным потреблением биогенных элементов фитопланктоном.

Таким образом, озеро Ханка выполняет функцию приёмника биогенных элементов и зоны их трансформации, сглаживая сезонные колебания, характерные для рек. Высокие летние концентрации фосфора создают риски эвтрофикации.

Благодарность. *Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ 25-47-00022 «Трансформация гидрологического режима и её экологическое воздействие на российско-китайскую трансграничную геосистему оз. Ханка в условиях изменения окружающей среды».*

Литература

1. Апонасенко А.Д., Лопатин В.Н., Щур Л.А., Филимонов В.С., Назаров В.А. Современное состояние озера Ханка по некоторым гидробиологическим и гидрофизическим показателям // Известия Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра. — 2000. Т. 127. — С. 535-558.
2. Бакланов П.Я., Качур А.Н., Ермошин В.В., Коженкова С.И., Махинов А.Н., Бугаец А.Н., Базарова В.Б., Ким В.И., Шамов В.В. Современные геоэкологические проблемы

в бассейне озера Ханка // География и природные ресурсы. 2019. №4. С. 33–43. DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2019-4(33-43)

3. Коженкова, С. И., Юрченко, С. Г., Базаров, К. Ю. Биогенные вещества в реках водосборного бассейна озера Ханка // Тихоокеанская география. — 2024. — №2. — С. 107–119.

4. Моисеенко Т. И., Гашкина Н. А. Формирование химического состава вод озёр в условиях изменения окружающей среды / Т. И. Моисеенко, Н. А. Гашкина; Российская акад. наук, Ин-т водных проблем РАН. — Москва: Наука, 2010. — 266, с.

5. Рыжаков, А. В., Вапиров, В. В., Степанова, И. А. Кремний в поверхностных водах гумидной зоны (на примере водных объектов Карелии) // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. Серия: Лимнология. Петрозаводск, 2019. №3. С. 52–60.

6. Савенко, В. С., Савенко, А. В. Геохимия фосфора в глобальном гидрологическом цикле / В. С. Савенко, А. В. Савенко; МГУ им. М. В. Ломоносова, Геогр. фак. — Москва: ГЕОС, 2007. — 247 с.

7. Чудаева В. А. Миграция химических элементов в водах Дальнего Востока / В. А. Чудаева. — Владивосток: Дальнаука, 2002. — 392 с.

8. Щур Л.А., Бондаренко Н.А. Сравнительный анализ фитопланктона озер Байкал и Ханка // Гидробиологический журнал. — 2012. Т. 48. — № 1. — С. 16-26.

УДК 551.582.2 DOI: 10.35735/9785605515623_77

ДИНАМИКА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ЛЕТА В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

Д.Н. Василевский[1], И.А. Лисина[2], С.Н.Мушта[2], Л.Н. Василевская[2]
[1]Дальневосточный филиал ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», г. Владивосток, Россия
[2]ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», г. Владивосток, Россия

Аннотация. Выполнена статистическая оценка динамики сроков начала, окончания и общей длительности метеорологического лета за 1966-2025 гг. на двух метеостанциях (Владивосток и Дальнереченск), расположенных на южном побережье и в западной (континентальной) части Приморского края.

***Ключевые слова*:** метеорологическое лето, прибрежная и континентальная часть Приморского края, динамика границ летнего сезона

DYNAMICS OF METEOROLOGICAL SUMMER IN PRIMORSKY KRAI

D.N. Vasilevskiy[1], I.A. Lisina[2], S.N. Mushta[2], L.N. Vasilevskay[2]
[1]Far Eastern Branch of FSBI Russian Research Institute for the Integrated Use and Protection of Water Resources, Vladivostok, Russia
[2] FGAOU VO "Far Eastern Federal University", Vladivostok, Russia;

Annotation. A statistical assessment of the dynamics of the start, end, and total duration of meteorological summers for the period 1966-2025 was performed at two meteorological stations (Vladivostok and Dalnerechensk), located on the southern coast and in the western (continental) part of Primorsky Krai.

***Keywords*:** meteorological summer, coastal and continental parts of Primorsky Krai, dynamics of the summer season boundaries

Введение. В условиях глобальных климатических изменений границы сезонов сдвигаются, что напрямую влияет на экосистемы, туристическую отрасль и в целом на экономику регионов. В современной научной практике выделяют два основных подхода к определению сезонов: астрономический, опирающийся на даты солнцестояний и равноденствий, и синоптический, основанный на смене атмосферных процессов. Однако для климатологии ключевое значение имеет выделение периодов с однородными термическими условиями, базирующееся на анализе дат устойчивого перехода температуры воздуха через установленные пороговые значения [4]. Для начала и окончания метеорологического лета таковой является температура +15ºС. В условиях умеренного муссонного климата наступление летнего сезона запаздывает из-за влияния охлажденного моря, а осень характеризуется длительным теплым периодом. В данной работе рассматриваются особенности летнего сезона Приморья через призму температурных показателей на южном побережье и в континентальной части.

Целью настоящего исследования является детальный анализ характеристик метеорологического лета (сроков начала, окончания и общей продолжительности) на двух репрезентативных станциях Приморского края – Владивосток и Дальнереченск, расположенных на южном побережье и в его континентальной части.

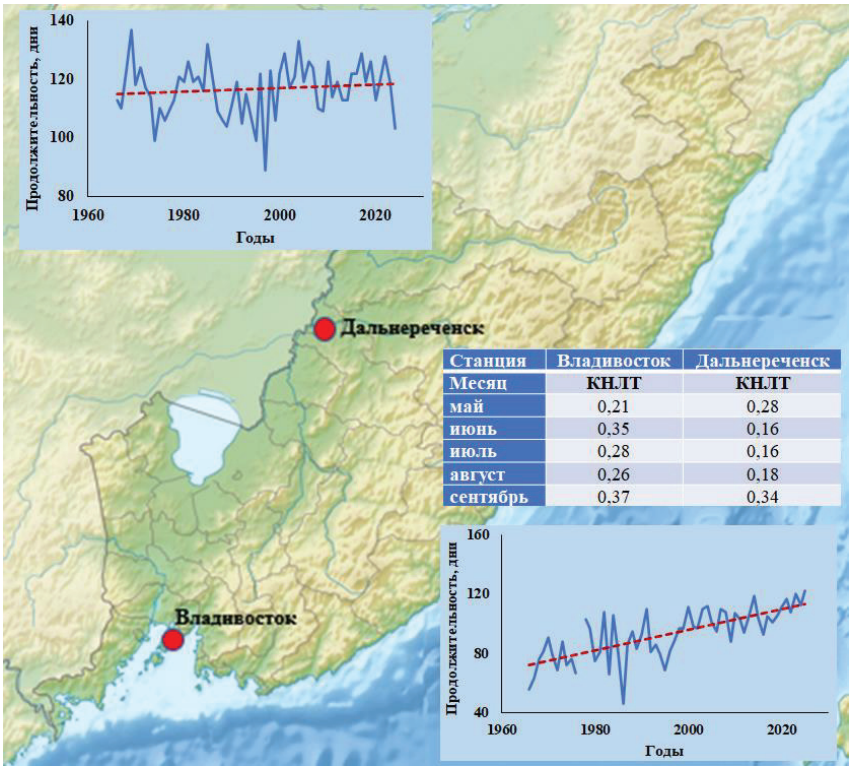
Задачи, поставленные в работе, включают: анализ многолетних изменений температуры воздуха в летний период на двух станциях; создание хронологической базы данных (календаря) дат наступления и окончания метеорологического лета; определение

статистических характеристик и хронологических границ метеорологического лета за 60-летний период; оценку направленности и скорости трендов смещения дат начала, окончания и продолжительности летнего сезона; сравнительный анализ динамики летнего сезона в прибрежной (Владивосток) и континентальной (Дальнереченск) зонах региона.

Материалы и методы. Исходные материалы: сведения о температуре воздуха с 1966 по 2024 гг. восьмисрочного, суточного и месячного разрешения, представленные на сайте ВНИГМИ-МЦД [3]; восьмисрочные наблюдения за 2025 г. (rp.5.ru) по двум станциям Приморского края (Владивосток и Дальнереченск) (рис.1).

За начало лета по методике Н.В. Кобышевой [4] принимается устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через отметку +15°С в сторону повышения. Критерием устойчивости начала лета считается первый день периода, когда температура держится выше +15°С в течение 5 и более дней подряд. А окончанием лета служит дата устойчивого перехода среднесуточной температуры ниже +15°С в сторону похолодания.

Статистическая обработка рядов включала расчет основных параметров распределения (минимум, максимум, среднее арифметическое, медиана, квартили). Оценка значимости линейных трендов производилась по величине коэффициента детерминации (R^2). Для анализируемого 60-летнего ряда при 95% уровне значимости пороговая величина R^2 составляет 0,065 [1].



Станция	Владивосток	Дальнереченск
Месяц	КНЛТ	КНЛТ
май	0,21	0,28
июнь	0,35	0,16
июль	0,28	0,16
август	0,26	0,18
сентябрь	0,37	0,34

Рис. 1. Расположение метеорологических станций, графики динамики продолжительности метеорологического лета и коэффициент наклона линейного тренда (КНЛТ) температуры (ºС/10 лет)

Результаты и их обсуждение. В ходе предыдущих исследований [2] установлено устойчивое повышение среднегодовой температуры воздуха во Владивостоке за период 1966–2022 гг., достигающее 1,3–1,5 ºС. Рассчитанные за период 1966–2025 гг. среднегодовые температуры в районе Дальнереченска показали более значительный рост – около 2ºС. Изменения температуры воздуха во Владивостоке за июнь–сентябрь характеризуются стабильным, устойчивым повышением, составляющим 0,26–0,37º/10 лет (рис. 1). Стоит

отметить, что наибольшее повышение температуры приходится на первый и последний месяц метеорологического лета – 0,35 и 0,37ºС /10 лет соответственно. В Дальнереченске также выявлено потепление в мае–сентябре, наибольшее в крайние месяцы (май – 0,28 и сентябрь 0,34ºС /10 лет). Этот факт определенно является предпосылкой изменения структуры метеорологического лета, которая, несомненно, должна повлиять на хозяйственную и рекреационную деятельность юга Приморья.

Основные статистические характеристики дат начала, окончания и продолжительности метеорологического лета для обеих станций представлены в таблице 1, а их графическое распределение в виде box plot – на рисунке 2.

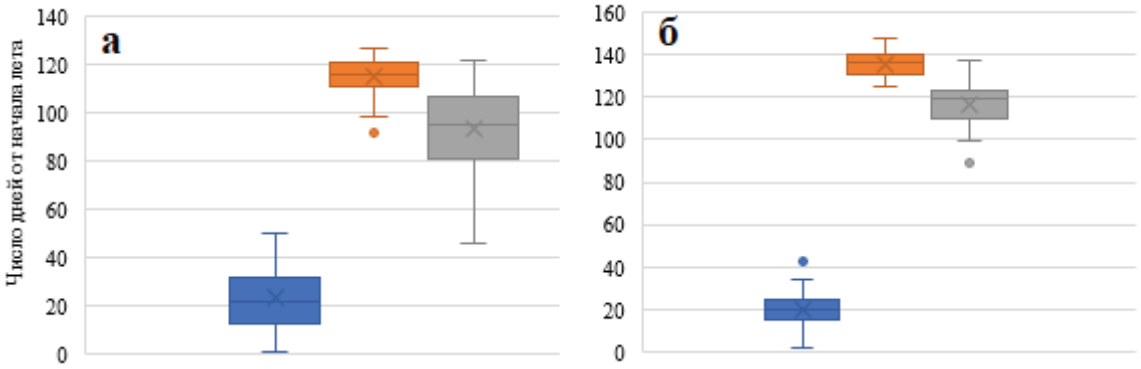


Рис. 2. Результаты статистической оценки дат начала, окончания и продолжительности летнего сезона в течение 1966–2025 гг. во Владивостоке (а) и Дальнереченске (б)

Для станции Владивосток половина всех значений даты начала лета (синий блок на рис. 2а) находится в промежутке от 13 июня до 2 июля (межквартильный интервал равен 19 дням). В 50% случаев лето начиналось не позже 22 июня. Самое раннее начало приходится на 1 июня (2014 г.), позднее – на 20 июля (1983 г.). 25% лет начинались раньше 13 июня, 75% лет начинались до 2 июля, то есть только 25% сезонов стартовали позже этой даты. Разброс данных относительно велик, что говорит о нестабильности даты начала лета в рассматриваемый период. Асимметрия распределения положительная (медиана смещена к нижнему квартилю), что указывает на большее количество ранних начал относительно центральной тенденции. Межквартильный интервал даты окончания лета (оранжевый блок на рис.2а) охватывает значения от 111 до 121 дня (10 дней), медиана приходится на 116 дней. Это означает, что половина летних сезонов заканчивалась между 19 и 29 сентября. Размах варьирует от 31 августа (1986 г.) до 5 октября (2025 г.). 25% лет заканчивались до 19 сентября, 75% лет заканчивались до 29 сентября, и только 25% сезонов длились дольше. По сравнению с началом, дата окончания лета демонстрирует меньшую изменчивость (межквартильный интервал в 1,9 раз уже). Распределение обладает небольшой отрицательной асимметрией, указывая на смещение в сторону более поздних окончаний.

Таблица 1

Даты и продолжительность летнего сезона, определенные за 1966-2025 гг.

Характеристика даты	Начало		Окончание		Продолжительность	
	Владивосток	Дальнереченск	Владивосток	Дальнереченск	Владивосток	Дальнереченск
Минимум наступления	1 июня	2 мая	31 августа	2 сентября	42 дня	82 дня
Максимум наступления	20 июля	12 июня	5 октября	25 сентября	126 дней	146 дней
Средняя дата	23 июня	20 мая	23 сентября	13 сентября	93 дня	116 дней
Медиана	22 июня	20 мая	24 сентября	13 сентября	94 дня	116 дней

Дата 75% обеспеченности	13 июня	15 мая	19 сентября	8 сентября	108 дней	125 дней
Дата 72% обеспеченности	2 июля	25 мая	29 сентября	17 сентября	79 дней	106 дней

Продолжительность летнего сезона определяется как разность между датой окончания и датой начала. Оценка этой характеристики показала, что медианная продолжительность составляет 94 дня, наиболее типичная максимальная длина составляет 108 дней, а минимальная типичная продолжительность – 79 дней (серый блок на рис. 2а). Таким образом, в 50% случаев продолжительность лета колеблется от 79 до 108 дней. Самое раннее окончание лета происходило 31 августа, а самое позднее начало 20 июля, т.е. самое короткое лето может составить 42 дня. А если судить по позднему окончанию (5 октября) и самому раннему началу (1 июня) абсолютная максимальная продолжительность лета составит 126 дней. Таким образом, продолжительность лета варьирует в широких пределах – от 42 до 126 дней, причём основной вклад в эту вариацию вносит нестабильность даты начала сезона.

Для даты наступления лета в Дальнереченске характерна умеренная стабильность: межквартильный интервал составляет 10 дней (с 15 по 25 мая), а медианное значение приходится на 20 мая (синий блок на рис. 2б). Это означает, что в 50% случаев лето начиналось в указанный десятидневный период, причем ровно половина сезонов стартовала не позднее 20 мая. Начало летнего периода варьирует от 2 мая (2017 г.) до 12 июня (1997 г.). Распределение симметрично относительно медианы: 25% лет начинаются до 15 мая, а еще 25% – после 25 мая. Окончание летнего сезона демонстрирует схожую вариативность. Половина всех значений окончания сосредоточена в интервале с 8 по 17 сентября (межквартильный размах – 9 дней), а медиана зафиксирована на 136-м дне (оранжевый блок на рис. 2б). Крайние сроки окончания приходятся на 2 сентября (1978 г.) и 25 сентября (2015 г.), лишь четверть сезонов заканчивается позже 17 сентября.

Продолжительность лета характеризуется значительным разбросом: от минимальных 82 до максимальных 146 дней (серый блок на рис. 2б). Однако в половине случаев длительность сезона колеблется в пределах от 106 до 125 дней, а медианная продолжительность составляет 116 дней, что соответствует примерно 4 месяцам.

Оценка направленности изменений временных границ лета (табл. 2, рис. 3) выявила существенные различия в динамике для двух станций. Для Владивостока характерен устойчивый тренд к увеличению продолжительности летнего периода за счет более раннего начала и, в особенности, более позднего окончания. Наибольшая скорость роста продолжительности зафиксирована в последние десятилетия (+0,58 дня/год за 1997–2025 гг.). В Дальнереченске, напротив, значимых долговременных трендов не обнаружено.

Таблица 2

Коэффициенты наклона линейных трендов для дат и продолжительности летнего сезона (дней/год)

Период	Владивосток			Дальнереченск			Дальнереченск	
	1966-1996	1997-2025	1966-2025	1966-1996	1997-2024	1966-2024	1966-1998	1999-2024
Начало	-0,25	-0,33	-0,45	0,24	-0,04	0,02	0,27	0,099
Конец	0,18	0,25	0,26	-0,0	0,09	0,08	-0,02	0,02
Продолжительность	0,43	0,58	0,71	-0,24	0,13	0,06	-0,29	-0,08

Перелом тенденций, приходящийся на конец 1990-х – начало 2000-х годов, согласуется с глобальными климатическими сдвигами и проявляется в ускорении темпов роста продолжительности лета во Владивостоке и стагнации показателей в Дальнереченске.

Самым теплым на южном побережье стало лето 2025 года со средней температурой 20,6ºС. Далее следуют 1994 (20,2ºС) и 2024 (20,0ºС) годы. Самыми холодными были 1971 (16,6ºС), 1998 (17,0ºС), а также 1987, 1993, 2002 и 2003 годы (17,1ºС). Диапазон средних летних температур составляет 4ºС (от 16,6 до 20,6ºС) при многолетней норме 18,3ºС. Корреляция между температурой лета и его продолжительностью отсутствует.

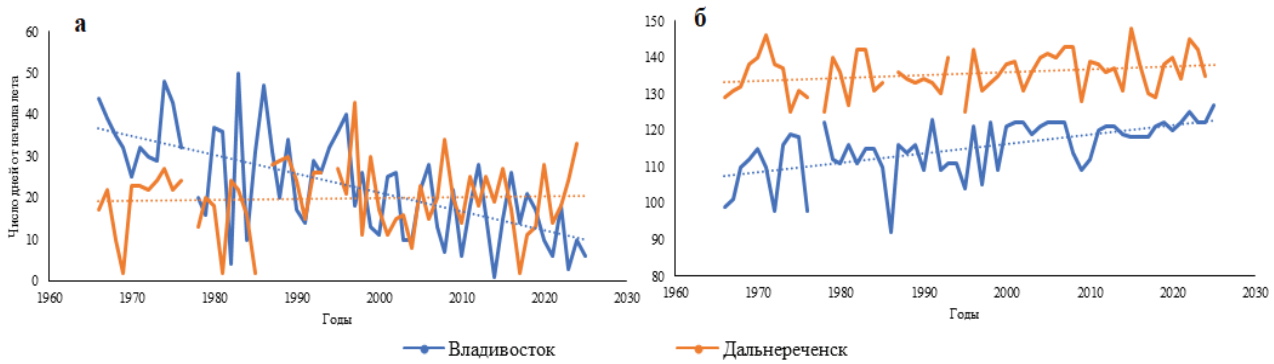


Рис. 3. Динамика начала метеорологического лета (а) и его окончания (б) за 1966-2025 гг.

Самым теплым за исследуемый период (1966–2025 гг.) в континентальной части стало также лето 2025 года (21,3 °С), за ним следуют 1997 г. (21°С), 2010 г. (20,7 °С) и 2021 г. (20,4 °С). Наиболее низкие показатели отмечены в 1983 г. (17,8 °С), а также в 1989 и 2002 гг. (18,1 °С). Средняя многолетняя температура метеорологического лета в Дальнереченске составляет 19,3 °С при амплитуде колебаний в 3,1 °С.

Таким образом показатели термического режима летнего сезона как на побережье, так и в континентальной части Приморского края существенно различаются. Основное различие заключается в том, что на континенте более теплое лето с высокой нормой (19,3ºС) и значительными экстремумами. Так, очень холодное лето фиксируется во Владивостоке в 1971 г. (средняя температура сезона 16,6°С), в то время как в Дальнереченске самым холодным было лето 1983 г. (17,8°С). Список рекордно теплых лет на двух станциях также не совпадает.

Заключение

В данной работе рассмотрена динамика изменения сроков наступления летнего метеорологического сезона, которая является одним из наиболее чувствительных индикаторов современной климатической изменчивости. Анализ временных границ этого сезона позволяет оценить реальную теплообеспеченность территории.

Климатические изменения в Приморском крае проявляются в устойчивом повышении среднегодовой температуры воздуха на 1,5-2 ºС. Положительные тренды фиксируются во все сезоны.

Реакция границ метеорологического лета на потепление существенно различается в зависимости от географического положения. Для прибрежной станции (Владивосток) характерен статистически значимый тренд к увеличению продолжительности летнего сезона (со скоростью +0,71 дня/год), что обусловлено как сдвигом дат начала на более ранние сроки, так и смещением окончания на более поздние.

В континентальной части (Дальнереченск) межгодовая изменчивость границ лета остается в пределах естественных колебаний; значимых долговременных трендов не выявлено. Продолжительность сезона здесь выше (около 4 месяцев), чем на побережье (около

3 месяцев), а его термический режим характеризуется более высокими значениями средней температуры.

Выявленные различия необходимо учитывать при климатическом обслуживании отраслей экономики (сельское хозяйство, рекреация, энергетика и т.п.), чувствительных к изменению теплообеспеченности вегетационного периода.

Литература

1. Брукс К. Применение статистических методов в метеорологии / Брукс К., Карузерс Н. – Л.: Гидрометеоиздат, 1963. – 144 с.
2. Василевский Д.Н., И.А. Лисина, Л.Н. Василевская, А.С. Шпак, А.Г. Федорова, В.С.Боброва Оценка температурно-влажностного режима юга Приморского края и его влияние на речной сток // Сборник научных статей конференции «Геосистемы Северо-Восточной Азии: природные и социально-экономические факторы и структуры». – Владивосток: ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, 2024. – С. 512-517
3. Сайт Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мировой центр данных. http://www.meteo.ru/data
4. Кобышева Н. В. «Руководство по специализированному климатологическому обслуживанию экономики» (2008 г.)

УДК 574.587 DOI: 10.35735/9785605515623_83

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВА *ZOSTERA MARINA* LINNAEUS В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЯПОНСКОГО МОРЯ

Галышева Ю.А. [1], Коженкова С.И. [2], Метревели В.Е. [1,3]
[1]Дальневосточный федеральный университет, Владивосток
[2]Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток
[3]Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО), Владивосток

Аннотация. Изучена сезонная динамика состава и структуры сообщества морской травы *Zostera marina* Linnaeus в прибрежных водах Приморского края. На основе многолетнего мониторинга (2001–2024 гг.) проанализировано видовое богатство, биомасса, плотность поселения макробентоса и углеродная ёмкость биоценоза. В составе сообщества выявлено 175 видов растений и животных; количественные характеристики претерпевают значительные сезонные колебания. Пик развития морской травы приходится на июль-август, когда длина листьев превышает 120 см, общая биомасса может составлять 5–10 кг/м^2. Выявлена тесная связь между структурой сообщества и абиотическими факторами, такими как тип грунта и содержанием органического углерода в донных отложениях. Оценена роль зарослей зостеры как депонента органического углерода.

***Ключевые слова**: Zostera marina*, *макробентос, сезонные изменения, биомасса, видовое богатство, углеродная ёмкость, Японское море.*

SEASONAL CHANGES IN THE COMPOSITION AND STRUCTURE OF THE *ZOSTERA MARINA* LINNAEUS COMMUNITY IN THE NORTHWESTERN PART OF THE SEA OF JAPAN

Galysheva Yu.A. [1], Kozhenkova S.I. [2], Metreveli V.E. [1,3]
1 Far Eastern Federal University, Vladivostok
2 Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok
3 Pacific Branch of VNIRO (TINRO), Vladivostok

Abstract. Seasonal dynamics of the composition and structure of *Zostera marina* Linnaeus community was studded in the coastal waters of Primorsky Krai. Based on the long-term monitoring (2001–2024), the species richness, biomass, settlement density of the macrobenthos, and the carbon capacity of the biocenosis were analyzed. It was found that the community includes 175 species of plants and animals, with its quantitive characteristics undergoing significant seasonal fluctuations. Seagrass biomass peaks in July and August, when the length of the leaves exceeds 120 cm, and total community biomass may be 5–10 kg/m^2. The relationship between community structure and abiotic factors, such as substrate type and organic carbon concentration in bottom sediments, is discussed. The importance of seagrass beds as a depositor of organic carbon has been assessed.

***Key words:** Zostera marina, macrobenthos, seasonal changes, biomass, species richness, carbon capacity, Sea of Japan.*

Введение. Морские травы являются важнейшим компонентом прибрежных экосистем, выполняя ключевую роль в поддержании морского биоразнообразия и устойчивости береговых зон [15]. Эти растения признаны основными продуцентами, способными депонировать значительное количество углерода, формируя так называемые «blue-carbon ecosystems» [12]. У побережья Приморского края сообщества с доминированием зостеры занимают значительные площади дна. При этом в зал. Петра Великого Японского моря по распространению и биомассе преобладает *Zostera marina* Linnaeus, а к северу от него – *Zostera*

asiatica Miki [4]. Сложная корневая система позволяет зостере закрепляться на дне и формировать поля ее распространения. Заросли морской травы служат убежищем для молоди рыб и местообитанием для множества беспозвоночных, однако они подвержены антропогенной деградации вследствие эвтрофирования и увеличения мутности воды [10]. Исследования строения и функций морской травы *Z. marina*, ее адаптации к среде обитания в дальневосточных морях, особенностей физиологии и биохимических свойств проводились во второй половине XX в. [5; 7]. Однако сезонные особенности состава и структуры сообществ изучены недостаточно. Актуальным является также оценка роли зарослей зостеры как депонента органического углерода в северо-западной части Японского моря.

Материалы и методы. Российское побережье Японского моря характеризуется муссонной циркуляцией атмосферы и влиянием холодного Приморского течения. Летний период здесь отличается обилием осадков (до 85% годовой суммы) и активным прогревом воды, что определяет циклы развития морской биоты [7]. Исследование состава и структуры сообщества *Z. marina* проводили в период с 2001 по 2024 гг. вдоль южного и восточного побережья Приморского края: в заливе Петра Великого (бухты Троицы, Астафьева, Средняя, зал. Восток, зал. Находка), в бухте Киевка и в зал. Владимира. Сбор проб в горизонте верхней сублиторали (до 1 м) выполняли методом перекопа на площади 0,16 м^2, а на глубине более 1 м при помощи легководолаза с учетной площади в 1 м^2. На каждой станции соблюдали трехкратность повтора отбора. Отмечали проективное покрытие дна растительностью (%), количественные пробы помещали в полиэтиленовые пакеты и доставляли в лабораторию, где в день отбора выполняли стандартную гидробиологической обработку: листья и корневища морской травы разделяли, промывали, освобождая от организмов, смыв пропускали через систему гидробиологических сит с наименьшей ячеей 0,5 мм. Разобрав по видам и подсушив организмы на фильтровальной бумаге, определяли прижизненный сырой вес животных и растений [2]. Всего обработано 459 количественных проб. Под «углеродной ёмкостью» понимали расчетное содержание углерода в сырой массе живого вещества всех организмов донного сообщества.

Результаты и обсуждение. Для сообщества *Z. marina* характерно высокое видовое богатство: выявлено 175 видов, среди которых 35% приходится на многощетинковых червей. Максимальное за сезон число видов (108) отмечено летом в б. Киевка. Сезонная динамика биоценоза неразрывно связана с жизненным циклом самого сообществообразователя. В весенний период, при температуре воды 5–10 °C, начинается активная вегетация за счёт дочерних побегов; в мае длина листьев составляет 26–36 см. В этот период существенную роль в структуре сообщества играют сезонные эпифиты, такие как бурая водоросль *Punctaria plantaginea* и зелёные водоросли, на долю которых весной может приходиться до 46% общей биомассы фитоценоза. К августу ситуация радикально меняется: длина листьев зостеры увеличивается в 4 раза (до 110–126 см), проективное покрытие дна морской травой достигает 90%. Максимальная общая биомасса сообщества отмечена именно в летний период. В бухте Киевка средние показатели составляли около 4040 г/м^2, в отдельных пробах из восточной части зал. Находка значения превышали 7000 г/м^2. Столь высокие показатели биомассы обусловлены не только интенсивным ростом зостеры в летний период, но и массовым оседанием личинок беспозвоночных. Плотность поселения животных в июле может превышать 1000 экз./м^2, при этом доминирующее положение занимают многощетинковые черви и молодь моллюсков. Осенью (октябрь) начинается естественное отмирание листьев, высота морских трав не превышает 70 см, а общая биомасса сообщества уменьшается в 2–3 раза.

Субдоминантами сообщества *Z. marina* по биомассе в разных районах являются: двустворчатые моллюски *Ruditapes philippinarum, Mizuchopecten yessoensis, Spisula sachalinensis*, а также бурые водоросли *Sargassum myiabei, S. pallidum* и морская звезда *Patiria pectinifera*. В районах, подверженных опреснению (приэстуарные зоны, озера лиманного

типа), в качестве субдоминанта отмечен брюхоногий моллюск *Batillaria cumingii*. В качестве сезонного аспекта в формировании биомассы в составе субдоминантов отмечены зеленые водоросли *Acrosiphonia heterocladia, Cladophora speciosa, Ulva clathrata, U. linza, U. fenestrata* и *Kornmannia leptoderma*, а также бурая водоросль *Punctaria plantaginea*. Практически во всех обследованных районах сезонный аспект проявляется в форме эпифитизма, что свидетельствует о существенном обогащении среды в зоне зарослей зостеры органическим веществом, которое в совокупности с достаточным уровнем физиологически активной радиации и благоприятной температурой приводит к увеличению биомассы водорослей-эпифитов в теплый период года.

Зооценоз сообщества имеет более стабильный таксономический состав, чем фитоценоз. Кроме указанных субдоминирующих видов Bivalvia, часто встречаются и другие двустворчатые моллюски - *Macoma incongrua, Leucoma euglipta* и *Mya arenaria*, многощетинковые черви - *Lumbrineris inflata, Scoletoma fragilis, Nereis tigrina, N. vexillosa*, голотурия *Eupentacta fraudatrix*, сипункулида *Phascolosoma* sp., брюхоногие моллюски *Littorina squalida* и *Nucella heyseana*, хитоны *Ischnochiton hakodadensis* и *Mopalia retifera*, составляющие основу (ядро) сообщества (рис.).

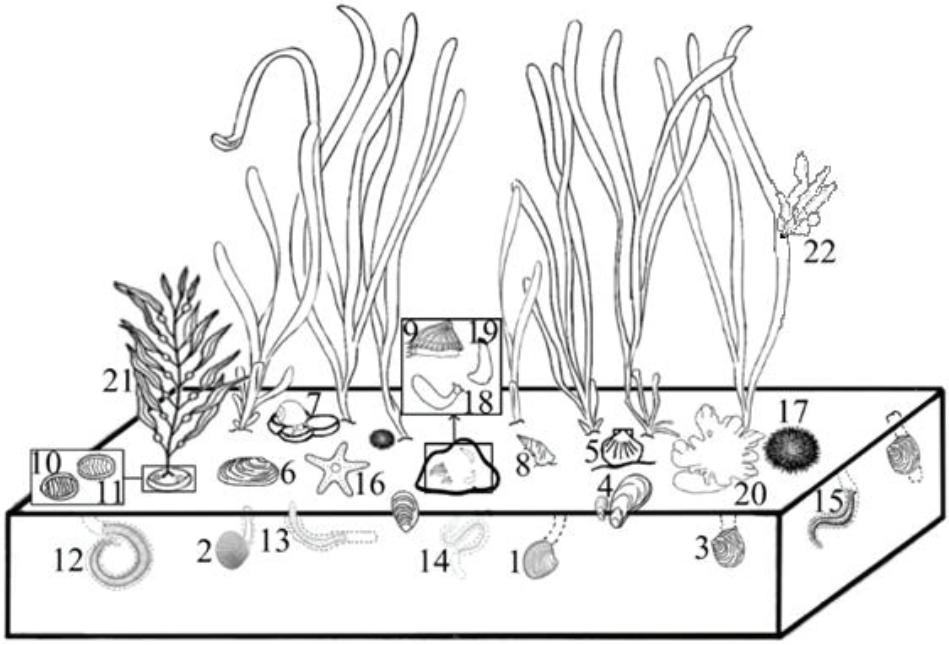


Рис. Состав наиболее массовых и часто встречающихся видов в сообществе *Z. marina* в б. Киевка [2]: 1 – *Ruditapes philippinarum*, 2 – *Leukoma euglypta*, 3 – *Macoma incongrua*, 4 – *Modiolus kurilensis*, 5 – *Mizuhopectan yessoensis*, 6 – *Mya arenaria*, 7 – *Littorina squalida*, 8 – *Nucella heyseana*, 9 – *Lottia* sp., 10 – *Ischnochiton hakodadensis*, 11 – *Mopalia retifera*, 12 – *Nereis vexillosa*, 13 – *Lumbrineris inflata*, 14 – *Scoletoma fragilis*, 15 – *Nereis tigrina*, 16 – *Leptasterias similispinis*,17 – *Strongylocentrotus intermedius*, 18 – *Eupentacta fraudatrix*, 19 – *Phascolosoma* sp., 20 – *Ulva fenestrata*, 21 – *Sargassum pallidum*, 22 – *Punctaria plantaginea*.

Для анализа средообразующей роли *Z. marina*, а также современного состава и структуры формируемого ею сообщества, мы использовали количественные данные оценки макробентоса и среды его обитания в наиболее изученной нами б. Киевка, в которой разнообразие экологических условий, образует многообразие экотопов и высокое биологическое разнообразие донного населения в целом [2]. В бухте отмечены, как тепловодные, так и умеренно-холодноводные и холодноводные элементы флоры и фауны.

В пределах зарослей *Z. marina* в б. Киевка формируется более разнородный по сравнению с прилегающими участками грунт с высоким содержанием органического углерода

(табл.). Обогащение среды органическим веществом в зоне произрастания зостеры, складывающимся преимущественно из продуктов обмена вегетирующих растений, а также разложением отмерших остатков фитомассы, отражают и химические параметры морской воды: концентрации $P_{орг}$ и $БПК_5$ здесь выше, чем вне поля зостеры. Как следствие этого, за пределами поля зостеры, даже в близких по параметрам глубины, типа грунта и прибойности экологических условиях, количественные показатели макробентоса гораздо ниже. По мере удаления от поля зостеры, нарастания глубины и упрощения структуры донных отложений отмечено уменьшение видового обилия, биомассы и плотности поселения донных животных (табл. 1).

Таблица 1

Химико-экологические условия и количественные характеристики макробентоса б. Киевка в сообществе *Z. marina* и за его пределами

Локация	Глубина, грунт	Химические параметры			СП	Биологические параметры		
		$C_{орг}$, %	$P_{орг}$ (мкг/л)	$БПК_5$ ($мгO_2$/л)		Видовое обилие (число видов/м^2)	Общая средняя биомасса (г/м^2)	Плотность поселения животных (экз./м^2)
Поле *Z. marina*	0,7 м, псефитовый алевро-псаммит, ракуша	0,63	195,73	1,25	II	26,7±11,5	3620 ± 1079	1008± 852
Вне поля *Z. marina*	0,7 м, псефитовый алевро-псаммит	0,53	60,52	0,48	II	10,2±2,8	512± 79	281± 74
	2 м, алевро-псаммит	0,47	40,25	0,83	II	9,1±3,1	325± 100	213± 56
	3 м, псаммит	0,36	24,3	0,73	III	2,1±0,7	4± 2	80± 16

Примечание: $C_{орг}$ - концентрация органических веществ в грунте, $P_{орг}$ – концентрация органических форм фосфора в воде, $БПК_5$ - биохимическое потребление кислорода в морской воде, СП – степень прибойности: II – хорошо защищенный берег, прибой редко, выражен слабо, III – слабозащищенный берег, прибой частый, но ослабленный ограниченным разгоном волны.

Углеродная ёмкость биоценоза изменяется в широком диапазоне в зависимости от района и сезона: от 41 гС/м^2 в заливе Восток в осенний период до 367 гС/м^2 в бухте Киевка летом. Основной вклад в этот показатель вносит сама зостера, на втором месте - двустворчатые моллюски, полихеты и бурые водоросли. В целом, запас углерода в живой биомассе летом в два раза больше, чем осенью, что отражает сезонную пульсацию секвестрационной способности морских лугов [1, 2, 9].

Заключение.

Сообщество *Zostera marina* в северо-западной части Японского моря является высокопродуктивной экосистемой с выраженной сезонной динамикой. Максимальные показатели биомассы (до 10 кг/м^2) и видового богатства (до 108 видов) достигаются в летний период (июль-август), что связано с пиком вегетации морской травы и массовым развитием беспозвоночных.

Сезонная динамика обилия сообщества характеризуется выраженным весенне-летним аспектом, связанным с массовым развитием эпифитных зеленых водорослей (*Ulva* spp., *K. leptoderma* и др.), биомасса которых весной может достигать почти половины от общей биомассы фитоценоза. Резкое снижение обилия эпифитов к августу и их полное исчезновение в октябре обусловлено завершением их жизненных циклов и сезонным изменением гидрохимических показателей, в частности температуры и содержания биогенов [2]. Равенство показателей биомассы растительной части сообщества весной и летом, выявленное в заливах Восток, Находка и бухте Киевка свидетельствует о схожести процессов роста новых побегов и деструкции старых тканей зостеры в первой половине вегетационного периода. Максимальное значение общей биомассы биоценоза в июле за счет увеличения животной компоненты является закономерным и обусловлено пиком биологической продуктивности прибрежных биоценозов в данный сезон в целом. В этот период в прибрежной зоне происходит массовое оседание личинок и активный рост молоди беспозвоночных, прежде всего брюхоногих и двустворчатых моллюсков [6, 8], что существенно повышает суммарные показатели биомассы сообщества. Уменьшение биомассы сообщества осенью связано прежде всего с биологическими особенностями жизненного цикла *Z. marina*. По завершении активного периода вегетации происходит массовое отмирание листьев, которые в это время года составляют основной пул органического детрита [1].

Средообразующая роль зостеры проявляется в аккумуляции органического углерода и создании защищенных биотопов, где плотность населения животных в 7 раз выше, чем на открытых участках морского дна. Существенное увеличение количественных показателей макробентоса (видового богатства, биомассы и плотности поселения) в пределах поля зостеры по сравнению с открытыми участками дна подтверждает роль морских лугов как центров биологического разнообразия [3, 11]. Доминирующая роль *Z. marina* в накоплении углерода определяет её статус как ключевого компонента систем «голубого углерода», способного эффективно изымать диоксид углерода из водной среды и депонировать его в биомассе и подстилающих осадках [13, 14].

Литература

1. Вышкварцев, Д. И. Картирование доминирующих видов водной растительности и анализ их роли в экосистеме мелководных бухт залива Посьета Японского моря / Д. И. Вышкварцев, В. М. Пешеходько // Подводные гидробиологические исследования. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1982. – С. 120–130.
2. Галышева, Ю. А. Макробентос бухты Киевка и условия его существования: монография / Ю. А. Галышева, С. И. Коженкова. – Владивосток: Дальневосточный федеральный университет, 2023. – 182 с.
3. Гусарова, И. С. Распределение растительности и рыб на мелководье острова Рейнеке (залив Петра Великого) в летний период / И. С. Гусарова, Н. В. Колпаков, В. Н. Кулепанов // Известия ТИНРО. – 2012. – Т. 171. – С. 26–39.
4. Дзизюров, В. Д. Макрофитобентос Приморья / В.Д. Дзизюров, И.С. Гусарова, В.Н. Кулепанов [и др.] // Гидрометеорология и гидрохимия морей. Японское море. – СПб: Гидрометеоиздат, 2004. – Т. 8, Вып. 2. – С. 166–175.
5. Кардакова, Е. А. Морские травы Дальнего Востока / Е. А. Кардакова, И. В. Кизеветтер. – Владивосток: Примор. кн. изд-во, 1953. – 40 с.
6. Надточий, В. В. Зоопланктон бухт Киевка, Соколовская, Мелководная и Каплунова (северо-западная часть Японского моря) / В.В. Надточий, Ю.И. Зуенко // Известия ТИНРО. – 2002. – Т. 131. – С. 288-299.

7. Паймеева, Л. Г. Некоторые черты биологии зостеры в заливе Петра Великого / Л. Г. Паймеева // Исследования по биологии рыб и промысловой океанографии. Владивосток: ТИНРО. – 1974. – Вып. 5. – С. 35–45.

8. Федорец, Ю. В. Экологический мониторинг морской биоты бухты Алексеева (залив Петра Великого) / Ю.В. Федорец, О.А. Шарова, А.А. Косьяненко [и др.] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13, № 1 (6). – С. 1386–1392.

9. Шулькин, В. М. Углерод в экосистеме *Zostera marina* Linnaeus, 1753 на песчаных грунтах бухты Средняя (залив Петра Великого, Японское море) по данным полевых наблюдений / В. М. Шулькин, В. В. Жариков, А. М. Лебедев, К. Ю. Базаров // Морской биологический журнал. – 2024. – Т. 9, № 2. – С. 98-114.

10. Baranano, C. Population dynamics of a fragmented subtidal *Zostera marina* population affected by shell fishing / C. Baranano, E. Fernández, P. Morán [et al.] // Estuarine, Coastal and Shelf Science. - 2022. - Vol. 269. - P. 107818.

11. Coll, M. Food-web structure of seagrass communities across different spatial scales and human impacts / M. Coll, A. Schmidt, T. Romanuk, H. K. Lotze // PLoS ONE. – 2011. – 6(7): e22591. doi:10.1371/journal.pone.0022591

12. Duarte, C.M. Seagrass community metabolism: Assessing the carbon sink capacity of seagrass meadows / C.M. Duarte, N. Marba, E. Gacia [et al.] // Global biogeochemical cycles. – 2010. Vol. 24. GB4032. doi:10.1029/2010GB003793.

13. Orth, R. J. Restoration of seagrass habitat leads to rapid recovery of coastal ecosystem services / R. J. Orth, J. S. Lefcheck, K. S. McGlathery [et al.] // Science advances. – 2020. – Vol. 6. – №. 41. – P. eabc6434. doi: 10.1126/sciadv.abc6434.

14. Prentice, C. A synthesis of blue carbon stocks, sources, and accumulation rates in eelgrass (*Zostera marina*) meadows in the Northeast Pacific / C. Prentice, K. L. Poppe, M. Lutz [et al.] // Global Biogeochemical Cycles. – 2020. – Vol. 34. – №. 2. – P. e2019GB006345. doi: 10.1029/2019GB006345

15. Spivak, A. C. Epifaunal community composition and nutrient addition alter sediment organic matter composition in a natural eelgrass *Zostera marina* bed: a field experiment / A.C. Spivak, E.A. Canuel, J.E. Duffy [et al.] // Marine Ecology Progress Series. – 2009. – Vol. 376. – P. 55–67.

УДК 551.588.2 DOI: 10.35735/9785605515623_89

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ВОЗДУХА В РАЗНЫХ ОРОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Жарков Д. М., Лисина И. А.,
Департамент наук о Земле ИМО ДВФУ

Аннотация. В работе представлен сравнительный анализ качества атмосферного воздуха в западной (район города Лесозаводск) и восточной (район посёлка Смычка) частях Приморского края, расположенных в различных орографических условиях по отношению к хребту Сихотэ-Алинь. Выявлены сезонные закономерности распределения загрязняющих веществ, обусловленные барьерным эффектом горной системы и муссонной циркуляцией воздушных масс.

Ключевые слова: *атмосферное загрязнение, орография, трансграничный перенос, Приморский край, сезонная динамика*

COMPARATIVE ANALYSIS OF AIR QUALITY UNDER DIFFERENT OROGRAPHIC CONDITIONS IN PRIMORSKY KRAI

D.M. Zharkov, I.A. Lisina
Department of Earth Sciences, IMO, FEFU

Abstract. This paper presents a comparative analysis of atmospheric air quality in the western (Lesozavodsk area) and eastern (Smychka settlement area) parts of Primorsky Krai, located under different orographic conditions relative to the Sikhote-Alin mountain range. Seasonal patterns in the distribution of pollutants, driven by the barrier effect of the mountain system and the monsoon circulation of air masses, have been identified.

Keywords: *atmospheric pollution, orography, transboundary transport, Primorsky Krai, seasonal dynamics*

Введение. Изучение пространственно-временной динамики загрязнения атмосферного воздуха является важной задачей экологических исследований, особенно в регионах со сложным рельефом и выраженной сезонной сменой воздушных масс. Приморский край, находящийся под влиянием муссонной циркуляции и имеющий орографический барьер в виде хребта Сихотэ-Алинь, представляет собой уникальный полигон для изучения влияния рельефа на распределение поллютантов. Целью данной работы являлось выявление сезонных различий в уровнях загрязнения воздуха между западной (район города Лесозаводска) и восточной (район посёлка Смычка) частями Приморского края, обусловленных их различным орографическим положением относительно главного водораздела [1].

Материалы и методы. В качестве исходных данных (табл. 1) использовались концентрации загрязняющих веществ (SO_2, NO_2, CO, $PM_{2.5}$ и PM_{10}), зафиксированные станцией мониторинга «Смычка» ТИГ ДВО РАН (восточный макросклон Сихотэ-Алиня) и полученные из данных реанализа NASA (GMAO/GEOS-5) для района города Лесозаводск (западный макросклон) за период 2023–2025 гг.

Для анализа привлекались розы ветров, синоптические карты и корреляционный анализ. Исследование проводилось раздельно для тёплого (июль) и холодного (январь) периодов, характеризующихся противоположными направлениями переноса воздушных масс [1-3].

Таблица 1

Концентрации поллютантов за январь 2024 года в западной (г. Лесозаводск) и восточной (п. Смычка) частях Приморского края (составлено автором)

Смычка						Лесозаводск					
Дата	мкг/м³		ppm	мкг/м³		Дата	мкг/м³		ppm	мкг/м³	
	$PM_{2.5}$	PM_{10}	CO	SO_2	NO_2		$PM_{2.5}$	PM_{10}	CO	SO_2	NO_2
01.01	3	4	0,19	14,3	2	01.01	4	5	0,23	2,67	1
02.01	2	3	0,29	11,3	3	02.01	17	25	0,51	19,73	5
03.01	0	1	0,24	15	2	03.01	1	1	0,48	14,27	3
04.01	2	3	0,15	16,3	1	04.01	3	4	0,23	3,92	2
05.01	3	6	0,24	25,8	2	05.01	11	17	0,49	17,55	2
06.01	0	1	0,31	12,3	2	06.01	7	9	0,34	10,08	4
07.01	3	5	0,21	9,22	2	07.01	19	27	0,37	13,77	6
08.01	2	2	0,2	7,29	2	08.01	7	10	0,3	7,46	5
09.01	6	9	0,27	14,1	2	09.01	25	37	0,35	14,82	5
10.01	4	6	0,22	8,1	3	10.01	14	20	0,38	12,83	6
11.01	7	11	0,17	18,8	3	11.01	4	7	0,19	1,81	1
12.01	1	2	0,25	9,69	1	12.01	12	17	0,26	7,59	1
13.01	6	9	0,18	8,38	1	13.01	11	17	0,28	9,2	3
14.01	7	12	0,14	15,3	1	14.01	13	22	0,25	4,65	2
15.01	2	3	0,19	5,53	1	15.01	6	9	0,23	4,26	1
16.01	5	7	0,17	7,23	1	16.01	12	17	0,38	11,15	4
17.01	3	5	0,15	28	2	17.01	4	6	0,25	3,39	3
18.01	11	17	0,24	8,23	1	18.01	9	13	0,34	11,45	2
19.01	1	1	0,16	11,6	1	19.01	4	6	0,28	6,1	2
20.01	2	3	0,16	5,9	1	20.01	5	7	0,26	3,88	1
21.01	3	5	0,16	13,9	1	21.01	11	16	0,2	5,05	2
22.01	3	5	0,16	1,59	0	22.01	6	8	0,2	3,72	1
23.01	2	3	0,17	6,13	1	23.01	6	8	0,19	5,74	1
24.01	2	3	0,16	7,39	1	24.01	7	9	0,18	2,82	1
25.01	2	4	0,14	5,01	1	25.01	3	4	0,29	5,77	2
26.01	2	3	0,18	10,2	1	26.01	8	11	0,41	10,39	3
27.01	2	3	0,16	12,9	1	27.01	5	8	0,41	8,86	2
28.01	3	5	0,15	21,2	1	28.01	2	3	0,34	7,86	2
29.01	3	5	0,14	27,1	1	29.01	1	2	0,3	3,48	1
30.01	3	4	0,29	15,6	2	30.01	7	10	0,38	12,83	3
31.01	17	29	0,19	10,5	2	31.01	10	15	0,24	9	1

Результаты и их обсуждение. Установлено, что в летний период при преобладании юго-восточных ветров (рис. 1) концентрации PM и CO в восточной части (район посёлка Смычка) стабильно выше, чем в западной, что объясняется барьерным эффектом Сихотэ-Алиня, задерживающим загрязнённые воздушные массы на наветренном склоне.

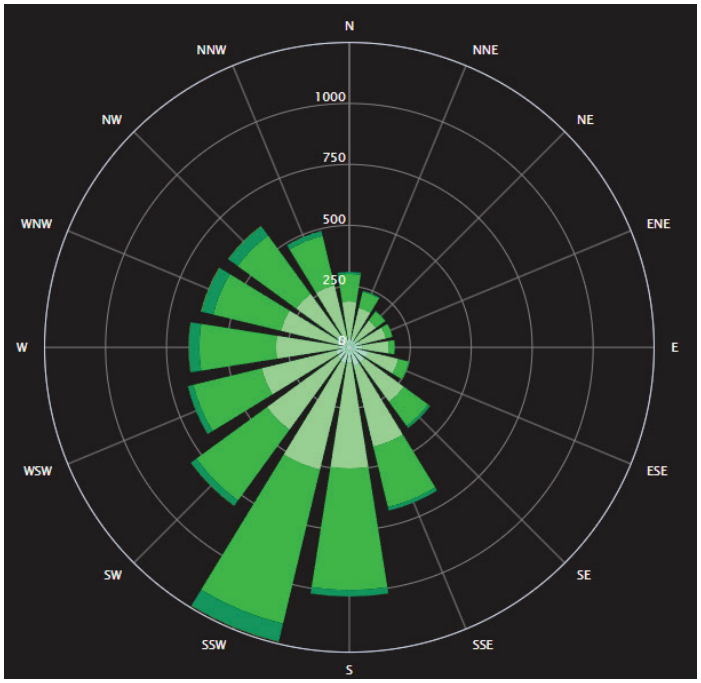


Рис. 1. Роза ветров г. Лесозаводск [4]

В зимний период при северо-западном переносе наблюдается обратная картина: более высокие показатели фиксируются в западной части Приморского края, тогда как восточная оказывается защищена орографическим барьером от поступления загрязнителей. Корреляционный анализ (табл. 2) подтвердил сезонную зависимость: летом связь между показателями западной и восточной частей выше (общий перенос), зимой – ниже (преобладание локальных источников). Газообразные загрязнители (SO_2 и NO_2) демонстрируют слабую корреляцию в оба сезона, что указывает на их преимущественно локальное происхождение (промышленность, транспорт).

Заключение

Полученные результаты подчёркивают необходимость учёта орографических и сезонных факторов при организации системы экологического мониторинга и разработке природоохранных мероприятий в Приморском крае. Выявленные закономерности могут быть использованы для оптимизации размещения станций наблюдения и более точного прогнозирования эпизодов экстремального загрязнения воздуха в западных и восточных районах региона.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции показателей января 2024 года в п. Смычка и г. Лесозаводск (составлено автором)

Январь				
$PM_{2.5}$	**PM_{10}**	**CO**	**SO_2**	**NO_2**
0,27	0,29	0,56	0,02	0,54

Литература

1. Кондратьев, И. И. Трансграничный атмосферный перенос аэрозоля и кислотных осадков на Дальний Восток России / И. И. Кондратьев; Рос. акад. наук, Дальневост. отд-ние, Тихоокеан. ин-т географии. – Владивосток: Дальнаука, 2014. – 300 с.

2. Мезенцева, Л. И. Траектории и глубина циклонов, выходящих на территорию Приморского края / Л. И. Мезенцева, М. А. Гришина, И. И. Кондратьев // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 2019. – № 4 (206). – С. 54–62.

3. Холодов, А. С. Геоэкологическая оценка загрязнения атмосферы малых и средних населенных пунктов Приморского края микроразмерными частицами: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук: 25.00.36 / А. С. Холодов; Дальневосточный федеральный университет. – Владивосток, 2019. – 23 с.

4. Meteogram - meteoblue. - URL: https://www.meteoblue.com/en/weather/forecast/ (дата обращения 25.02.2026)

УДК 911.5 DOI: 10.35735/9785605515623_93

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ МЕЖКОМПОНЕНТНЫХ СВЯЗЕЙ В ВУЛКАНИЧЕСКОМ ЛАНДШАФТЕ ОСТРОВА МАТУА (ЦЕНТРАЛЬНЫЕ КУРИЛЫ)

Иванов А.Н., Подгорный О.М.,
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва

Аннотация. Проведен системный анализ межкомпонентных связей в вулканическом ландшафте о. Матуа (Центральные Курилы). Исследование выполнено на основе полевых материалов с использованием статистических методов (факторный, дисперсионный, корреляционный, регрессионный анализ, метод кросс-табуляции). Количественно подтверждено одно из эмпирических положений островного ландшафтоведения о слабой тесноте связей между природными компонентами. Статистические методы выявили, что на острове с активным вулканом корреляционные связи либо недостоверны, либо имеют крайне небольшие значения. На одной морфолитогенной основе могут формироваться разные экологические комбинации почвенного и растительного покрова. Ведущим фактором, определяющим основные особенности структурно-функциональной организации вулканических ландшафтов, является расстояние от кратера вулкана, сравнительно большое значение также имеет крутизна склонов.

Ключевые слова: остров, вулкан, межкомпонентные связи, статистические методы.

QUANTITATIVE ANALYSIS OF INTERCOMPONENT RELATIONS IN THE VOLCANIC LANDSCAPE OF MATUA ISLAND (CENTRAL KURIL)

Ivanov A.N., Podgorny O.M.,
Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow

Annotation. A systematic analysis of the inter-component relationships in the volcanic landscape of Matua island (Central Kuril Islands). The study was carried out on the basis of field materials using statistical methods (factorial, variance, correlation, regression analysis, cross-tabulation method). One of the empirical propositions of island landscape studies about the weak closeness of connections between natural components has been quantitatively confirmed. Statistical methods have revealed that correlations on the island with an active volcano are either unreliable or have extremely small values. Different ecological combinations of soil and vegetation cover can be formed on the same morpholithogenic basis. The distance from the volcano crater is a leading factor that determines the main features of the structural and functional organization of geosystems. The steepness of the slopes is also of relatively high importance.

Keywords: *island, volcano, inter-component connections, statistical methods.*

Введение. Одним из наиболее актуальных вопросов современного ландшафтоведения продолжает оставаться выявление и оценка межкомпонентных и межгеосистемных связей в геосистемах. Проблема была поставлена еще на ранних этапах развития науки и решалась вначале эмпирическими методами, позднее – с использованием математических и вещественно-энергетических моделей. К настоящему времени получены качественные и количественные характеристики связей для некоторых ландшафтов, установлено, что связи в геосистемах обычно не являются абсолютно жесткими, а имеют вероятностный характер, показано, что вариации тесноты связей могут быть выражены на уровне родов и видов ландшафтов, предложены региональные модели внутри- и межгеосистемных взаимодействий [6]. Тем не менее нерешенными остаются многие фундаментальные и прикладные вопросы, в

том числе количественная оценка тесноты межкомпонентных связей для разных уровней геосистемной иерархии и в разных природных условиях. Особенно актуально это для относительно нового научного направления – островного ландшафтоведения. Ранее при изучении островов во многих работах обращалось внимание на нечеткое проявление взаимосвязей между природными компонентами в условиях островной изоляции, хотя в материковых ландшафтах подобные связи были отчетливо выражены [1,4]. Часто это объяснялось молодостью островных экосистем, когда связи между компонентами еще не успели установиться. В ходе наших исследований также было высказано предположение, что одной из причин этого могут быть существенно разные показатели разнообразия морфолитогенной основы, образующей жесткий каркас ландшафтов, и разнообразия биоты, отличающейся на островах значительно пониженными значениями видового и фитоценотического разнообразия [2]. Цель настоящего исследования – анализ межкомпонентных связей, формирующихся в вулканическом ландшафте о. Матуа.

Материалы и методы. Остров Матуа находится в средней части Курильской гряды, площадь его составляет 52 км^2, максимальная высота (1446 м) связана с очень активным вулканом Сарычева, периодичность извержений которого в XX-XXI вв. составляет около 10-15 лет. В геосистемной иерархии остров соответствует рангу ландшафта в региональной трактовке термина, внутри которого выделяется три местности [3]. *Местность вулкана Сарычева* с вулканическими пустынями занимает более половины площади о. Матуа. Это наиболее молодая часть острова, сформировавшаяся 450-500 лет назад в результате образования современного вулкана Сарычева внутри кальдеры древнего вулкана Матуа. В структуре местности абсолютно преобладают неполные ПТК без почвенно-растительного комплекса. *Местность древних построек вулкана Матуа* занимает около трети площади острова. Это более древняя и разнообразная по морфологической структуре часть вулканического островного ландшафта. Верхняя толща отложений представляет почвенно-пирокластический чехол, слагаемый из переслаивающихся минерально-органогенных горизонтов почв и тефровых отложений, мощность чехла достигает 4-5 м. На большей части местности преобладают густые заросли ольховника, сочетающиеся с участками горных тундр и луговыми полянами. *Местность морских террас* локализована в юго-восточной части острова и занимает около 16% площади острова. Местность состоит из нескольких групп урочищ – низких (до 10 м), средних (до 25 м) и высоких морских террас (до 50-60 м). Преобладают субгоризонтальные поверхности, занятые ольховниками разнотравно-злаковыми и крупнотравными на грубогумусовых стратифицированных почвах, реже встречаются ПТК с разнотравно-злаковыми лугами и луго-тундрами на грубогумусовых типичных и перегнойных почвах.

Основой для статистического анализа являются 62 точки комплексного описания, охватывающих все доминантные урочища в пределах вулканического ландшафта. Каждая точка описывалась по стандартному набору из 36 переменных, объединенных в шесть блоков: рельеф, отложения, почва, растительность, территориальные переменные (расстояние до моря и до кратера вулкана) и интегральные показатели (фитоценоз, вид почвы, почвенно-растительный покров). Все исходные данные были разделены на две группы: количественные показатели, имеющие вид пространственных градиентов, и качественные, т.е. дискретные величины, разграничивающие отдельные свойства. Для дальнейшего анализа все качественные показатели были закодированы числами. На первом этапе все переменные были проверены на нормальность распределения (использовался графический метод, а также критерии Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка). В дальнейшем применялись различные виды статистического анализа: факторный, дисперсионный, корреляционный, регрессионный, кросс-табуляции. Расчеты проводились в программе STATISTICA 7.0.

Результаты и их обсуждение. Проверка нормальности распределения переменных на о. Матуа показала, что большинство количественных данных имеют нормальное распределение,

что обычно не свойственно природным комплексам [5]. Нормальность распределения переменных прежде всего свидетельствует о большом количестве факторов, влияющих на структурно-функциональные особенности исследованных геосистем и отсутствии одного доминирующего фактора. Этот вывод подтверждается также факторным анализом, который выявил два значимых фактора: у первого из них максимум описанной дисперсии составляет 28%, у второго – 22%. Факторы 3, 4, 5, 6 являются недостоверными, а доля описанной ими дисперсий существенно ниже по сравнению с первыми двумя факторами (табл. 1).

Таблица 1

Факторный анализ параметров природных комплексов о. Матуа (фрагмент)

Параметры	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5	Фактор 6
Мощность органогенного горизонта, см	**0,574**	**-0,513**	0,086	0,393	0,345	-0,354
Высота травостоя, см	-0,270	-0,322	**-0,832**	-0,273	0,206	-0,119
Проективное покрытие травостоя, %	**0,769**	-0,241	-0,132	-0,113	0,112	**0,554**
Проективное покрытие мхов, %	0,243	**0,576**	**-0,516**	**0,564**	-0,155	0,032
Число видов растительности	0,266	**0,738**	0.066	-0,283	**0,537**	-0.108
Объясненная вариация	1,655	1,308	0,996	0,781	0,698	0,562
Общая вариация	0,276	0,218	0,166	0,130	0,116	0,093

Фактор 1 имеет сильную положительную связь с мощностью органогенного горизонта почв и с проективным покрытием травостоя, а также более слабую связь с проективным покрытием мхов и количеством видов в фитоценозе. Дополнительные корреляции с построением графиков показали, что фактор 1 имеет положительную связь с расстоянием до кратера вулкана и сильно отрицательную связь с крутизной. Из этого можно предположить, что фактором 1 является влияние вулкана, которое оценивалось через расстояние до кратера. Вывод подтверждается корреляционным анализом: связь между фактором 1 и расстоянием до кратера вулкана достоверна, но при этом значение коэффициента корреляции невелико (r^2 = 0,30).

Фактор 2 охватывает 22% доли описанной дисперсии. Имеет достоверную сильную отрицательную связь с проективным покрытием трав, видовым разнообразием фитоценозов и фактором 1. После корреляционного анализа фактора 2 с крутизной поверхности была получена достоверная связь с высоким коэффициентом корреляции (табл. 2), т.е. можно предположить, что в качестве фактора 2 выступает крутизна склона.

Таблица 2

Корреляция «фактора два» с различными параметрами природных комплексов

Показатели	Фактор 2
Крутизна склона	**0,721**
Количество почвенных горизонтов	**-0,267**
Мощность органогенного горизонта, см	-0,190

Глубина первого прослоя тефры, см	-0,211
Мощность тефры, см	0, 134
Глубина первого погребенного почвенного горизонта, см	0,082
Мощность первого погребенного почвенного горизонта, см	0,258
Высота травостоя. см	**0,400**
Проективное покрытие травостоя, %	**-0.655**
Проективное покрытие мхов, %	-0.130
Количество видов в травяно-кустарничковом ярусе	**-0,536**
Расстояние до береговой линии, м	0,089
Расстояние до кратера вулкана, м	**-0,392**
Фактор 1	**-0,679**
Фактор 3	0,036

Таким образом, факторный анализ выявил два ведущих фактора ландшафтной дифференциации, которые были интерпретированы как расстояние от кратера вулкана и крутизну склона. Вместе с тем по максимальной доле описанной дисперсии двух главенствующих факторов и значению показателей факторного анализа можно утверждать, что факторов, явно доминирующих и определяющих состояние природных компонентов, на острове нет. Также относительно малые доли описанной дисперсии могут указывать на слабость связей между природными компонентами.

Дальнейший статистические анализы, включая корреляционный анализ, сопоставляющий попарно количественные переменные, показали наличие сильных корреляций только с факторами, перечисленными выше. При этом то малое количество корреляционных связей, являющихся достоверными, имеют очень невысокий показатель r^2, колеблющийся в интервале от 0,1 до 0,2. Это подтверждает вывод о малой тесноте связей между природными компонентами на острове.

Использование метода кросс-табуляции, при котором сопоставляются попарно качественные переменные, показало, что из 90 составленных таблиц только 35 имеют достоверные показатели. Связи, которые отражены в таблицах, в основном являются связями между различными видами фитоценозов и почв. Общее количество достоверных таблиц на фоне большого числа недостоверных подтверждает вывод об относительно случайном распределении почвенно-растительного покрова и других переменных. При этом далеко не всегда выявлялась устойчивая связь между почвенным и растительным покровом, очень часто на одной разновидности почв могут произрастать несколько фитоценозов и наоборот. Очевидно, это связано с молодостью вулканических ландшафтов и разными характерными временами почв и растительных сообществ. Перманентные извержения вулкана Сарычева кардинально меняют набор геогоризонтов и приводят к тому, что растительность просто не успевает выступить как фактор почвообразования.

Заключение

Выявленная нормальность распределения у большей части количественных переменных в природных комплекса о. Матуа свидетельствует о влиянии множества разных факторов и отсутствии одного доминирующего. При этом два фактора, которые удалось выделить (влияние вулкана и крутизна склонов) относительно слабые, дисперсия составляет соответственно 28% и 22%. Прочие статистические методы отразили малое количество достоверных результатов и сильных связей и в целом показали малую тесноту связей между анализируемыми параметрами. Характерной особенностью вулканического ландшафта о. Матуа являются также слабые неустановившиеся связи между почвенным и растительным покровом. В целом проведенное исследование позволило количественно подтвердить

гипотезу о слабой тесноте связей между природными компонентами на островах, что особенно ярко проявляется в молодом вулканическом ландшафте.

Благодарности. *Работа выполнена в рамках ГЗ «Пространственно-временная организация и эволюция ландшафтов в условиях глобальных изменений природной среды».*

Литература

1. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. – М.: Мир, 1989. Т. 1. – 667 с.
2. Иванов А. Н. Ландшафтные особенности Командорских островов // Изв. Русск. Географич. Общ-ва. – 2003. – Т. 135. Вып. 1. – С. 64-70.
3. Иванов А.Н. Особенности ландшафтной структуры острова Матуа (Центральные Курилы) // Изв. Русск. Географич. Общ-ва. – 2017. – Т. 149. Вып. 5. – С. 26-35.
4. Коломыц Э.Г., Сурова Н.А. Островные вулканические экосистемы в Тихоокеанском подвижном поясе как истоки формирования континентальной биосферы // Успехи современной биологии. – 2018. – Т. 138. – №1. – С. 31-56.
5. Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях. – М.: Изд-во «Академия», 2004. – 409 с.
6. Хорошев А.В. Полимасштабная организация географического ландшафта. – М.: Товарищ-во научных изданий КМК, 2016. – 416 с.

УДК 550.42 DOI: 10.35735/9785605515623_98

ГЕОХИМИЯ РТУТИ В ДОННЫХ ОСАДКАХ ОКРАИННЫХ МОРЕЙ ВОСТОЧНОЙ АРКТИКИ

Иванов М.В., Алаторцев А.В., Аксентов К.И.,
ФГБУН Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, г. Владивосток

Аннотация. Изучено содержание ртути в донных осадках Восточно-Сибирского, Лаптевых, Чукотского морей и примыкающей части Северного Ледовитого океана. Установлена зависимость содержаний ее от гранулометрического состава осадков и редокс-условий придонных вод, что в общем виде проявляется как батиметрическая зональность распределения.

Ключевые слова: *Ртуть, донные осадках, геоэкология, Артика, Восточно-Сибирское море, море Лаптевых*

GEOHYMIE OF MERCURY IN BOTTOM SEDIMENTS OF THE MARINE ZONES OF THE EASTERN ARCTIC

Ivanov M.V., Alatorsev A.V., Aksentov K.I.,
V.I. Il`ichev Pacific Ocenological Institute Far Eastern Branch, Vladivostok

Annotation. The mercury content in the bottom sediments of the East Siberian, Laptev, Chukchi seas and the adjacent part of the Arctic Ocean was studied. The dependence of its contents on the granulometric composition of sediments and redox conditions of bottom waters is established, which generally manifests itself as the bathymetric zonality of the distribution.

Keywords: *Mercury, bottom sediments, geoecology, Arctic, East Siberian Sea, Laptev Sea*

Введение. Изучение распределения ртути в донных осадках является в настоящее время весьма актуальной задачей в связи с ее значимостью как индикатора поступления эндогенных флюидов и поискового критерия на рудные и углеводородные залежи, так и в качестве опасного и глобального загрязнителя окружающей среды.

Наиболее информативной частью водных систем с позицией оценки степени их устойчивого загрязнения являются донные осадки, несомненно связанные со всеми другими компонентами и способные аккумулировать вклады различных источников. Типичные содержания ртути в донных осадках на 3-4 порядка выше, чем в воде. Это снимает многие аналитические трудности и делает, как правило, оценку картины загрязнения бассейна по донным осадкам существенно более надежной, чем по воде.

Материалы и методы. В работе использованы пробы донных осадков, отобранные в экспедициях на НИС «Профессор Хромов» в 2002, 2004, 2009 г.г., ГИСУ «Север» в 2006 г., МБ «Шуя» в 2006 г., НИС «Академик М.А. Лаврентьев» в 2008 г., 2016, 2018, 2020 г.г. Пробы отбирались дночерпателями, бокс-корером, гравитационными и гидростатическими трубками различной длины.

Для определения ртути, использовался анализатор ртути РА-915М+ с пиролитической приставкой ПИРО-915+. Нижний предел обнаружения – 0,5 нг/г. Погрешность анализа составляла 2-3%. Стандартными образцами на ртуть служили ГСО 7183-95, СПДС-1,2,3, HISS-1, MESS-4, PACS-3, BCR-277R. Внешний контроль ежегодно выполнялся в лаборатории фирмы-производителя (ООО Люмэкс, г. Санкт-Петербург). Статистические параметры

распределения были определены с помощью программы GeoStat. Для определения форм нахождения ртути в донных осадках использовалась комбинированная схема термического и атомно-абсорбционного анализов с экспериментально-аналитическим подходом. Физико-механические свойства осадков определялись по стандартной методике.

Гранулометрический состав донных осадков определялся на лазерном анализаторе «Анализетте-22.

Статистические параметры распределения были определены с помощью программы GeoStat (версия 7.06).

Результаты. В результате обработки данных было установлено, что содержание ртути изменяется с батиметрическим уровнем (рис. 1). Район исследований характеризуется выборкой 527 проб поверхностных донных осадков (0-5 см), которые подразделяются на 2 группы: 1) до глубин 100 м (n=395) и 2) интервале глубин 100-2600 м (n=132). Содержания ртути для данного района варьирует от 5 до 95 нг/г. При среднем и медианном содержании 33 и 30 нг/г соответственно. За фоновое содержание принято значение медианы, что хорошо согласуется с ранее определенным фоном, который составляет 30 нг/г для донных осадков Чукотского моря и прилегающей части Северного Ледовитого океана [Иванов, 2014, Trefry, 2014, Wang, 2022].

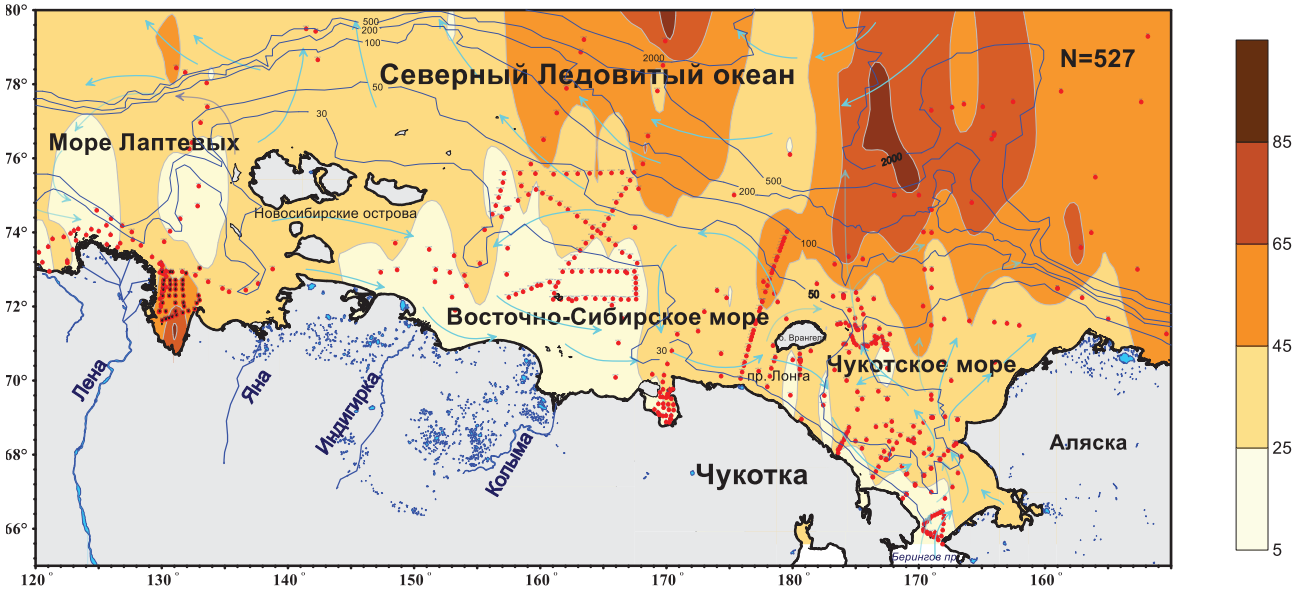


Рис.1. Содержания ртути (нг/г) в поверхностных донных осадках Чукотского, Восточно - Сибирского, Лаптевых морей и прилегающей часть Северного Ледовитого океана. Точками показаны станции отбора. Изолиниями рельеф дна (м).

Основным фактором, влияющим на вариабельность содержания ртути в донных отложениях, является наличие окисленных или восстановленных осадков. На глубине около 2600 метров, где преобладают окисленные осадки, концентрация ртути в 3-6 раз превышает фоновые значения (рис. 1) [Астахов, 2010]. В прибрежных зонах морей Лаптевых, Чукотского и Восточно-Сибирского, на глубинах 0-100 метров, где встречаются восстановленные осадки различного состава, содержание ртути ниже. Тем не менее, здесь прослеживается влияние речного стока, в частности реки Лены. Следует учитывать, что поступление континентального органического материала в море обусловлено процессами абразии береговых льдов под воздействием термических и волновых факторов. В образцах, отобранных в устье реки Лены в 2008-2009 годах, были зафиксированы аналогичные концентрации ртути [Иванов, 2011]. Повышенные уровни ртути на станции LV77-32 в центральной части Восточно-Сибирского моря связаны с присутствием на дне железо-марганцевых конкреций.

Подобная картина распределения ртути в верхнем слое донных осадков наблюдается и в других арктических регионах с природными источниками этого элемента. В центральной части Северного Ледовитого океана, где преобладают окисленные осадки [Астахов, 2010], уровень ртути составляет 80-100 нг/г. В прибрежных районах моря Бофорта он варьируется от 20 до 100 нг/г, в прибрежных зонах Восточно-Сибирского и Лаптевых морей – от 20 до 40 нг/г, а в районах устья крупных рек – около 60-80 нг/г [Экологический атлас Арктики, 2000; West, 2022].

По результатам термического анализа, установлено, что ртуть в поверхностных донных осадках Чукотского моря находиться в сульфидной форме. Сульфидная форма ртути характеризуется выходом из осадка при температуре 340-410 ^{0}C. Другие формы нами не были выявлены. Сульфидная форма является наиболее устойчивой и Hg в донных осадках не оказывает существенного влияния на экосистему. Однако при определенных геохимических условиях и биохимической деятельности микроорганизмов может образовывать высокотоксичная метилртуть. Опасные для морской биоты и человека формы ртути могут возникать путем ресуспензии загрязненных осадков при их перемещении.

Заключение. Результаты исследований показали, что основным фактором, определяющим изменчивость содержаний ртути в поверхностных донных осадках и кернах исследуемого района, является наличие окисленных или восстановленных осадков. Так же, как и для других морей Арктики содержания ртути зависит от гранулометрического состава донных осадков

Антропогенное загрязнение осадков ртутью нами не отмечено, но нельзя исключать, что какая-то её часть, поступающая с речными водами р. Лены и накапливающая в мелководной части моря Лаптевых, может иметь антропогенное происхождение.

Благодарность. *Автор благодарит главного научного сотрудника ТОИ ДВО РАН д.г.-м.н. Астахова А.С. за помощь в выполнении экспедиционных и аналитических работ.*

Финансирование. Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда (проект №25-27-00443).

Литература

1. Астахов А.С., и др. Ледовые условия Чукотского моря в последние столетия: реконструкции по седиментационным записям // Доклады Академии наук. – 2018. – Т. 480. – № 4. – С. 485–490.

2. Иванов М.В. Ртуть в донных осадках окраинных морей северо-восточной Азии // Тихоокеанская геология. – 2014. – №4. –С. 63-74.

3. Экологический атлас Арктики. 2000. http://www.arctic.noaa.gov/aro/atlas/

4.Иванов М.В. Ртуть в поверхностных донных осадках моря Лаптевых // Строение литосферы и геодинамики: Материалы XXIV Всероссийской молодежной конференции. – Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2011. – С. 95- 96.

5.Trefry J.H. et al. Trace metals and organic carbon in sediments of the northeastern Chukchi Sea // Deep Sea Res. Part II Top. Stud. Oceanogr. – 2014. – V. 102. – Pp. 18–31.

6. Wang J. et al. Ecological Risk Assessment of Trace Metal in Pacific Sector of Arctic Ocean and Bering Strait Surface Sediments // Int. J. Environ. Res. Public Health. 2022. V. 19. № 8. P. 4454.

7. West G. et al. Late Holocene Paleomagnetic Secular Variation in the Chukchi Sea, Arctic Ocean// Geochemistry, Geophys. Geosystems. – 2022. – V. 23. – № 5. – P. e2021GC010187.

8.Yury A. Fedorov Asya E. Ovsepyan Alina A. Zimovets Et al.,// Mercury Distribution in Bottom Sediments of the White Sea and the Rivers of Its Basin // Sedimentation Processes in the White Sea. – 2018. – Pp. 207-240.

УДК 574.21:593.12 DOI: 10.35735/9785605515623_101

ОСОБЕННОСТИ ФОРАМИНИФЕРОВЫХ АССОЦИАЦИЙ В МЕЛКОВОДНЫХ УСЛОВИЯХ (НА ПРИМЕРЕ БУХТЫ ЭКСПЕДИЦИИ, ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)

Иванова Е.Д., Жариков В.В., Лебедев А.М.
ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

Аннотация. Для выявления особенностей формирования комплексов бентосных фораминифер в мелководных условиях были изучены пробы из поверхностных осадков бухты Экспедиции (Южное Приморье). Основными факторами, влияющими на распределение и экоструктуру фораминиферовых сообществ, являются гидродинамика и характер грунта. Отмечается доминирование в комплексах агглютинирующих видов, часто встречающихся в заиленных осадках мелководий при слабой гидродинамике. Максимальное число секреционных видов отмечено на участках дна с мелководными банками.

Ключевые слова: *бентосные фораминиферы, мелководные условия, гидродинамика, характер грунта*

FEATURES OF FORAMINIFERA ASSOCIATIONS IN SHALLOW-WATER CONDITIONS (USING THE EXAMPLE OF EXPEDITION BAY, PRIMORSKY KRAI)

Ivanova E.D., Zharikov V.V., Lebedev A.M.
Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok

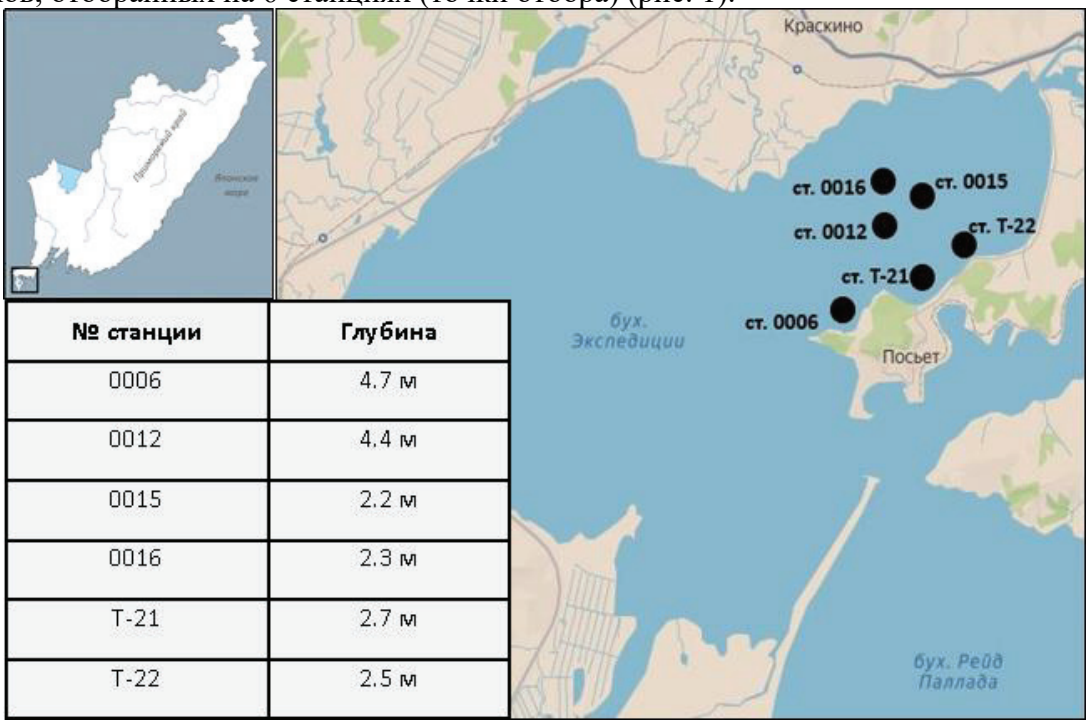
Annotation. To identify the features of benthic foraminifera, assemblage formation in shallow-water conditions, samples from surface sediments of Expedition Bay (Southern Primorye) were study. The main factors influencing the distribution and ecological structure of foraminiferal communities are hydrodynamics and sediment type. The dominance of agglutinated species in the assemblages, often found in silty sediments of shallow waters under low hydrodynamic conditions, is noted. The maximum number of calcareous species was record in bottom areas with shallow-water banks.

Keywords: *benthic foraminifera, shallow-water conditions hydrodynamics, sediment type*

Введение. Условия обитания бентосных фораминифер (БФ) на поверхности и в толще донных осадков предполагают значительную роль в их жизнедеятельности таких факторов среды как субстрат и гидродинамика. Особенно это заметно в условиях мелководья. Чтобы показать эту взаимосвязь, были изучены сообщества БФ в осадках бухты Экспедиции, являющейся одной из трех бухт залива Посьета (Южное Приморье). От открытого моря бухта отделена с северо-востока полуостровом Новгородским и с юго-востока косой Назимова. Акватория бухты, глубины которой редко превышают 4 метра, характеризуется песчаным дном с мелководными банками и местами илистыми участками, покрытыми морской травой. В 1997 году бухта была признана лечебно-оздоровительным местом регионального значения. Здешние лечебные грязи достаточно хорошо исследованы, а месторождение практически не подвергается массированному антропогенному влиянию и является одним из самых безупречных и ценных с экологической точки зрения [2, 7].

Материалы и методы. Отбор проб на фораминиферовый анализ проводился в ходе экспедиционных работ, выполненных в период 12-14 июня 2025 г. на акватории б. Экспедиции зал. Посьета. Сбор материала осуществлялся с использованием легководолазного снаряжения и с точной навигационной привязкой [4]. Для каждой станции фиксировались типы донных грунтов (ил, песок, гравий, раковинный детрит, валуны и т.д.) с визуальным определением

преобладающей фракции. Для фораминиферового анализа были использованы образцы осадков, отобранных на 6 станциях (точки отбора) (рис. 1).



№ станции	Глубина
0006	4.7 м
0012	4.4 м
0015	2.2 м
0016	2.3 м
Т-21	2.7 м
Т-22	2.5 м

Рис. 1. Расположение изученных станций в бухте Экспедиции

После первичной обработки [5] в каждом образце определялся видовой состав комплекса, подсчитывались общая численность БФ (для показательности в пересчете на 30 г сухого осадка) и их процентное соотношение. При определении видов использовались работы отечественных и зарубежных авторов [3, 6, 11]. Также были использованы международные электронные базы данных [8, 10]. Всего в выделенных комплексах БФ было определено 26 видов, относящихся к 14 родам. 7 видов относятся к агглютинирующим (песчанистым) формам, остальные 19 видов являются секреционными (известковыми) (Табл. 1).

Таблица 1

Процентное соотношение видов в изученных комплексах БФ в осадках бух. Экспедиции

№ станции	**0006**	**0012**	**0015**	**0016**	**Т-21**	**Т-22**
Глубина (м)	**4,7**	**4,4**	**2,2**	**2,3**	**2,7**	**2,5**
Ammonia maruhasi (Kuwano)			*2,0*	*1,5*		
Ammonia neobecarii Stchedrina et Mayer	***17,8***	***24,7***	***17,4***	*3,9*		
Ammotium inflatum (Stschedrina)			*1,5*		*1,6*	
*Ammotium cassis (*Parker)	*1,6*		*0,7*	*1,6*		*8,5*
Buccella frigida (Cushman)	***9,7***	*3,4*	*5,8*			
Buccella hannae oris Levtchuk		*0,6*				
Cribroelphidium asterineum Troitskaja			*0,7*			
Cribroelphidium kusiroense (Asano)			*0,4*			
Cribroelphidium etigoense (Husezima et Maruhasi)	*4,9*	***33,7***	*6,5*			

Cribroelphidium goesi cognatum Polovova				*0,2*		
*Cribrononion incertus (*Williamson*)*	***8,1***		*2,9*			
Cribrononion obscurus Gudina	***14,6***		*4,4*	*3,1*	*3,3*	
Eggerella advena Cushman	*4,9*	***12,4***	***11,6***	***18,7***	***10,7***	*4,3*
Elphidium advenum depressulum Cushman	*1,0*					
*Elphidium excavatum (*Terquem*)*			*0,5*			
Elphidium frigidum (Cushman*)*			*8,0*			
*Glabratella opercularis (*d'Orbigny*)*		*2,5*				
Lituola parva Troitskaja					*0,2*	
Miliammina fusca (Brady)						*4,3*
*Nonionella japonica (*Asano)		*0,7*				
Quinqueloculina sp.					*0,2*	
Quinqueloculina longa Gudina		*0,3*				
Quinqueloculina lata Terquem		*0,4*				
*Retroelphidium subgranulosum (*Asano*)*	*3,2*	*2,2*	*6,5*			
*Trochammina inflata (*Montagu*)*	***27,6***	***18,0***	***27,6***	***38,9***	***84,0***	***61,7***
Trochammina voluta Saidova	*6,5*	*1,1*	*3,6*	***32,1***		***21,3***
Кол-во экземпляров на 30 г сухого осадка	**168**	**540**	**2280**	**390**	**270**	**120**
Число видов	**11**	**12**	**16**	**8**	**6**	**5**

Результаты и обсуждение. Бентосные фораминиферы изучались на станциях, расположенных в северо-восточной части бухты Экспедиции. На рисунке видно, что три станции (0006, Т-21, Т-22) находятся ближе к берегу, и три станции расположены в центральной части (0012, 0015, 0016). Бухта в районе исследований мелководна. На большей ее части глубины не превышают 4-4,5м. Ближе к берегу отметки глубин не превышают 2 – 2,5м.

Грунт в прибрежной части составляют пески и песчанистые илы с зарослями зостеры. Защищенность этого района от сильного волнения и прибоя объясняет заиленность грунта и способствует активным процессам накопления органического вещества (Сорг.). В этих условиях сформировались фораминиферовые сообщества (ст. Т-21 и Т-22), где доминируют агглютинирующие виды *Trochammina inflata* (Montagu), *Trochammina voluta* Saidova, *Eggerella advena* Cushman, *Ammotium cassis* (Parker), часто встречающиеся в солоноватоводных маршах, заиленных осадках лагун и эстуариев, в условиях низкой гидрологической активности [9] (Табл.). Станция 0006 расположена южнее, ближе к основной акватории бухты. Глубина станции по сравнению с предыдущими увеличивается до 4,7 м. Здесь отмечается каменистый ландшафт, характеризующийся песчанистыми илами с небольшими участками зостеры, с галькой, валунами и выходами коренных пород. В комплексе БФ при сохраняющемся доминировании агглютинирующего *Trochammina inflate* появляются секреционные виды (*Buccella frigida*, *Ammonia neobecarii, Cribroelphidium etigoense, Cribrononion incertus*, *Cribrononion obscurus*), обычные для литоральных и сублиторальных условий с активной гидродинамикой.

Станции 0012, 0015 и 0016 расположены в центральной части исследуемого района, значительную часть которого занимают биогенные рифы (банки). Грунт здесь неоднородный,

состоящий из раковинного детрита, песка и ила, заполняющими пространство между рифами. Отмечается богатство и разнообразие фито- и зообентоса. Фораминиферовые сообщества на этих станциях также отличаются более высокими количественными параметрами. В комплексах определено от 8 до 16 видов, при суммарной численности от 390 до 2280 экземпляров на 30 г сухого осадка (Табл.). Видовой состав пополнился секреционными видами, некоторые из которых вошли в доминирующую группу (*Ammonia neobecarii, Cribroelphidium etigoense, Elphidium frigidum).* Эти виды характерны для прогреваемых участков дна на небольших глубинах с активной водной средой [1].

Заключение

Состав и многочисленность фораминиферовых сообществ в изученном районе бухты Экспедиции показали зависимость их распределения от определенных условий среды. Относительно тихие заиленные участки заселены, главным образом, агглютинирующими видами, такими как представители родов *Trochammina, Eggerella, Miliammina*. Секреционные виды предпочитают прогреваемые участки дна с активным перемешиванием придонных вод, обеспечивающим поставку биогенных веществ. Любые изменения в окружающей среде могут повлиять на жизнедеятельность бентосных организмов, особенно в мелководных условиях. Это делает их хорошими индикаторами донных условий, отражающих как природное, так и антропогенное воздействие на среду.

Литература

1. Аннин В.К. Сообщества бентосных фораминиферзалива Посьета (Японское море) и условия их обитания // Океанология. — 2000. — Т. 40. — № 6. — С. 881-889.
2. Васильченко В.Ф., Бадалов Н.Г., Деркачева Л.Н. Природные ресурсы бухты Экспедиции как основа создания курортного центра на побережье залива Петра Великого Японского моря. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. — 2014. — № 91(4). — С. 53-60.
3. Вопросы биогеографии и экологии фораминифер (Отв. Ред. А.В.Фурсенко). Издательство «Наука»: — Новосибирск, 1973. — 224 с.
4. Жариков В.В., Преображенский Б.В. Ландшафтный мониторинг бухты Алексеева залива Петра Великого // Подводные исследования и робототехника. — 2010. — № 2(10). — С. 72-84.
5. Иванова Е.Д., Жариков В.В., Лебедев А.М. Бентосные фораминиферы как индикаторы донной среды в прибрежной зоне залива Владимира (Среднее Приморье) // Успехи современного естествознания. — 2024. — № 12. — С. 34-41.
6. Фурсенко А.В., Троицкая Т.С., Левчук Л.К. и др. Фораминиферы дальневосточных морей СССР. — М.: Наука, 1979. — 399с.
7. Эл. Ресурс (http://posyet.com/place/bukhta-ekspeditsii.html].
8. Foraminifera Database / https://foraminifera.eu/. [Электронный ресурс].
9. Murray J.W. Ecology and Applications of Benthic Foraminifera. — Hardback: University of Southampton, 2006. — 440 p.
10. World Foraminifera Database / https://www.marinespecies.org/foraminifera/. [Электронный ресурс].
11. Yanli Lei, Tiegang Li Atlas of Benthic Foraminifera from China Seas. The Bohai Sea and the Yellow Sea // Springer Geology. — 2016. —399 p.

УДК: 504.4.054:911.2(282.257.41) DOI: 10.35735/9785605515623_105

ГЕОМОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ТИПОЛОГИЯ МАЛЫХ ВОДОСБОРОВ ОСТРОВА РУССКИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРИБРЕЖНЫХ РИСКОВ

Катрасов С.В., Жариков В.В.,
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия
E-mail: katrasov_sv@tigdvo.ru

Аннотация. Освоение прибрежных территорий о. Русский (залив Петра Великого, Японское море) требует оценки гидрологических рисков в условиях дефицита данных мониторинга. В работе представлен метод пространственной экстраполяции качественных оценок рисков, основанный на геоморфометрической типологии малых водосборов. На основе цифровой модели рельефа (30 м) выполнена автоматическая классификация элементарных форм рельефа (геоморфонов) по алгоритму r.geomorphon для восьми ключевых водосборов. Рассчитаны композитные индексы: гидрологической реактивности (HRI), локализации устьевого входа (OEI) и буферной емкости акватории (BCA). Статистическая кластеризация методом Уорда позволила выделить три типа водосборов (С1–С3), различающихся по профилю потенциальных рисков: от экстремального пикового стока (С3) до сбалансированных условий (С1). Диагностическая способность типологии подтверждена данными дистанционного зондирования (Landsat 8), зафиксировавшими реализацию эрозионного потенциала на антропогенно нарушенных водосборах. Предложена матрица комплексного зонирования для обоснования размещения объектов марикультуры.

Ключевые слова: *геоморфоны, малые водосборы, гидрологический риск, остров Русский, дистанционное зондирование, территориальное планирование, марикультура.*

GEOMORPHOMETRIC TYPOLOGY OF SMALL CATCHMENTS ON RUSSKY ISLAND FOR COASTAL RISK ASSESSMENT

Katrasov S.V., Zharikov V.V.
Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia
e-mail: katrasov_sv@tigdvo.ru

Abstract -The development of coastal areas on Russky Island (Peter the Great Gulf, Sea of Japan) requires assessment of hydrological risks under conditions of limited monitoring data. This paper presents a method for spatial extrapolation of qualitative risk assessments based on geomorphometric typology of small catchments. Using a 30 m digital elevation model, automatic classification of elementary landform types (geomorphons) was performed with the r.geomorphon algorithm for eight key catchments. Composite indices were calculated: Hydrological Reactivity Index (HRI), Outlet Entrance Localization Index (OEI), and Buffer Capacity of the Water Area Index (BCA). Ward's hierarchical clustering method identified three catchment types (C1–C3) differing in their potential risk profiles, ranging from extreme peak runoff (C3) to balanced conditions (C1). The diagnostic capability of the typology was validated by remote sensing data (Landsat 8), which recorded the realization of erosion potential in anthropogenically disturbed catchments. A comprehensive zoning matrix is proposed to support decision-making for aquaculture facility siting.

Keywords: *geomorphons, small catchments, hydrological risk, Russky Island, remote sensing, territorial planning, aquaculture*

Введение. Активное освоение прибрежных зон о. Русский, включая создание рекреационных кластеров и объектов марикультуры, сопряжено с необходимостью оценки

природных рисков [1, 2]. Ключевым источником угроз для экологического состояния бухт выступают процессы на водосборах малых рек и временных водотоков: пиковый сток, эрозия, поступление биогенов [3]. Особую сложность представляет оценка этих рисков для территорий с интенсивным, но локальным освоением, где разветвленная сеть малых водосборов сочетается с практическим отсутствием гидрологического мониторинга [4].

Традиционные подходы, основанные на детальном гидрологическом моделировании (SWAT, HEC-HMS), требуют обширных входных данных и калибровки [5]. Перспективной альтернативой выступают методы, опирающиеся на анализ цифровых моделей рельефа (ЦМР). Классический морфометрический анализ водосборов [6, 7] часто описывает водосбор как единое целое, нивелируя внутреннюю структурную неоднородность. Новый подход — анализ геоморфонов — элементарных форм рельефа (гребни, склоны, впадины), автоматически выделяемых из ЦМР по алгоритму r.geomorphon [8, 9]. Данный метод успешно применяется в ландшафтоведении [10], однако его потенциал для прогнозной оценки гидрологических характеристик малых водосборов остается малоизученным [11].

Цель исследования — разработка и апробация метода геоморфометрической типологии малых водосборов для качественной оценки гидрологического поведения и связанных прибрежных рисков в условиях дефицита данных наблюдений.

Материалы и методы. Район исследования. Остров Русский расположен в заливе Петра Великого Японского моря. Характеризуется низкогорным грядово-сопочным рельефом (максимальная высота г. Русская 291 м), основную роль в геологическом строении острова играют верхнепермские и нижнетриасовые образования, прорванные позднепермскими гранитоидами [12]. Климат муссонный с выраженным летним максимумом осадков, что формирует высокий потенциал развития эрозионных процессов и пикового стока [13].

Исходные данные и выделение водосборов. Границы восьми ключевых водосборов, впадающих в бухты о. Русский (Парис, Аякс, Воевода, Новик, Рында, Бабкина, Боярин, Новый Джигит), дешифрированы по бессточным ячейкам на основе ЦМР ALOS World 3D с разрешением 30 м в среде SAGA GIS. Данная ЦМР демонстрирует достаточную точность для морфометрического анализа в условиях низкогорья [14].

Геоморфометрический анализ. Для каждого водосбора с помощью модуля r.geomorphon [9, 10] в GRASS GIS получены растровые карты 10 классов элементарных форм рельефа. Параметры алгоритма: радиус поиска (L) = 100 м, порог для плоских участков (flatness threshold) = 1°. Выбранный радиус позволяет адекватно отражать мезоформы рельефа, характерные для водосборов данного масштаба [15].

На основе карт геоморфонов рассчитаны три композитных индекса:

- **Индекс Гидрологической Реактивности (HRI)** — отношение площади геоморфонов быстрого стока (гребни, вершины, уступы, склоны) к площади геоморфонов аккумуляции (лотки, долины, подножья, депрессии, плоские поверхности). HRI > 1 указывает на преобладание быстрого стока и высокий риск пиковых паводков.
- **Индекс Локализации Устьевого Входа (OEI)** — отношение площади конвергентных форм (лотки, долины) к площади аккумулятивных форм (плоские поверхности, подножья, депрессии). Высокий OEI свидетельствует о точечном поступлении наносов в акваторию.
- **Индекс Буферной Емкости Акватории (BCA)** — отношение площади аккумулятивных форм дна к площади форм, способствующих усиленной гидродинамике.

Статистический анализ. Рассчитанные индексы стандартизированы (z-score). Кластеризация выполнена агломеративным иерархическим методом с метрикой евклидова расстояния и связью по Уорду [17]. Оптимальное число кластеров определялось по дендрограмме и методу «локтя».

Результаты. Геоморфометрическое разнообразие водосборов. Расчет интегральных индексов выявил значительную вариабельность характеристик (табл. 1). Значения HRI

варьируют от 2.14 (бух. Бабкина) до 3.37 (бух. Парис). Экстремальные значения OEI (>40) для водосборов бухт Аякс и Новик указывают на их высокую вытянутость и потенциал концентрированного поступления наносов.

Таблица 1.

Геоморфометрические характеристики водосборов о. Русский

Водосбор	Площадь, км²	HRI	OEI	BCA
Парис	3.15	3.37	4.39	1.05
Аякс	3.71	2.77	45.83	0.62
Новик	32.05	2.63	47.75	1.08
Воевода	**23.43**	**2.82**	**32.89**	**0.98**
Рында	6.37	2.58	37.24	0.91
Бабкина	3.63	2.14	22.13	0.68
Боярин	1.75	2.88	8.66	0.59
Новый Джигит	8.57	2.53	7.49	0.86

Классификация водосборов. Метод иерархической кластеризации позволил выделить три типа, один из которых (бухта Парис) резко отличается по своим характеристикам (рис. 1):

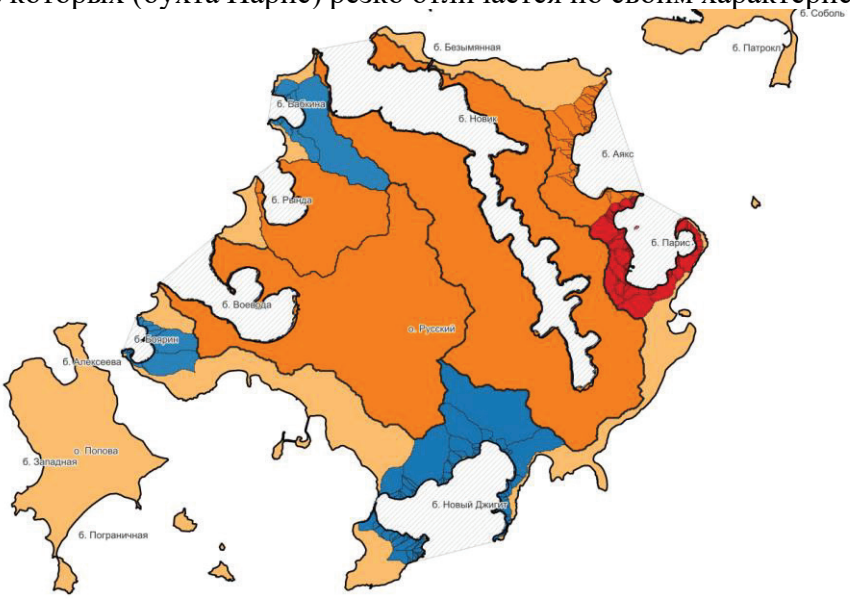


Рис. 1. Пространственное распределение выделенных типов водосборов острова Русский. Тип C1 (синий) — водосборы с сбалансированными характеристиками, приуроченные к западной и южной части острова. Тип C2 (оранжевый) — вытянутые водосборы с высоким эрозионным потенциалом, расположенные преимущественно в центральной части. Тип C3 (красный) — компактный водосбор бухты Парис с максимальным риском пиковых паводков, расположенный в восточной части острова.

Обсуждение. Гидрологическая интерпретация. Выделенные типы соответствуют качественно различным моделям гидрологического функционирования. Тип С3 предопределяет максимальный риск формирования «взрывного» пикового стока (flash floods) в ответ на ливневые осадки [18]. Тип С2 создает риск продолжительного поступления взвешенных наносов через развитую сеть долин, что может привести к хроническому заилению акваторий [19]. Тип С1 характеризуется наименьшим риском экстремальных событий [20].

Верификация по данным ДЗЗ. На водосборе бухты Парис (тип С3) по временным сериям снимков Landsat 8 (2012–2025 гг.) зафиксировано формирование линейных эрозионных форм и появление устойчивых шлейфов повышенной мутности после дождевых событий в период антропогенного нарушения (строительство дороги). Это прямое свидетельство реализации прогнозируемого эрозионного потенциала.

Практическое применение. На основе пересечения двух ключевых осей — индекса гидрологической реактивности водосбора (HRI) и индекса буферной емкости акватории (BCA) — предложена матрица комплексного зонирования бухт для размещения объектов марикультуры (табл. 2).

Таблица 2.

Матрица зонирования для целей марикультуры

Водосбор / Акватория	Акватория: BCA НИЗКИЙ (хорошая самоочищаемость)	Акватория: BCA ВЫСОКИЙ (плохая самоочищаемость)
Водосбор: **HRI НИЗКИЙ** (сбалансированный)	КВАДРАНТ 1: ПРИОРИТЕТНЫЙ. Оптимален для всех типов марикультуры.	КВАДРАНТ 2: УСЛОВНО ПРИГОДНЫЙ. Допустимы только придонные виды. (б. Боярин, б. Бабкина, б. Новый Джигит)
Водосбор: **HRI ВЫСОКИЙ** (реактивный)	КВАДРАНТ 3: УСЛОВНО ПРИГОДНЫЙ (с жесткими правилами). Требуется мониторинг. (б. Воевода, б. Новик, б. Аякс, б. Рында)	КВАДРАНТ 4: ЗАПРЕТНЫЙ. Исключение из хозяйственного планирования. (б. Парис)

Интеграция с гидродинамическим моделированием. Для бухты Воевода (тип С2) выполнено совместное моделирование стока (SWAT) и гидродинамики акватории (Delft3D) [21]. Моделирование подтвердило прогноз типологии: при экстремальных осадках зона влияния распресненных вод по р. Русская достигает центральной части бухты. Несмотря на периодическое распреснение, для культивирования приморского гребешка (*Mizuhopecten yessoensis*) пригодно до 68% акватории, однако эти зоны смещены в мористую часть.

Ограничения метода. Основным ограничением является качественный характер метода и неучет литолого-почвенных условий и растительного покрова, которые могут модулировать результирующий сток. Дальнейшее развитие подхода видится в калибровке с помощью данных ДЗЗ для перехода к количественным прогнозам.

Заключение

1. Впервые для малых водосборов о. Русский разработана методика геоморфометрической типологии, интегрирующая классификацию геоморфонов и расчет функциональных индексов HRI, OEI, BCA.
2. Выделены три типа водосборов (C1–C3), различающихся по профилю потенциальных гидрологических рисков: от экстремального пикового стока (C3) до сбалансированных условий (C1).
3. Пространственная мозаичность распределения типов подтверждает объективный характер типологии и обосновывает необходимость точечной оценки рисков.
4. Диагностическая способность методологии подтверждена данными ДЗЗ, показавшими реализацию прогнозируемого эрозионного потенциала при антропогенном нарушении.
5. Разработанная матрица комплексного зонирования представляет собой малозатратный инструмент для скринингового районирования прибрежных территорий в условиях дефицита гидрологических данных.

Благодарности. *Работа выполнена при поддержке Тихоокеанского института географии ДВО РАН.*

Литература

1. *Айбулатов Н.А.* Деятельность России в прибрежной зоне моря и проблемы экологии. — М.: Наука, 2005. — 363 с. — ISBN 5-02-032723-9
2. *Бакланов П.Я., Арзамасцев И.С., Качур А.Н., Романов М.Т.* Природопользование в прибрежной зоне (Проблемы управления на Дальнем Востоке России) / Тихоокеанский институт географии ДВО РАН. – Владивосток: Дальнаука, 2003. – 250 с.
3. *Филатов Н.Н., Тержевик А.Ю.* Белое море и его водосбор под влиянием климатических и антропогенных факторов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 335 с.
4. Гидрометеорологические риски / Монография. Под ред. Л.Н.Карлина. Спб.: Изд-во РГГМУ, 2008. 282 с.
5. *Arnold J.G.* SWAT: Model use, calibration, and validation // Transactions of the ASABE. – 2012. – Vol. 55, No. 4. – P. 1491-1508.
6. *Хортон Р.Е.* Эрозионное развитие рек и водосборов. – М.: ИЛ, 1948. – 158 с.
7. *Философов В.П.* Краткое руководство по морфометрическому методу поисков тектонических структур. – Саратов: СГУ, 1960. – 94 с.
8. *Jasiewicz J., Stepinski T.F.* Geomorphons — a pattern recognition approach to classification and mapping of landforms // Geomorphology. – 2013. – Vol. 182. – P. 147-156. DOI: 10.1016/j.geomorph.2012.11.005
9. *Jasiewicz J., Stepinski T.F.* GRASS GIS r.geomorphon module. – Open Source Geospatial Foundation, 2024. – URL: https://grass.osgeo.org/grass-stable/manuals/r.geomorphon.html
10. *Bolongaro Crevenna Recaséns, A.* Geomorphometric analysis for characterizing landforms in Morelos State, Mexico / A. Bolongaro Crevenna Recaséns, V. Torres, V. Sorani, D. Frame, M. Ortiz // Geomorphology. – 2005. – Vol. 67, No. 3-4. – P. 407-422. – DOI: 10.1016/j.geomorph.2004.11.007.
11. *Geitner C.* An objective landform description approach based on digital terrain analysis // EGU General Assembly. – 2015. – Vol. 17. – P. 3701.

12. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Издание второе. Серия Ханкайская. Листы K-52-XII, XVIII (о. Русский) : объяснительная записка / Министерство природных ресурсов РФ, Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ) ; составители: В.В. Голозубов, А.И. Малиновский, С.А. Щека и др. ; под ред. А.И. Ханчука. — Санкт-Петербург : Изд-во ВСЕГЕИ, 2005. — 203 с.

13. Климатическая геоморфология Дальнего Востока: сборник / Академия наук СССР, Дальневосточный научный центр, Тихоокеанский институт географии; под общей редакцией А. П. Капицы. — Владивосток: Изд-во Дальневосточного научного центра АН СССР, 1976. — 139 с.

14. *Tadono T.* Precise global DEM generation by ALOS PRISM // ISPRS Annals. – 2014. – Vol. 2. – P. 71-76.

15. *Jasiewicz, J. and Stepinski, T.F. (2013)* Geomorphons—A Pattern Recognition Approach to Classification and Mapping of Landforms. Geomorphology, 182, 147-156. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.11.005

16. *Brown A.* rgeomorphon: A Lightweight Implementation of the Geomorphon Algorithm. – CRAN, 2025. – DOI: 10.32614/CRAN.package.rgeomorphon

17. *Ward J.H.* Hierarchical grouping to optimize an objective function // Journal of the American Statistical Association. – 1963. – Vol. 58. – P. 236-244.

18. *Borga M.*, E.N. Anagnostou, G. Blöschl, J.-D. Creutin Flash flood forecasting, warning and risk management: the HYDRATE project // Environmental Science & Policy. – 2011. – Vol. 14. – P. 834-844. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2011.05.017.

19. *Syvitski JP, Vörösmarty CJ, Kettner AJ, Green P.* Impact of humans on the flux of terrestrial sediment to the global coastal ocean. Science. 2005 Apr 15;308(5720):376-80. doi: 10.1126/science.1109454. PMID: 15831750.

20. *Шуйский Ю.Д.* Проблемы исследования баланса наносов в береговой зоне морей. – Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – 239 с.

21. *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 марикультры на основе результатов гидродинамического моделирования // Океанология. – 2021. – Т. 61. – № 3. – С. 433–443.

УДК 631.452 DOI: 10.35735/9785605515623_111

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВ В ЛЕСНЫХ ГЕОСИСТЕМАХ

А.Л. Киндеев[1,2], **Н.В. Архипова**[1], **Ю.С. Давидович**[1], **М.В. Воробей**[1], **А.А. Якушев**[1]
Факультет географии и геоинформатики БГУ, г. Минск[1]
Институт почвоведения и агрохимии НАН Республики Беларусь, г.Минск[2]

Аннотация. В статье рассматривается особенности моделирования пространственного распределения кислотности почв в почвах под лесом на примере ключевого участка площадью 17,0 га. Установлено, что большое количество точек уменьшает точность интерполяции в связи с включением в модель шумов на расстояниях меньше 30 м. Наиболее оптимальным количеством измерений для данной участка составило 50 точек. Анализ наиболее репрезентативных картограмм показал, что низкие значения кислотности (менее 3,00 pH_{KCl}) приурочены к сосняку багульниковому, а менее кислые почвы (pH_{KCl} 4,01–5,01) приурочены к березняку папоротниковому и понижениям.

***Ключевые слова**: геостатистика, объем выборки, ошибка интерполяции, вариограмма*

MODELING THE DISTRIBUTION OF SOIL ACIDITY IN FOREST GEOSYSTEMS

A.L. Kindeev[1,2], **N.V. Arkhipova**[1], **Yu.S. Davidovich**[1], **M.V. Vorobey**[1], **A.A. Yakushev**[1]
Faculty of Geography and Geoinformatics BSU, Minsk[1]
Institute of Soil Science and Agrochemistry of the National Academy of Sciences of the Republic of Belarus, Minsk[2]

Annotation. This article examines the modeling of the spatial distribution of soil acidity in forested soils using a key 17.0-hectare site as an example. It was found that a large number of data points reduces interpolation accuracy due to the inclusion of noise at distances less than 30 m in the model. The optimal number of data points for this site was 50 data points. Analysis of the most representative cartograms revealed that low acidity values (less than 3.00 pH_{KCl}) are associated with wild rosemary pine forests, while less acidic soils (4.01–5.01 pH_{KCl}) are associated with fern birch forests and depressions.

***Keywords:** geostatistics, sample size, interpolation error, variogram*

Введение. Большинство исследований, направленных на изучения неоднородности почвенных свойств, а также методических подходов к их картографированию, таких как определения оптимальных расстояний и объема выборки проводится на сельскохозяйственных землях. При этом существует значительный интерес и изучению природных ландшафтов [3], временной динамики изменения почвенных свойств при смене землепользования [2] и их влиянию на рост культур сосны [1]. Растущий объем эмпирических данных связывает современную чувствительность лесных насаждений с деградацией почв, главным образом, вследствие подкисления, а также с усиливающимся воздействием изменяющегося климата [5]. Однако ни в одной из проведенных статей, несмотря на значительный объем выборки не делается попытка картирования кислотности и других почвенных свойств и, как следствия отсутствует оценка методов картографирования, а также последующие изучение пространственных закономерностей. В качестве альтернативы можно привести пример исследований в провинции Чжэцзян Китая, в котором оценивалось пространственное распределение кислотности почв и содержания в ней азота, фосфора и калия [4]. Однако данное исследование отражает закономерности в региональном масштабе и не затрагивает локальные изменения почвенных свойств в отдельных лесных массивах.

В связи с этим актуальным представляется исследования, включающие в себя изучение гетерогенности изменения кислотности почв, как одной из основных характеристик качества почвенного покрова, а также особенностей ее картографирования в локальном масштабе.

Материалы и методы. Участок исследования представляет собой лесной массив площадью 17,0 га расположенный на юге Витебского района Республики Беларусь. Растительный покров представлен на большей части участка березняком кисличным в центральной части участка (8,72 га) и черничным (5,97 га). Кроме этого, присутствуют выдела березняка долгомошного и папоротникового, а также сосняка багульникова.

Исходная сетка пробоотбора составлялась случайным образом, но с условием покрытия территории и без образования кластеризации. Отбор проб проводился с глубины 0-20 см (смешанный образец), после чего анализ кислотности проводился в лаборатории согласно ГОСТу 26484-85. Последующая статистическая обработка результатов проводилась в Microsoft Excel, а геостатистическое моделирование в ArcGIS Pro.

Результаты и обсуждения. Генеральная совокупность составила 88 значений кислотности почвы. В ходе первичной статистической обработки было установлено, что на участке значения кислотности колеблется в диапазоне от 2.83 до 4,77 pHKCl, показатели эксцесса и асимметрии составляют -0,62 и 0,29, что меньше их среднеквадратических ошибок (+/- 0,75 и +/- 0,40 соответственно) и свидетельствует о том, что распределение приближено к нормальному и преобразование не требует. Макрокомпоненты в данных обнаружено не было, среднее расстояние между точками составило 33 м, что было учтено в вариограммном анализе.

В ходе анализа были проанализированы все имеющиеся в ArcGIS Pro вариограммы (на рисунке не приводятся тетрасферическая и пентасферерическая вариограммы т.к. они являются следствием сферической), показавшие полный наггет-эффект. Более сложные вариограммы (эффекта дыры и Бесселя) позволили незначительно снизить остаточную дисперсию (табл.1), но кардинально ситуацию не поменяли.

Таким образом выборка в 88 значений не позволяет учесть пространственную дисперсию кислотности на данном участке. Для этого предлагается оценить качество моделей при изменении анализируемых выборках в 70, 65, 60, 55, 50 и 45 точек (рис. 1).

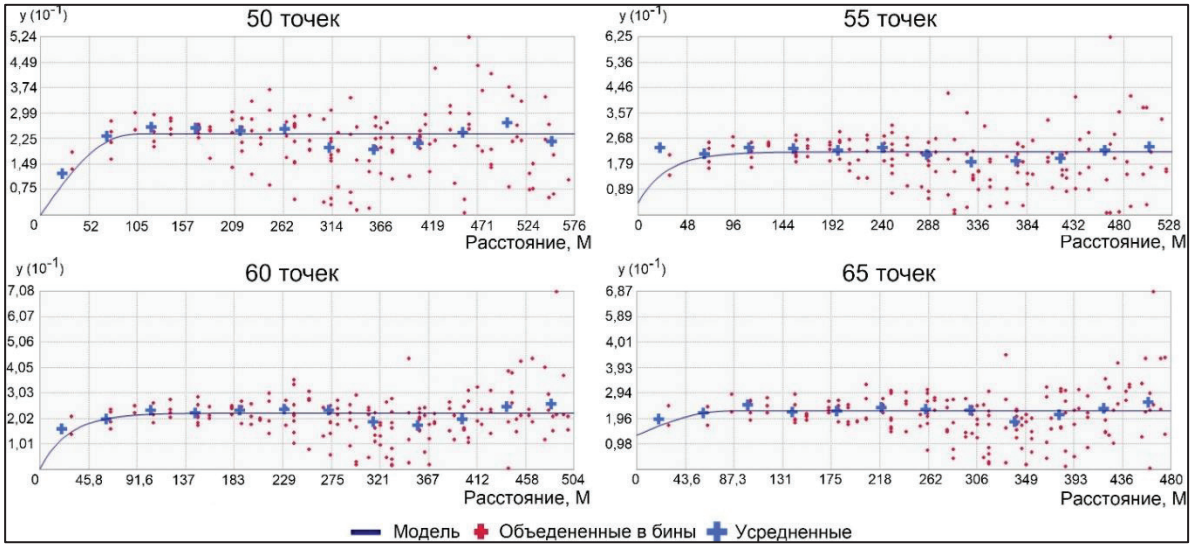


Рис. 1. Вариограммы кислотности почв исследуемого участка, построенные по анализируемым выборка

При выборке в 50 точек вариограмма имеет плавный, закономерный подъем на расстояниях до 105 м, однако при добавлении 5 точек, и снижении лага с 48 до 44 м экспериментальная вариограмма изменяется и становится более выравненной, дисперсия на

расстояниях до 40 м увеличивается практически вдвое, при этом математическая модель также показывает хороший результат описывая 80,7 % дисперсии. При выборке в 60 точек и уменьши лага еще на 2 метра поведение экспериментальной вариограммы остается практически неизменной, однако при использовании экспоненциальной модели описывается практически вся дисперсия. Последующее увеличение точек до 65 точек и уменьшении лага до 40 м резко увеличивают остаточную дисперсию до 59,6 %.

Не смотря на изменения вариограмм на малых расстояниях, можно заметить, что после 105 м все модели ведут себя практически неизменно – равномерное распределение дисперсии до 260–265 м, последующие снижение, до 460–470 м и дальнейшее увеличение. Таким образом наиболее репрезентативная картограмма может быть построена по 50 точкам пробоотбора (рис. 2).

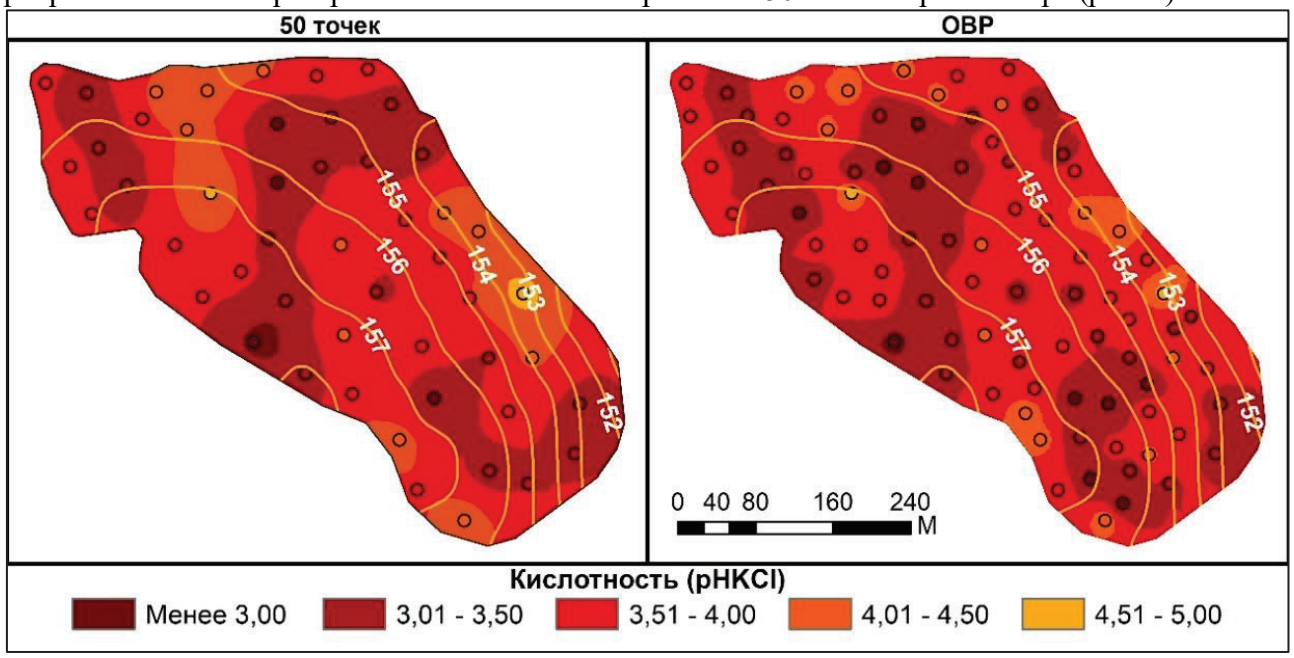


Рис. 2. Картограммы кислотности почв исследуемого участка

Сопоставляя результаты моделирования кислотности почв по 50 точками, как наиболее достоверной картограммы с растительными сообществами на участке можно проследить, что низкие значения кислотности (менее 3,00 pH_{KCl}) приурочены к сосняку багульниковому, что связано с игольчатым опадом. Менее кислые почвы (pH_{KCl} 4,01–5,01) приурочены к березняку папоротниковому и понижениям, где ближе уровень грунтовых вод и аккумулируется питательные элементы с опада трав.

Заключение

Неоднородность пространственного распределения кислотности почвы в природных ландшафтах может иметь очень высокую степень гетерогенности и проявляется на разных иерархических уровнях организации природных систем по-разному, что не всегда возможно заранее оценить по данных о рельефе и /или информации со путников, особенно под лесной растительностью.

Сравнивания картограмму, построенную при выборке в 50 точек построенную геостатистическим методом кригинга и картограмму по 87 точкам, методом обратно взвешенных расстояний, можно сделать вывод, что, если целью работы стоит сугубо создания картографического материала, а не анализ внутренних закономерностей распределения явления не обязательно тратить время на сложный анализ и подбор наилучшего из вариантов, возможно стоит применить более простые способы интерполяции, например, ОВР.

Литература

1. Бажин О. Н. Свойства бурых лесных почв и их влияние на рост культур сосны и ели // Рациональное лесопользование и защита лесов в Среднем Поволжье. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2003. – С. 145–150.

2. Телеснина В. М. Динамика свойств почв южной тайги в ходе постагрогенного лесовосстановления при разных типах сельскохозяйственного использования // Почвы в биосфере. Ч. 2. Томск: Издательский Дом Томского гос. Университета. – 2018. – Т. 50. – С. 159–163.

3. Шамрикова Е. В., Соколова Т. А. Взаимосвязь между различными формами кислотности автоморфных суглинистых почв тундры и тайги // Почвоведение. – 2013. – № 5. – С. 556–569.

4. Dai W. et al. Spatial variability of soil nutrients in forest areas: A case study from subtropical China //Journal of Plant Nutrition and Soil Science. – 2018. – Т. 181. – №. 6. – С. 827–835.

5. Šantrůčková H. et al. The chemical composition of forest soils and their degree of acidity in Central Europe //Science of the Total Environment. – 2019. – Т. 687. – С. 96–103.

УДК 631.417.2 DOI: 10.35735/9785605515623_115

ВЫПАХАННОСТЬ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПЕСЧАНЫХ ПОЧВ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ (НА ПРИМЕРЕ ОПЫТНОГО УЧАСТКА)

А.Л. Киндеев[1,2], Е.А. Кухлевский[1], А.С. Булова[2], А.Д. Васильева[2], Д.А. Шендерова[2]
[1]Факультет географии и геоинформатики БГУ, г. Минск; [2]УО «Национальный детский технопарк», г. Минск

Аннотация. Исследование посвящено определению степени минерализации органического вещества в дерново-подзолистых почвах на осушенных землях Белорусского Полесья. Было установлено, что содержание органического углерода на участке площадью 29,5 га находится в диапазоне от 2,76 до 16,06 %. Доля лабильного органического вещества составила от 12 до 21 % в контрольных точках, что свидетельствует о слабо- и средневыпаханности почв исследуемого участка, что предусматривает преобладание зернотравяных и травяно-пропашных севооборотов не менее чем с 25 % многолетних трав.

***Ключевые слова**: органическое вещество, деградация почв, рациональное использование, севообороты.*

PLOWING OF SOD-PODZOLIC SANDY SOILS OF THE BELARUSIAN POLESIE (USING AN EXPERIMENTAL SITE AS AN EXAMPLE)

A.L. Kindeev[1], E.A. Kuhlevski[1], A.S. Bulova[2], A.D. Vasilyeva[2], D.A. Shenderova[2]
[1]Faculty of Geography and Geoinformatics BSU, Minsk; [2]Educational Institution "National Children's Technopark", Minsk

Annotation. The study aimed to determine the degree of organic matter mineralization in sod-podzolic soils on drained lands of the Belarusian Polesie region. Organic carbon content in a 29.5-hectare plot was found to range from 2.76 to 16.06%. The proportion of labile organic matter ranged from 12 to 21% at the control points, indicating that the soils in the study area were slightly to moderately tilled, suggesting a predominance of grain-grass and grass-row crop rotations with at least 25% perennial grasses.

***Keywords:** organic matter, soil degradation, rational use, crop rotation.*

Введение. На сегодняшний день в Мире одной из первоочередных задач является обеспечение продовольственной безопасности и предотвращение деградации плодородных земель. На ряду с такими видами деградации, как эрозия, дефляция, подкисление и засоление, выделяют также дегумификацию – потерю почвой гумуса, что ведет к ухудшению других свойств почвы [4]. При этом, как отмечается в ряде исследований начальной стадией дегумификации является выпаханность почвы – процесс, при котором происходит снижение уровня плодородия пахотных почв, ухудшение их агрономических свойств в результате использования их при низком уровне поступления в почв источников гумуса [1].

Особое внимание проблеме выпаханности почв удалялась в исследования проводимых в МСХА имени К.А. Тимирязева [2,3,5]. На основании многолетних исследований были разработаны шкалы выпаханности и рекомендации по предотвращению и обращению вспять данного негативного явления [1]. На основании которых представляется возможным дать оценку состояния агроландшафтов, оценить степень их изменения относительно зональных природных ладшафтов и сформировать рекомендации по рациональному использованию земель.

При этом, на территории Республики Беларусь подобные работы не проводились, что делает актуальными работы по переложению накопленного опыта для почв и ландшафтов Беларуси и оценке их состояния.

Материалы и методы. Участок исследования представляет собой поле площадью 29,5 га с дерново-подзолистыми почвами, развивающимися на связных древнеаллювиальных песках, подстилаемыми с глубины менее 0,5 м рыхлыми песками, расположеннымии на первой надпойменной террасе реки Припяти в Лунинецком районе Республики Беларусь.

Исходная сетка пробоотбора составлялась случайным образом, но с условием покрытия территории и без образования кластеризации. Отбор проб проводился с глубины 0–20 см (смешанный образец), после чего анализ кислотности проводился в лаборатории согласно ГОСТу 26484-85.

Определение органического вещества (ОВ) проводилось в муфельной печи по ГОСТ 27753.10-88. Для определения степени выпаханности почвы использовалась методика Н.Ф. Ганжаре и Б.А. Борисова [1]. Для характеристики степени выпаханности дерново-подзолистых почв предлагается 25-балльная шкала. Согласно этой шкале к невыпаханным почвам относятся те, в которых содержание ЛОВ составило 25 % и более к содержанию общего органического вещества. Такие почвы имеют нулевой балл степени выпаханности. Для оценки степени выпаханности используется следующая шкала: 0 баллов – невыпаханные; 0,1 – 5,0 баллов – очень слабовыпаханные; 5,1 – 15 баллов – слабо- и средневыпаханные; 15,1 – 25 баллов – сильно- и очень сильновыпаханные [1].

Результаты и обсуждения. Генеральная совокупность составила 30 значений содержания органического вещества. Значения ОВ колеблется в диапазоне 2,76 до 16,06 %, показатели эксцесса и асимметрии составляют 1,06 и 1,14, что больше их среднеквадратических ошибок (+/- 0,87 и +/- 0,65 соответственно) и свидетельствует о том, что распределение имеет островершинный пик и правостороннюю асимметрию, что говорит о превалирующих высоких значениях, что также подтверждается картограммой, представленной на рисунке 1.

Рис. 1. Картограмма содержания органического вещества исследуемого участка

На карте показана пространственная неоднородность ОВ, выраженная в процентах. Самый низкий уровень содержания органического вещества (от 2,76% до 5,31%) – это зоны дефицита сосредоточены преимущественно в центральной и северной частях поля. При движении к западным и южным окраинам участка наблюдается постепенное повышение показателей –средние значения (от 6,75% до 8,99%) занимают значительную часть площади.

Наиболее богатые органикой зоны (свыше 11,54% и до 16,08%) выделены находятся в юго-западной части, небольшом участке на северо-востоке и в виде локального пятна в центре южной половины поля.

Для оценки выпаханности были взяты 6 образцов с данного участка, для которых было определено содержание лабильного органического вещества (ЛОВ), представленного в табл.1.

Таблица 1.

Степень выпаханности почв исследуемого участка

Номер пробы	ЛОВ	ОВ	ЛОВ/ОВ, %	балл
18	1,29	6,4	20,0	4,95
15	2,13	9,9	21,3	3,66
80	2,39	14,7	16,2	8,76
35	0,85	5,8	14,5	10,42
12	1,62	7,5	21,5	3,48
42	0,33	2,7	11,8	13,15

Наименее выпаханные (лучшее состояние): Образцы №12 и №15: здесь отмечается самый высокий процент лабильной фракции (более 21%). При этом балл выпаханности минимальный (~3,4–3,6). Это говорит о том, что почва активно восстанавливается или находится под обработкой, в которой много «живой» органики. Образец №18: также имеет хороший показатель (20% ЛОВ от общего состава) и низкий балл (4,95). Средняя степень выпаханности: Образец №80: несмотря на то, что в этой почве физически больше всего гумуса (ОВ = 14,73), доля лабильной фракции составляет всего 16,2%. Это привело к росту балла выпаханности до 8,76. Сильно выпаханные (критическое состояние): Образец №35: Процент ЛОВ падает до 14,5%, а балл возрастает до 10,4. Образец №42 (самый деградированный): здесь наблюдается самая низкая доля лабильного органического вещества (всего 11,8%). Как следствие, этот образец имеет самый высокий балл выпаханности – 13,15. Это означает, что почва сильно истощена, органическое вещество в ней представлено в основном инертными, старыми фракциями, а потенциал плодородия крайне низок.

Заключение

Таким образом, можно заключить, что выпаханность дерново-подзолистых песчаных почв на участке очень слабая (0,1 – 5,0 балла) и средняя (5,1–15 балла). На основании установленных рекомендаций можно заключить, что на данных почвах рекомендуется зернотравяные, травяно-пропашные или зернотравяно-пропашные севообороты, в структуре которых 30-40 % многолетних трав для слабовыпаханных участков и зернотравяные, травяно-пропашные севообороты, в структуре которых менее 25% многолетних трав (без запашки нетоварной части урожая и при эпизодическом внесении органических удобрений) для средневыпаханных.

Литература

1. Борисов Б. А., Ганжара Н. Ф. Органическое вещество почв (генетическая и агрономическая оценка). – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. – 213 с.

2. Борисов Б.А., Ганжара Н.Ф., Злобина М.В. Модификация способа определения степени выпаханности почв зонального ряда // Тез. докл. 1-й Всерос. науч.-практ. конф. «Фундаментальные достижения в почвоведении, экологии, сельском хозяйстве на пути к инновациям». – М.: МАКС Пресс, 2008. – С. 62-63.

3. Ганжара Н.Ф. Гумусообразование и агрономическая оценка органического вещества подзолистых и черноземных почв европейской части СССР: Автореф. … д-ра биол. наук. – М.: МСХА, 1988. – 31 с.

4. Деградация и охрана почв / Под ред. Г.В. Добровольского. – М., 2002. 654 с.

5. Прохоров А. А., Борисов Б. А., Ефимов О. Е. Индексная оценка степени выпаханности черноземов Предкавказской провинции //Агрохимический вестник. – 2023. – №. 5. – С. 50-55.

УДК 528 DOI: 10.35735/9785605515623_118

ПРИМЕНЕНИЕ СЕТИ ГНСС ДЛЯ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

А.К. Кишкина[1,3], Н.В. Шестаков[1,2], И.А. Лисина[1], Л.Н. Василевская[1], А.Н. Бугаец[3]
[1]Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Российская Федерация
[2]Институт прикладной математики ДВО РАН, г. Владивосток, Российская Федерация
[3]Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток, Российская Федерация
e-mail: kishkina.ako@dvfu.ru

Аннотация. В данном исследовании рассматривается возможность применения глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) для целей мониторинга качества воздуха на основе данных о тропосферной зенитной задержке радиосигнала, связанной с влагосодержанием в нижнем слое тропосферы и концентрацией твердых частиц размером до 2.5 (PM2.5) и до 10 (PM10) микрона, которые считаются основными показателями ухудшения качества воздуха согласно принятым международным стандартам. Использованы данные трех базовых ГНСС-станций, расположенных на юге Приморского края. Рассмотрены три случая выхода на территорию Приморского края пыльных и песчаных бурь. В процессе постобработки результатов спутникового позиционирования определены зенитные тропосферные задержки (ZTD), в которых заключена информация о сконцентрированном в приземном слое атмосферы интегральном влагосодержании (IWV). Для выделения в структуре спутникового сигнала высокочастотной составляющей, соответствующей влиянию концентрации микрочастиц в атмосфере, использован метода главных компонент (principal component analysis – PCA). Выполнено сравнение изменения интегрального влагосодержания IWV и концентрации пылевых частиц в воздухе. Показано, что максимумы концентрации опасных твердых частиц в атмосфере согласуются с данными IWV. Обсуждаются перспективы использования ГНСС-технологий в системах мониторинга качества воздуха.

Ключевые слова. *ГНСС, загрязнение воздуха, ZTD, пыль, водяной пар, IWV.*

APPLICATION OF A GNSS NETWORK FOR AIR QUALITY MONITORING IN PRIMORSKY KRAI

A.K. Kishkina[1,3], N.V. Shestakov[1,2], I.A. Lisina[1], L.N. Vasilevskaya[1], L.N., Bugaets A.N.[3]

Far Eastern Federal University, 8 Sukhanova St., Vladivostok, 690950, Russian Federation
Institute of Applied Mathematics FEB RAS, Vladivostok, 690041, Russian Federation
Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia, 690041, Russian Federation
e-mail: kishkina.ako@dvfu.ru

Abstract. This study investigates the potential of utilizing high-precision satellite geodetic equipment (GNSS) for air quality monitoring by analyzing signal delays associated with lower tropospheric moisture content and the concentration of particulate matter (PM2.5 and PM10), which are key air quality indicators per international standards. Data from three reference GNSS stations in southern Primorsky Krai were used to analyze three dust and sandstorm events affecting the region. Post-processing of satellite positioning data yielded zenith tropospheric delays (ZTD), providing insights into integrated water vapor (IWV) concentrated in the surface atmospheric layer. Principal component analysis (PCA) was employed to isolate the high-frequency GNSS signal component linked to atmospheric micro-particle concentrations. A comparison of IWV and dust particle concentration variations revealed that peak concentrations of hazardous particulate matter align with

IWV data. The potential for integrating GNSS technologies into air quality monitoring systems is discussed.

Keywords. *GNSS, air pollution, ZTD, dust, water vapor, IWV.*

Введение. Содержащиеся в атмосфере взвешенные твердые частицы размером до 2.5 (PM2.5) и до 10 (PM10) микрон по международным стандартам ВОЗ и согласно ГОСТ 70230-2022 являются наиболее опасными и токсичными загрязняющими воздух компонентами, так как при попадании в организм человека способны вызывать тяжелые респираторные, сердечно-сосудистые и онкологические заболевания. Изменения в состоянии атмосферы Приморского края, который характеризуется ярко выраженным муссонным климатом, что подразумевает сезонные изменения атмосферной циркуляции под влиянием термических контрастов между материком и океаном, с определенной периодичностью сопровождаются трансграничным переносом с территории Китая воздушных масс, которые содержат загрязняющие воздух опасные вещества, в том числе взвешенные твердые частицы PM2.5 и PM10, аэрозоли и антропогенные газы [6].

По этим причинам стабильный мониторинг концентрации частиц PM2.5 и PM10, а также мелкофракционной пыли и других загрязняющих элементов в атмосфере, является актуальной задачей метеорологии и экологии. В связи с тем, что наземные наблюдения за изменением концентрации опасных взвешенных частиц не репрезентативны в силу их точечной реализации и ограниченности только нижним слоем тропосферы, а также характеризуются низкой частотой дискретизации стандартных наблюдений, возникают трудности объективной и точной оценки качества воздуха.

Современный уровень развития ГНСС-технологий позволяет широко использовать их в фундаментальных и прикладных исследованиях в различных областях наук о Земле [1], в том числе активно развивается и ГНСС-метеорология [9]. Кроме того, современные исследования показывают перспективность применения спутниковых данных для мониторинга качества воздуха, связанного как с природными явлениями (например, пылевыми бурями и лесными пожарами), так и обусловленных промышленными выбросами вредных частиц [5, 8, 10, 12].

Ранее проведенные исследования показали, что результаты постобработки спутниковых данных, а именно значения зенитных тропосферных задержек (ZTD), содержат информацию о состоянии тропосферы. В первую очередь они отражают концентрацию интегрированного водяного пара (IWV) — параметра, чувствительного к изменениям в приземном слое атмосферы. Дополнительным фактором, влияющим на рефракцию радиоволн, выступают твердые взвешенные частицы размером 2.5 и 10 мкм (PM2.5, PM10), а также различные аэрозоли, включая пыль. Взаимодействие сигнала с этими частицами способно изменять величину тропосферной задержки, что, в свою очередь, сказывается на точности спутникового позиционирования.

В настоящей работе выполняется сравнение изменения определенного на основе результатов ГНСС-наблюдений с трех базовых станций интегрального влагосодержания IWV и концентрации пылевых и взвешенных твердых частиц PM2.5 в атмосфере над территорией юга Приморского края с 2019 по 2021 годы.

Материалы и методы исследования. Для целей моделирования и последующей оценки тропосферной задержки спутниковых сигналов (ZTD) принято разделять тропосферу на два основных слоя: верхний (ZHD, сухой, или гидростатический) и нижний (ZWD, влажный) [9, 11]. Гидростатическая составляющая общей тропосферной задержки составляет приблизительно 90% от её общего значения и характеризуется относительной простотой определения. Это обусловлено медленными пространственно-временными вариациями данной компоненты, а её величина главным образом зависит от трех факторов: атмосферного

давления на уровне земной поверхности, а также широты и высоты пункта наблюдений относительно уровня моря.

Моделирование влажной компоненты тропосферы представляет собой значительно более сложную задачу. Это объясняется тем, что ZWD непосредственно связана с изменчивым распределением и концентрацией водяного пара в атмосфере, которые подвержены интенсивным и быстрым флуктуациям. Оценка влажной составляющей производится косвенным путем, как разность между полной зенитной тропосферной задержкой и гидростатической ее составляющей. Детальное описание алгоритма определения интегрального влагосодержания тропосферы представлено в работах [4, 7].

В качестве объектов исследования были выбраны базовые ГНСС-станции, установленные в городах Владивосток (ГНСС-пункты VLAD и DVGU) и Находка (NKHD), расположение пунктов представлено на рис. 1. Владивосток, являясь административным центром Дальневосточного федерального округа, имеет население порядка 600 тысяч человек. В городской черте сосредоточены крупный порт, многочисленные промышленные предприятия и густая транспортная сеть. Морские суда в портовых городах выступают существенным источником эмиссии загрязняющих веществ, вносящих значительный вклад в общую массовую концентрацию аэрозольных частиц в атмосфере. Кроме того, Владивосток обладает статусом самого автомобилизированного города России, где выхлопные газы автотранспорта являются главным источником опасных взвешенных частиц. В Находке функционируют пять морских терминалов, специализирующихся на открытой перевалке угля различных марок. Образующаяся при добыче, транспортировке и переработке угольная пыль представляет собой один из наиболее агрессивных атмосферных поллютантов, способствующих развитию широкого спектра респираторных заболеваний [2, 8].

Так как радиосигнал, поступающий от спутника до наземного приемника, не может напрямую взаимодействовать с твердыми частицами и капельной влагой, судить о степени взаимодействия извлекаемого из данных спутниковых наблюдений содержания атмосферного водяного пара (IWV) со взвешенными твердыми частицами можно лишь по косвенным признакам. Кроме того, речь идет об объектах, размерность которых исчисляется микрометрами, поэтому отклик на них в структуре сигнала предположительно может быть заметен только на высоких частотах [12]. Поэтому для более детального анализа было выполнено разложение сигнала по методу главных компонент (principal component analysis – PCA). Этот метод предполагает разложение многомерного набора данных на набор последовательных ортогональных компонентов, которые объясняют максимальную величину дисперсии (рис. 2).

Для его реализации в Matlab предусмотрена такая функция как *imf = vmd(x),* которая основана на методе Гильберта-Хуана, позволяющего разложить сложный многочастотный сигнал на эмпирические моды. Функция Vmd используется для разложения и упрощения сложных сигналов на конечное число собственных модовых функций (IMF), необходимых для проведения спектрального анализа [3].

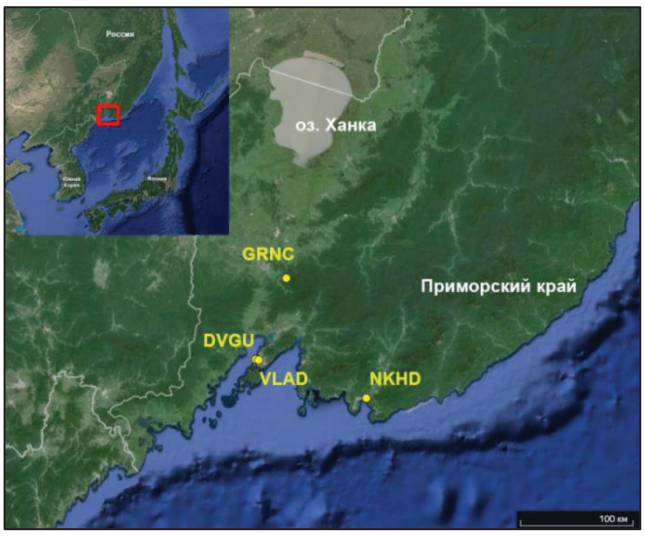


Рис. 1. Район исследования

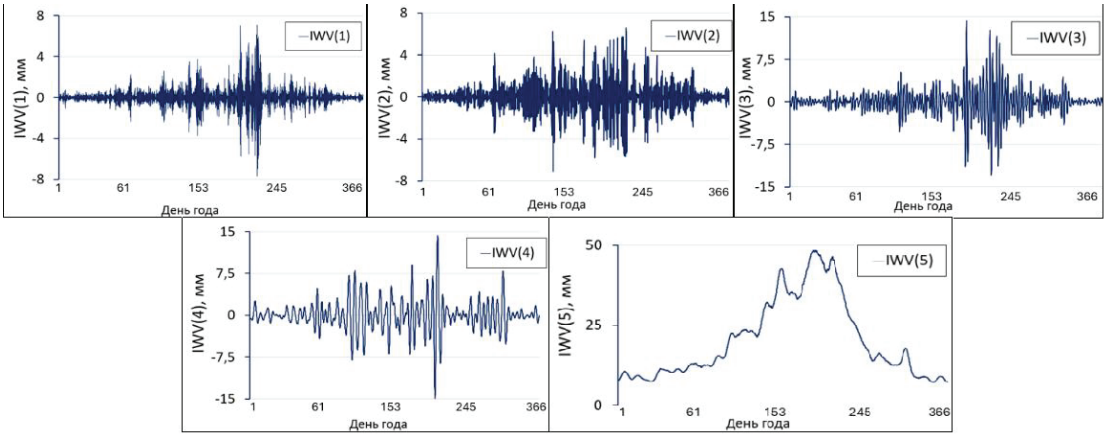


Рис. 2. Разложение IWV по методу PCA за 2020 год, Владивосток (VLAD).

Результаты и их обсуждение. В процессе данного исследования были рассмотрены три периода, в которые были зафиксированы пыльные или песчаные бури.

Первое такое рассматриваемое событие произошло в начале марта 2019 года. Как видно из рисунка 4, в ходе изменения концентрации пылевых частиц и интегрального влагосодержания с 1 по 7 марта между двумя графиками наблюдается временная корреляция. Сильный ливень прошел 20.03.2019, сопровождался «грязными» осадками, на представленных графиках так же хорошо различим общий тренд для рядов IWV и концентрации пыли во второй половине месяца.

Далее была рассмотрена пылевая буря, датируемая 22 и 23 января 2020 года (рис. 5). В целом ряд интегрального влагосодержания частично совпадает с ходом изменения концентрации пыли, особенно во второй половине января, когда содержание IWV за несколько дней до пылевой бури постепенно повышается, параллельно с этим увеличивается и количество частиц пыли. После 23 января происходит резкое заметное снижение обоих параметров.

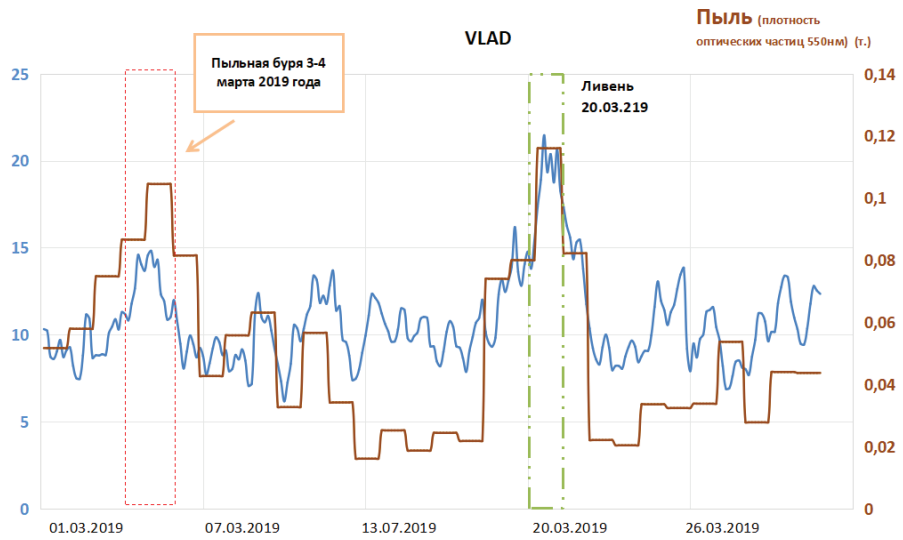


Рис. 4. Изменение концентрации интегрального влагосодержания IWV и частиц пыли во время пыльной бури 03.03.2019-04.03.2019 в г. Владивосток.

Сильная песчаная буря, принесенная из пустыни Гоби, произошла 15.03.2021 на территории Северного Китая [12], эффект от этого события достиг и территории Приморского края. По данным, полученным со станций во Владивостоке и Находке, явно зафиксировано резкое повышение концентрации интегрального влагосодержания 15 марта. По информации местных СМИ и метеоисточников 28 марта 2021 года также зарегистрирована локальная пыльная буря на юге Приморья. К сожалению, в нашем распоряжении нет данных о концентрации пыли и других загрязняющих частиц за март 2021 года, поэтому нет возможности оценить их взаимосвязь с изменением IWV, однако, судя по графикам на рисунке 6, отклик на эти явления в концентрации водяного пара в тропосфере присутствует.

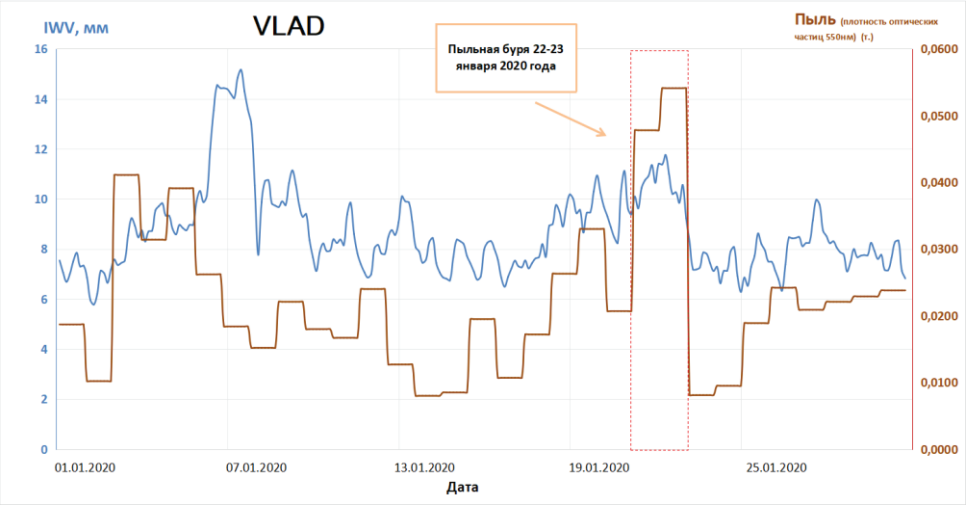


Рис. 5. Изменение концентрации интегрального влагосодержания IWV и частиц пыли во время пыльной бури 22.01.202020-23.01.2020 в г. Владивосток.

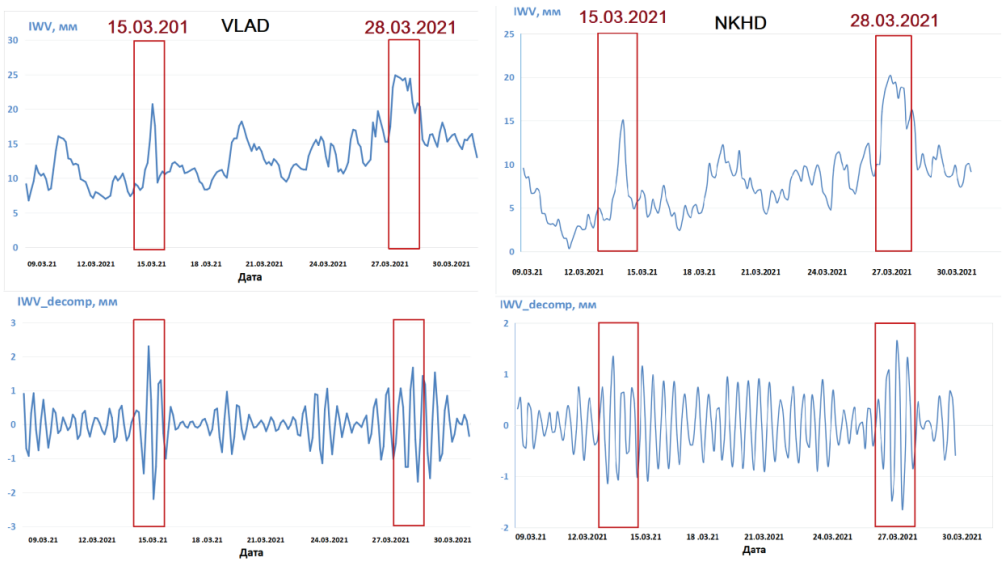


Рис. 6. Изменение концентрации интегрального влагосодержания IWV во время пыльных бурь 15.03.2021 и 28.03.2021 в г. Владивосток и Находка

Заключение

В настоящем исследовании реализована методика определения интегрального влагосодержания в нижней тропосфере Земли по данным трех пунктов ГНСС-наблюдений на территории Приморского края. Рассмотрены три случая выхода на территорию Приморского края пыльных и песчаных бурь. Выполнено сравнение изменения интегрального влагосодержания IWV и концентрации пылевых частиц в воздухе. Показано, что максимумы концентрации опасных твердых частиц в атмосфере согласуются с данными IWV. Обсуждаются перспективы использования ГНСС-технологий в системах мониторинга качества воздуха, однако требуется более углубленное изучение этого вопроса и большее количество данных для наработки достоверной статистики.

Литература

1. Быков В. Г., Шестаков Н. В., Герасименко М. Д., Сорокин А. А., Коновалов А. В., Прытков А. С., Василенко Н. Ф., Сафонов Д. А., Коломиец А. Г., Серов М. А., Пупатенко В. В., Королев С. П., Верхотуров А. Л., Жижерин В. С., Рябинкин К. С. Единая сеть геодинамических наблюдений ДВО РАН: становление, десять лет развития, основные достижения // Вестник ДВО РАН. – 2020. – № 3. – С. 5–24

2. Василевский Д. Н., Василевская Л. Н., Лисина И. А., Мушта Б. Б. Анализ загрязнения атмосферы в Приморском крае в 2019–2020 гг. по данным спутникового мониторинга GMAO/NASA // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. – 2021. – № 4 (382). – С. 149–162

3. Декомпозиция сигналов на компоненты (Проблема матричной факторизации) [электронный ресурс] – URL: https://scikit-learn.ru/decomposition/ (дата обращения: 22.06.2025)

4. Кишкина А. К., Шестаков Н. В., Бугаец А. Н., Гончуков Л. В., Соколов О. В. Результаты сравнения интегрального содержания водяного пара в атмосфере по данным глобальной системы прогнозирования (GFS) и GNSS-наблюдений (Приморский край, Россия) // Водные ресурсы. – 2022. – Т. 49. – № 6. – С. 766–778.

5. Кишкина А.К., Шестаков Н.В., Лисина И.А., Василевский Д.Н. О некоторых аспектах применения ГНСС-технологий в метеорологии и экологии // Материалы конференции «Инетерексэкспо. ГЕО-Сибирь». – 2023. – Т. 4. – №4. – С. 89–98

6. Кондратьев И.И., Качур А.Н. Изменчивость кислотности осадков на территории Дальневосточного Федерального округа // География и природные ресурсы. – 2023. № 2. С. 115–122

7. Шестаков Н. В., Кишкина А. К., Бугаец А. Н, Гончуков Л. В., Королев С. П., Василевская Л. Н, Лялюшко Е.А. Исследование изменения интегрального влагосодержания в тропосфере по данным ГНСС-наблюдений в зоне перехода «континент – океан» (Приморский край, Дальний Восток России) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2021. – Т. 18. – №5. – С. 266–276

8. Якименко Л. В., Гриванов И. Ю. Загрязнение атмосферы предприятиями энергетической отрасли Приморского края // Территория новых возможностей. Вестник ВГУЭС. - 2012. - С. 214-224.

9. Bevis M., Businger S., Herring T. A., Rocken C., Anthes R., Ware R. GPS Meteorology: Remote Sensing of Atmospheric Water Vapor Using the Global Positioning System // J. Geophysical Research. – 1992. – Vol. 97. – P. 787–801

10. Guo J., Hou R., Zhou M., Jin X., Li G. Detection op Particulate Matter Changes Caused by 2020 California Wildefires Based on GNSS and Radiosonde Station // Remote Sensing. – 2021. – Т. 13. – Vol. 4557. – 16 p.

11. Hofmann-Wellenhof B., Lichtenegger H., Walse E., GNSS — Global Navigation Satellite Systems, GPS, GLONASS, GALILEO and more, Wien: Springer Science and Business Media, 2008. – 518 p.

12. Zhou M., Guo J., Liu X., Hou R., Jin X. Analysis of GNSS-Derived Tropospheric Zenith Non-Hydrostatic Delay Anomaly during Sandstorms in Northern China on 15th March 2021 // Remote Sensing. – 2022. – Т. 14. – Vol. 4678. – 14 p.

УДК 582.272.46/661.47 DOI: 10.35735/9785605515623_125

КАМЧАТСКАЯ ЛАМИНАРИЕВАЯ ВОДОРОСЛЬ *HEDOPHYLLUM BONGARDIANUM*, КАК ИСТОЧНИК ЙОДА ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНОГО РАСТЕНИЕВОДСТВА

Н.Г. Клочкова[1], **Н.А. Сизенцов** [2], **С.В. Рогатых**[2]
[1]*ФГБУН Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский*
[2]*ФГБОУ ВО Камчатский государственный университет им В. Беринга, г. Петропавловск-Камчатский*

Аннотация. Рассмотрена функциональная роль йода в жизни растений, животных и человека и причины, взывающие его дефицит в почвенном покрове Камчатского края и выращиваемой здесь растительной продукции. Решить проблему йодного статуса камчатского населения можно путем использования в региональном растениеводстве местного водорослевого сырья. Изучение содержания йода у одного из массовых видов камчатских ламинариевых – *Hedophyllum bongardianum*, методом спектрофотометрии на фотометре КФК-3-ЗОМЗ показало, что его содержание у растений первого, второго и третьего годов жизни в октябре, в период полной зрелости, составляет в среднем 62,05, 61,52 и 51,57 мг/100 г сырой массы, соответственно. Плотный водный экстракт этого вида, полученный при гидромодуле 1:5, содержал 8 мг/л или 13% от его количества в свежесобранных пластинах второгодних растений. На основе проведенных исследований *Hedophyllum bongardianum* рекомендован для использования в региональном растениеводстве в качестве источника йода и сырья для получения водных водорослевых экстрактов.

***Ключевые слова**: органический йод, йододефицит, порядок Laminariales, Hedophyllum bongardianum, йодонакопление*

KAMCHATKA LAMINARIACEAN ALGAE HEDOPHYLLUM BONGARDIANUM AS A SOURCE OF IODINE FOR REGIONAL CROP PRODUCTION

N.G. Klochkova[1], N.A. Sizentsov[2], S.V. Rogatykh[2]

[1] *Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute of FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky, Partizanskaya Str. 6.*
[2] *Kamchatsky State Vitus Bering University, Petropavlovsk-Kamchatsky, Pogranichnaya Str. 4.*

Annotation. The functional role of iodine in the life of plants, animals, and humans, and the causes of its deficiency in the soil cover of Kamchatka Krai and plant products grown here are considered. The problem of iodine status of the Kamchatka population can be solved by using local algal raw materials in regional crop production. A study of the iodine content of *Hedophyllum bongardianum,* a common Kamchatka laminaria species, using spectrophotometry on a KFK-3-ZOMZ photometer showed that its content in first-, second-, and third-year plants in October, at full maturity, averages 62.05, 61.52, and 51.57 mg/100 g of wet weight, respectively. A dense aqueous extract of this species, obtained at a water ratio of 1:5, contained up to 8 мг/л. Extracts diluted to 0.005-0.01% have a positive growth-stimulating effect on plants. Based on the data obtained, Hedophyllum bongardianum is recommended for use in plant growing as a source of iodine.

***Keywords:** organic iodine, iodine deficiency, order Laminariales, Hedophyllum bongardianum, iodine accumulation*

Введение. Йод играет важную функциональную роль в жизни подавляющего большинства живых организмов. В растения он поступает, главным образом, из почвы, а к животным и человеку – через воду и продукты питания. В животных организмах и у человека, несмотря на присутствие йода во всех органах и тканях, он концентрируется в щитовидной железе и входит в состав ее тиреоидных гормонов тироксина и трийодтиронина. Функции этих гормонов в настоящее время хорошо известны. Они контролируют рост и дифференцировку тканей, поглощение кислорода, состояние центральной и периферической нервной системы, влияют на скорость метаболизма, теплообразования, жировой, углеводный и белковый обмены, обмен витаминов воды и многих электролитов, повышают тонус мышц, нормализуют когнитивные функции мозга [1].

У наземных растений йод регулирует работу хлоропластов и повышает эффективность усвоения света. Он оказывает заметное влияние на азотный, углеводный, энергетический и водный обмены, повышая в тканях и клетках растений содержание связанной воды. Он также оказывает существенное влияние, окислительно-восстановительные процессы, биосинтез пигментов, рост и плодоношение растений, на ферментативную активность, особенно в самые ранние периоды онтогенеза, повышает устойчивость сельскохозяйственных культур к неблагоприятным факторам среды и фитопатогенам [2].

Дефицит йода также обладает многочисленными негативными последствиями на развитие и формирования живых организмов [3]. У человека и сельскохозяйственных животных он приводит к возникновению эндемических заболеваний. Их широкое распространение в отдельных регионах представляет собой большую медико-социальную проблему и влечет за собой негативные последствия. Возникает йододефицит, прежде всего, в районах с низким содержанием этого элемента в окружающей среде, где йод встречается в виде органических соединений, йодитов и самостоятельных минералов: йодидов металлов, полигалидов, йодатов и периодатов, поступающих из приходящих от океанов воздушных масс [4]. На развитие растений основное воздействие оказывает его содержание в почвенном покрове, где его концентрация зависит от географических, климатических и экосистемных факторов. В связи с высоким пестротой почв разные их типы содержат разное количество йода. Его содержание менее 1 мг/кг, говорит о крайнем йододефиците. На Камчатке, где в почвенном покрове равнин доминируют слоисто-охристые, слоисто-пепловые вулканические почвы [5], его содержание, сопоставимо или даже еще меньше, чем в дерново-подзолистых супесчаных почвах, где оно достигает в среднем всего 0,86 мг/кг [6].

Дефицит йода особенно характерен для кислых, слабо гумифицированных, легких почв. На Камчатке его усиливает затяжное весеннее снеготаяние и обильные летние осадки, способствующие активному выщелачиванию этого элемента. При постоянном дефиците йода в почвах, естественно, уменьшается его содержание в продуктах растениеводства камчатских производителей. Это, наряду с крайне низкой минерализацией природных вод обостряет проблему йодного статуса камчатского населения.

Одним из наиболее рациональных и экологически безопасных путей решения проблемы дефицита йода является широкое применение в региональном растениеводстве природной органики, в частности водорослевых удобрений из местных камчатских водорослей, характеризующихся высоким разнообразием биологически активных органических и минеральных веществ, а также производство на основе местного водорослевого сырья йодсодержащих микроудобрений и стимуляторов роста растений. В качестве последних могут использоваться водные экстракты морских макрофитов. Определенным препятствием для решения этой задачи является слабая изученность химического состава у видов камчатской альгофлоры и отсутствие информации по содержанию йода у разных видов, разновозрастных генераций, сезонной динамики его накопления.

Эффективность использования водорослевых препаратов, в частности жидких экстрактов в качестве источников йода напрямую зависит от его содержания у представителей

камчатской альгофлоры и полученных из них водных экстрактах. С целью получения информации по этим вопросам было определено содержания йода у разновозрастных представителей одного из наиболее массовых видов ламинариевых *Hedophyllum bongardianum* (Postels et Ruprecht) Yendo в фазу активного спороношения. В настоящей статье обсуждаются результаты, полученные в ходе этого исследования.

Материалы и методы. Свежие образцы упомянутого выше вида были собраны 2.10.2025 г. у побережья юго-восточной Камчатки в горле Авачинской губы в районе кекуров Три Брата на глубине 6 м. В ходе их камеральной обработки они были разделены на три возрастные группы. Каждая из них далее была подвергнута морфометрической обработке, в ходе которой у растений измеряли длину, максимальную ширину и массу пластинчатой части слоевищ, длину, толщину и массу черешков, массу ризоидов. Далее из собранных растений каждой возрастной группы были подготовлены пробы для определения содержания в них йода и пробы для *получения* водного экстракта. Для этого использовали среднюю часть пластин фертильных растений второго года жизни. Оставшиеся образцы были высушены до содержания в них влаги 18-20% и отправлены на хранение.

Для получения водного экстракта использовали замороженные пластины *H. bongardianum* второго года жизни. Предварительно их измельчили. Полученную водорослевую массу залили подогретой до 40ºС дистиллированной деионизированной водой в соотношении 1: 3 и экстрагировали при той же температуре в течение суток. Полученный экстракт до проведения анализа на содержание в нем йода хранился в холодильнике.

Определение йода было проведено методом йодометрии и спектрофотометрии на фотометре КФК-3-ЗОМЗ в соответствии с ГОСТ **28458-90** [7]. При этом вместо хлороформа использовали четыреххлористый углерод.

Результаты и их обсуждение. Морская бурая водоросль *H. bongardianum* принадлежит порядку Laminariales, семейству Laminariaceae. Она – одна из четырех известных для прикамчатских вод видов рода *Hedophyllum* и 18 распространенных здесь видов ламинариевых водорослей. Ее слоевище представлено упругой, эластичной, рассеченной на лопасти пластиной до 5,4 м длины и 60 см ширины и не более 3 мм толщины. При этом краевая часть пластин всегда толще, чем центральная. Черешок, упругий, шероховатый, в зависимости от условий обитания и возраста его длина меняется, но он всегда вальковатый или слегка уплощенный в самой верхней трети. Ризоиды хрящеватые, компактные, отходят по всей окружности черешка, имеют вееровидно расширяющиеся концы.

В ненарушенной среде *H. bongardianum* вегетирует три года [8]. Пика созревания и спороношения достигает в октябре. Пластины, сформировавшиеся в текущем году в позднеосенний и зимний периоды, в отличие от большинства других ламинариевых водорослей не подвергаются разрушению. Их деградация наблюдается только в конце мая – начале июня следующего года после высыпания из них дозревших зооспор и формирования новой сеголетней пластины. В связи с такими особенностями биологии развития вид имеет растянутый период спороношения и не столь выраженные сезонные колебания индивидуальной массы пластин. В течение всего года *H. bongardianum* постоянно присутствует и доминирует в береговых выбросах. Этому способствуют механизмы саморегуляции плотности популяций и гидродинамическое воздействие, особенно сильное в весеннее и осеннее время.

Определением общих запасов данного вида по всему его ареалу специально никто не занимался. По неопубликованным данным сотрудников ВНИРО В.А. Штрика и Д.М. Милютина, максимальная биомасса *H. bongardianum* в Олюторском заливе достигает 52 кг /м^2, плотность поселения – 80 экз. /м^2, а запасы оценены в 20 тыс. т [9]. У северных Курильских островов эти показатели достигают 128 кг /м^2, 60-75 тыс. т (Огородников, 2003). У побережья юго-восточной Камчатки плотность поселения достигает 5-50 экз./м^2, а масса одного зрелого слоевища – 2,5 кг [10]. Эти данные свидетельствуют о том, что Камчатский регион в

достаточной мере обеспечен водорослевым сырьем. К этому добавим, что в ряде районов его добычу во время отливов можно вести с берега, а выбросы этого вида, даже потрепанные и потерявшие свежесть, можно собирать для компостирования и получения йодсодержащих, ростостимулирующих и адаптогенных водорослевых препаратов. Ниже в таблице приведены результаты изучения размерно-массовых характеристик разновозрастных растений *H. bongardianum*, использовавшихся нами для определения йода и данные по его у них содержанию. Из нее видно, что в середине осени, в октябре, разные по возрасту представители вида достаточно заметно различались размерами и массой разных частей слоевища. Разным у них оказалось и содержание йода. Оно, как это видно из табл. 1, уменьшается по мере увеличения возраста растений. Так, разница в количестве между сеголетами и растениями второго года жизни составляет всего 0,5291 мг/100 г, а между сеголетками и трехлетними растениями – 10,4755 мг/100 г, что составляет 17%.

Таблица 1

Содержание йода в пластинах разновозрастных представителей *Hedophyllum bongardianum* и ее средние размерно-массовые показатели в горле Авачинской губы в период полной зрелости

Возрастная группа	Содержание йода в 100 г сырой массы пластин, мг	Размерно-массовые показатели слоевищ				
		Длина пластины, см	Длина черешка, см	Ширина пластины, см	Масса пластины, г	Масса черешка, г
Первый год	62,0476	73-299 150,3±7,2	6,5-16,0 8,13±2,2	7-19 11,56±	55-177 106,5±	2-8 3,3
Второй год	61,5185	69-227 168±6,4	7-14,5 8,9±2,6	9-23,5 15,2±	95-305 192,6	2,5-9,5 3,1
Третий год	51,5721	67-187 103± 5,6	7-22,5 9,6±1,9	15,2-48 23,9±	103-461 242,6	5-26,5 9,7

Объяснить такие возрастные изменения в содержании йода можно особенностями биологии развития *H. bongardianum.* Ее изучение, проведенное Т.Н. Королевой [8], показало, что к концу вегетации растения третьего года жизни вступают в размножение намного раньше, чем сеголетки и второгодние растения. При этом они имеют самый высокий коэффициент фертильности пластин, отражающий соотношение площади спороносной ткани к общей площади фотосинтетической поверхности пластин. По мере выхода зооспор пластинчатая часть слоевища этого вида постепенно, в большей мере, чем в тоже самое время растения других возрастных групп, теряет накопленные в период созревания пластические вещества. Завершая цикл развития, пластины *H. bongardianum* активно экскретируют их в окружающую среду как экзометаболиты. В самом конце вегетации – последней декаде ноября, начале декабря, плотность сцепления трехлетних слоевищ с субстратом сильно ослабевает и волнением они выбрасываются на берег. К этому времени количество пластических веществ у них становится самым минимальным за весь сезон вегетации. Такая стратегия популяционного развития вида обеспечивает его потомство и остатшуюся часть попяляции полноценным видоспецифическим органотрофным питанием.

Логично предположить, что с зооспорами и экзометаболитами пластины трехлетних растений в первую очередь теряют низкомолекулярные соединения, к числу которых относятся вещества, аккумулирующие основное количество органического йода – аминокислота **L-Тирозин и содержащие ее** водорастворимые белки. Возможно, именно поэтому в октябре количество йода у самой взрослой генерации меньше, чем у остальных. Высокое содержании у *H. bongardianum* йода в осеннее время позволяет использовать их для получения йодосодержащих водорослевых препаратов. Это могут быть компостированные под воздействием микробного консорциума и некомпостированных водорослевые удобрения

[11] и сухие и жидкие экстракты. В последние, судя по полученным нами данным, может переходить до 8% от количества, содержащегося в свежих образцах *H. bongardianum.*

Благотворное воздействие экстрактов на развитие самых разных наземных растений было показано множеством авторов [12]. Заметное положительное воздействие на наземные растения, в частности на всхожесть и энергию прорастания семян зерновых культур, оказывает их стимуляция растворами йодида калия в концентрации 0,005-0,02% [13]. Наши ранее проведенные исследования по определению ростостимулирующего воздействия экстракта *H. bongardianum* на развитие семян *Vigna radiata* показали его наибольшую ростостимулирующую активность при разведении до 10% [14].

Заключение

Проведенное нами исследование, таким образом, свидетельствуют о том, что камчатский вид *H. bongardianum* к концу вегетации накапливает значительное количество йода, в том числе органически связанного, переходящего в водорослевые экстракты. Его содержание у разновозрастных растений в это время разное, но достаточное для того, чтобы считать данный вид ценным сырьем для использования в региональном растениеводстве для устранения йоддефицита в производимой на Камчатке растительной продукции.

Благодарность. *Настоящая работа выполнена по теме гранта РНФ «Разработка технологии извлечения биостимуляторов роста растений из камчатских морских водорослей. Апробация их росто- и иммунопротекторного воздействия на выращиваемые на Камчатке тепличные культуры» (№ 25-26-20128; eLIBRARY ID: 80590890, EDN: DASANC).*

Литература

1. Delange F. Iodine requirements during pregnancy, lactation and the neonatal period and indicators of optimal iodine nutrition // Public Health Nutr. – 2007. – Vol. 10. – Pp. 1571-1580.

2. Анслок П.И. Микроудобрения: Справочник. 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1990. – 272 с.

3. Свиридонова М.А. Дефицит йода, формирование и развитие организма. Клиничес-кая и экспериментальная тиреоидология. – 2014. – Т. 10. – №1. – С. 9-20.

4. Шеуджен А.Х. Агробиогеохимия. 2-е изд., перераб. и доп. – Краснодар: КубГАУ. 2010. 877 с.

5. Соколов И.А. Вулканизм и почвообразование (на примере Камчатки). М.: Наука. 1973. 224 с.

6. Побилат А.Е., Волошин Е.И. Мониторинг йода в системе «почва – растение» (Обзор). Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 10. – С. 101-108.

7. ГОСТ 28458-90. Корма растительные. Метод определения йода. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 8 с.

8. Королева Т.Н. Развитие бурой водоросли *Saccharina bongardiana* и адаптация к антропогенному загрязнению. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2010. 122 с.

9. Суховеева М.В., Подкорытова А.В. Промысловые водоросли и травы морей Дальнего Востока: биология, распространение, запасы, технология переработки. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2006. – 243 с.

10. Огородников В.С. Водоросли-макрофиты Северных Курильских островов. Дис. … канд. биол. наук. – Петропавловск-Камчатский, 2007. – 174 с.

11. Клочкова Н.Г., Березовская В.А. Водоросли Камчатского шельфа. Распространение, биология, химический состав. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – 153 с.

12. Ржевская В.С., Омельченко С.О., Омельченко А.В. Влияние компоста черноморских водорослей на рост и развитие гороха. Материалы конференции «Экологическая физиология

водных фототрофов: распространение, запасы, химический состав и использование» // X Сабининские чтения. 2023. URL: http://algology.ru/599.

13. Шибаева Т.Г., Шерудило Е.Г., Титов А.Ф. Экстракты морских водорослей как биостимуляторы растений // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2021. №. 3. С. 36-67.

14. Степанова О.В., Синдирева А.В., Вешкурцева С.С., Вранеско В.С. Экологическая оценка действия йода на начальные показатели роста и развития зерновых культур // Проблемы региональной экологии. – 2020. – № 2. – С. 33-38.

15. Клочкова Н.Г., Матвеева Е.В. Воздействие водного экстракта камчатской бурой водоросли *Hedophyllum bongardinum* (Laminariales) на прорастание семян *Vigna radiata* (Fabales). Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: сб. науч. статей XXVI Всерос. научн. конф. (г. Петропавловск-Камчатский, 12-13 ноября 2025). Петропавловск-Камчатский; М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2025. С. 205-210.

УДК 550.47:504.054:582.272 DOI: 10.35735/9785605515623_131

МНОГОЛЕТНИЙ БИОМОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ БУХТЫ РУДНОЙ ЯПОНСКОГО МОРЯ

Коженкова С.И.,
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток

Аннотация. В ходе долговременного мониторинга с использованием бурых водорослей *Fucus distichus* subsp. *evanescens* и *Silvetia babingtonii* установлено, что в последние десятилетия после прекращения работы свинцового плавильного завода в пос. Рудная Пристань Приморского края, в б. Рудной произошло значительное уменьшение загрязнения морской воды свинцом. Вместе с тем, загрязнение окружающей среды цинком продолжает оставаться высоким. Источниками загрязнения являются цинковый концентрат, перегрузка которого осуществляется в гавани бухты, а также воды реки Рудной, дренирующей территорию горно-добывающих производств.

Ключевые слова: *цинк, свинец, загрязнение, бурые водоросли.*

LONG-TERM BIOMONITORING OF SEA WATER POLLUTION IN RUDNAYA BAY, SEA OF JAPAN

Kozhenkova S.I.,
Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok

Abstract. Long-term monitoring of heavy metal pollution using brown algae *Fucus distichus* subsp. *evanescens* and *Silvetia babingtonii* has revealed that lead pollution of seawater in Rudnaya Bay (Sea of Japan) has decreased in recent decades following the closure of the lead smelter in the Rudnaya Pristan Settelment, Primorsky Krai. Despite this, zinc pollution remains high. Sources of the pollution include both zinc concentrate, which is transshipped in the harbor, and the Rudnaya River, which drains the mining area.

Keywords: *zinc, lead, pollution, brown algae.*

Введение. Бухта Рудная находится на севере Приморского края. Площадь акватории около 3 км^2, бухта открыта к Японскому морю с востока, вдается в материк на 1.2 км, имеет ширину у входа 2.7 км. Максимальная глубина 16-18 м, преобладающие грунты – ил и песок. Южное и северное побережье бухты возвышенное и каменистое, местами обрывистое; западный берег преимущественно низкий и песчаный. В юго-западную часть бухты впадает р. Рудная, имеющая длину 73 км и общую площадь водосборного бассейна 1140 км^2. В бассейне реки развита горнодобывающая промышленность: добыча полиметаллических руд и боросиликатов ведется как открытым, так и подземным способом, на предприятиях проводят обогащение руд, производство концентратов и химического сырья. Большие площади занимают карьеры, отвалы вскрышных пород, хвостохранилища.

Разработка первого серебряно-свинцово-цинкового месторождения в долине р. Рудной началась в 1897 г. В настоящее время на восточном макросклоне центральной части горного хребта Сихотэ-Алинь в долине р. Рудной функционирует горнопромышленный кластер, включающий добычу и обогащение Pb-Zn руд, а также добычу и глубокую переработку боросиликатных руд, производство боросодержащей продукции, свинцового и цинкового концентратов. До недавнего времени здесь же осуществляли выплавку свинца на свинцовом плавильном заводе, построенном в устье р. Рудной в 1930-х гг. В целом освоение горно-рудного района проходило без соблюдения экологических правил. Вследствие избыточного

поступления в окружающую среду тяжелых металлов сформировалась геохимическая аномалия, охватывающая как наземные, так и водные экосистемы долины р. Рудной и прилегающей морской акватории. Интенсивность хозяйственной деятельности сильно менялась: до конца 1980-х годов происходил рост производства, но в начале 1990-х годов в связи с экономическим кризисом объемы выпуска продукции существенно уменьшились. В 2000-е годы произошло частичное восстановление производства, однако выплавку свинца на плавильном заводе прекратили [1, 3, 4, 7, 8].

С 1976 г. в северном Приморье ведется наблюдение за экологическим состоянием прибрежных морских вод с использованием бурых водорослей [4]. Степень загрязнения морской среды тяжелыми металлами определяют, анализируя концентрации элементов в тканях растений, в том числе фукусовых водорослях *Fucus distichus* subsp. *evanescens* (C.Agardh) H.T.Powell и *Silvetia babingtonii* (Harvey) E.A. Serrão, T.O.Cho, S.M. Boo et Brawley. Эти преимущественно литоральные виды являются многолетними. Достоинствами фукусовых водорослей как мониторов степени загрязнения морской среды тяжелыми металлами являются: 1) их способность аккумулировать химические элементы с высоким коэффициентом накопления (до 10^4 - 10^6), 2) относительная простота отбора проб, 3) меньшая вероятность загрязнить пробы при отборе (в отличие от проб воды), 4) многолетний жизненный цикл, который обеспечивает стабильное произрастание популяций на одних и тех же станциях мониторинга, 5) массовое развитие на мелководье и формирование продуктивных сообществ, что обеспечивает относительную простоту отбора проб, а их изъятие не угрожает сокращению биоразнообразия исследуемого района.

В Приморском крае, как и в целом по миру, анализ содержания тяжелых металлов в водорослях проводили в основном в целых растениях и без учета возраста талломов. Однако со временем была накоплена информация о влиянии возраста анализируемых тканей на уровень содержания металлов. Поскольку *F. distichus* и *S. babingtonii* являются многолетними видами, то определение концентраций металлов в разновозрастных талломах водорослей является актуальным. Целью работы был долговременный мониторинг степени загрязнения морской воды б. Рудной по содержанию тяжелых металлов в целых талломах *F. distichus* и *S. babingtonii*, а также выявление особенностей элементного состава растений в зависимости от возраста анализируемых тканей.

Материалы и методы. Пробы водорослей собирали в конце июля 2020 г. с трех станций, расположенных вдоль северного побережья Японского моря. Станция 1 находится в зал. Опричник южнее Сихотэ-Алинского биосферного заповедника, не подвержена локальному загрязнению и рассматривается нами в качестве фоновой. Станции 2 и 3 расположены в б. Рудной: ст. 2 находится в 100 м от входа в гавань "Ковш", где осуществляется погрузка концентратов металлов на суда; ст. 3 располагается к югу от ст. 2 на мористой стороне м. Бринера. Бурая водоросль *F. distichus* была отобрана на трех станциях, а *S. babingtonii* только на ст. 1 и 3.

Выделяли пять размерно-возрастных групп фукуса и две размерно-возрастные группы сильвеции. Талломы размерных групп G1, G2 и G3 *F. distichus* имели по 2 – 4, 5 – 6 или 8 - 10 дихотомических ветвлений, соответственно, все их веточки были вегетативными, оливкового цвета. В группу G4 отнесены экземпляры фукуса, несущие на концах ветвей рецептакулы разной степени зрелости, но при этом часть дихотомий оканчиваются вегетативными ветвями. У наиболее старых талломов *F. distichus* (G5) макушки всех ветвей были обломаны и не несли молодых дихотомий. Группы G1 и G2, предположительно, имеют возраст до 1 года, G3 и G4 – до 2 лет, G5 – 3 года и более. В группу P1 включали талломы *S. babingtonii* высотой 5–10 см с 5-9 дихотомическими ветвлениями и без воздушных пузырей (их возраст предположительно менее 2 лет); к группе P2 относили образцы, высота которых 12–22 см, число дихотомий достигало 10 или более, верхние ветви несли рецептакулы и/или воздушные пузыри (возраст > 2 лет). Часть талломов высушивали целиком, другие перед высушиванием делили на

фрагменты. В итоге, пробы *F. distichus* были представлены целыми талломами (или ½ талломов) - G1, G2, G3, G4 и G5, а также фрагментами: а) старыми частями – O2, O3, O4; б) верхними молодыми ветвями – T2, T3, T4; в) ветвями с рецептакулами – R4. Пробы *S. babingtonii* для определения концентраций металлов включали как целые талломы (или ½ талломов) – P1 и P2, так и их фрагменты: а) старые части – O1 и O2; б) верхние молодые ветви – T1; в) ветви с рецептакулами – R2. Каждая серия проб представлена 5-10 экземплярами. Металлы Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cd и Ni в макрофитах определяли атомно-абсорбционным методом. Результаты представлены в микрограммах на 1 г сухой массы.

Степень загрязнения б. Рудной оценивали путем сравнения концентраций тяжелых металлов в водорослях с верхними пороговыми значениями фоновых диапазонов элементов ($C_{порог}$), рассчитанными как медиана плюс двойная медиана абсолютных отклонений от медианы содержания элемента (Me + 2MAO) [5]. Кратность превышения концентрации металла в растении (C_i) над $C_{порог}$ обозначали как коэффициент опасности загрязнения водорослей металлами: $K_O = C_i/C_{порог}$ [6].

Результаты и обсуждение. Особи всех 5 размерно-возрастных групп *F. distichus* удалось отобрать на ст.1. По уровню содержания металлов в целых талломах семь изученных элементов можно разделить на 2 группы: 1) Cd, Cu, Ni и Pb – до 8 мкг/г сух. массы; 2) Fe, Mn, Zn – 23-75 мкг/г, за исключением Fe в старой возрастной группе G5 более 120 мкг/г.

Влияние возраста и функционального состояния частей талломов на концентрацию металлов проявляется в более высоких значениях Fe, Mn и Ni в старых нижних частях и в ветвях с рецептакулами. Если в молодых вегетативных фрагментах талломов возрастных групп G2, G3 и G4 со ст. 1 концентрации Fe и Mn составляют в среднем 27.4 ± 8.0 и 31.9 ± 5.6, то в старых частях они достигают 61.0 ± 31.0 и 61.9 ± 10.9 мкг/г, соответственно. В ветвях с рецептакулами содержание этих элементов сопоставимо с таковым в старых частях талломов. Концентрации Ni в молодых ветвях T2, T3 и T4 одинаковы и составляют в среднем 4.1 ± 0.3 мкг/г. Однако в старых частях значения больше и увеличиваются с возрастом: O2 = 6.2 ± 0.5, O3 = 7.1 ± 1.4, O4 = 8.4 ± 1.4. Концентрации Ni в ветвях с рецептакулами (R4) составляют 8.9 ± 1.7 мкг/г, то есть в 2 раза больше, чем в молодых ветвях без органов размножения. По Cd, Cu, Pb и Zn в растениях со ст. 1 не выявлено достоверной зависимости содержания элементов в талломах от возраста или функционального состояния [2].

Бурые водоросли *F. distichus*, собранные на ст. 2 (б. Рудная, "Ковш"), представлены возрастными группами G3 и G4. В целых талломах выявлены максимальные концентрации Zn, они увеличиваются с возрастом растений: G3 – 2077 ± 125, G4 – 2947 ± 414 мкг/г. Концентрации железа изменяются от 56.3 до 72.4 мкг/г в талломах G3 и от 42.4 до 117.3 в G4; марганца – от 92.1 до 126.6 и от 103.8 до 252.9, соответственно. При этом наблюдается рост содержания элементов с возрастом. Концентрации Ni сопоставимы со значениями по ст. 1. Возрастных различий в содержании Cd, Cu и Pb целыми талломами *F. distichus* со ст. 2 не выявлено.

Химический анализ отдельных фрагментов талломов выявил возрастные и функциональные особенности микроэлементного состава водорослей в условиях высокого загрязнения морской среды тяжелыми металлами. Если верхние вегетативные части *F. distichus* возрастных групп G3 и G4 содержали примерно одинаковое количество элементов, то в старых частях G4 их концентрации как правило были больше, чем у G3. Уровни содержания Ni в фукусах со ст. 2 существенно различались как между старыми и молодыми фрагментами талломов одной возрастной группы, так и между O3 и O4. Для Fe, Mn, Cu и Pb отмечена тенденция к увеличению концентраций металлов в старых частях (рис. 1). Сравнительный анализ концентраций элементов в фрагментах T4 и R4 показал, что ветви с рецептакулами содержат в 2 раза больше Mn, Zn, Ni и Cd, чем вегетативные молодые ветви.

В целых талломах *S. babingtonii*, собранных у м. Бринера бухты Рудной (ст. 3), различий в концентрациях металлов в возрастных группах P1 и P2 не выявлено. В целом, растения с

этой станции содержали больше Zn, Ni, Mn и Cu, чем в зал. Опричник (ст. 1) – в 6, 5, 3 и 2 раза, соответственно. По концентрациям Cd и Pb различия между станциями небольшие. Так, в б. Рудной концентрации кадмия в апикальных и базальных частях водорослей были в 1.5 раза больше, чем. в зал. Опричник. Содержание свинца в *S. babingtonii* со ст. 3 в 2 раза больше в ветвях с рецептакулами R2 старшей возрастной группы, по сравнению с аналогичными частями талломов водорослей со ст. 1.

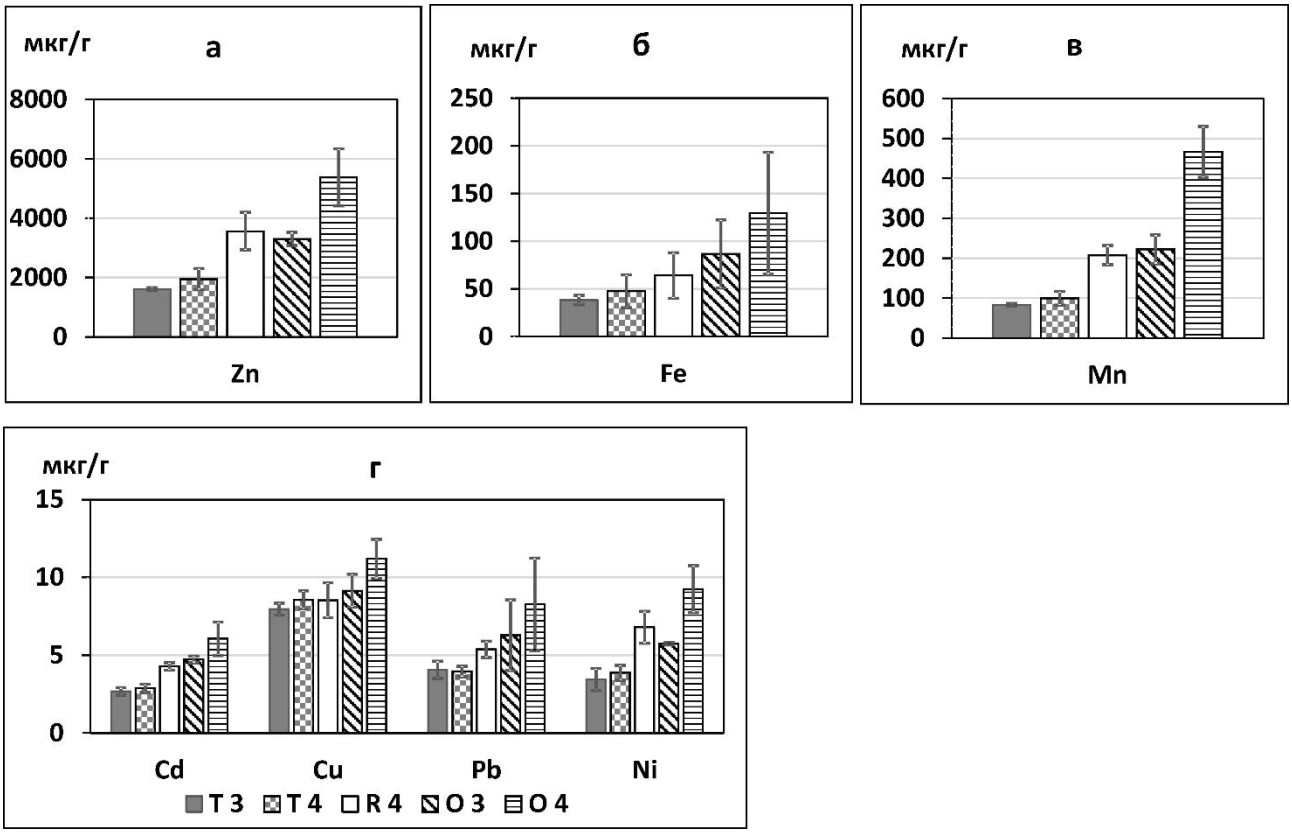


Рис. 1. Концентрации Zn (а), Fe (б), Mn (в), Cd, Cu, Pb и Ni (г) в разных фрагментах талломов *F. distichus* из б. Рудной (ст. 2). Столбики – средние значения, линии – стандартное отклонение. Усл. обозначения: T3, T4 – молодые вегетативные ветви возрастных групп G3, G4; R4 – верхние ветви с рецептакулами; O3, O4 – старые части талломов групп G3 и G4 [2].

Общий ряд убывания количества металлов в талломах сильвеции на ст. 3 следующий: Zn > Fe > Mn, Ni > Cu > Cd > Pb. Концентрации элементов в тканях *S. babingtonii* из б. Рудной в 2020 г. изменялись в диапазоне: Zn от 52.2 до 95.6, Fe от 14.2 до 46.1, Mn от 7.0 до 28.4, Ni от 3.7 до 15.8, Cu от 2.8 до 5.6, Cd от 0.61 до 1.40, Pb от 0.09 до 0.51 мкг/г сух. массы. В водорослях старшей возрастной группы P2 ветви с рецептакулами (R2) содержат более высокие концентрации Fe и Zn, чем молодые ветви (T1) младшей возрастной группы P1, не имеющие органов размножения: R2 – 28.2±9.6 и 75.9±12.2 мкг/г, T1 – 20.0±3.9 и 56.3±2.8 мкг/г, соответственно. Выявлены различия в содержании цинка и марганца между апикальными и базальными частями талломов *S. babingtonii*: в «старых» частях концентрации в 1.2–1.7 раза больше, чем в «молодых». По другим элементам различия в содержании между разными частями талломов не обнаружены.

Коэффициент опасности загрязнения водорослей металлами K_O рассчитывали на основе данных о концентрациях элементов только в молодых вегетативных ветвях фукусов. На ст. 2 значения K_O составили по цинку 29-36, по меди 3.8 – 4.1, по марганцу и кадмию 2.0 – 2.5, по железу и свинцу 1.2 – 1.5, по никелю 0.7 – 0.9. На ст. 3 превышение C_i над $C_{порог}$ было максимальным по Zn (3.1 – 3.2) и в меньшей степени по Mn и Cu (1.3 – 1.7). Для Fe, Ni, Pb и

Cd значения K_O для фукусов с м. Бринера не превышали 1. Сравнение данных о содержании металлов в *S. babingtonii* с этой же станции с фоновыми диапазонами, рассчитанными по фондовым данным за период с 1987 по 2008 гг. [5], показало, что концентрации Zn превышают фоновые значения в 2 раза. Следовательно, основным поллютантом морской среды в б. Рудной является цинк, другие металлы – Mn, Fe, Pb, Cu и Cd – являются сопутствующими загрязняющими веществами.

Данные долговременных наблюдений за уровнями содержания тяжелых металлов в макрофитах из б. Рудной свидетельствуют о том, что в последние десятилетия концентрации Pb в бурых водорослях значительно уменьшились. В 1970-е годы в *S. babingtonii* на ст. 3 концентрация свинца достигала 19 мкг/г сух. массы, в *F. distichus* – 13.8 мкг/г, но к 2020 г. снизилась до 0.3±0.1 и 3.4±0.3, соответственно (рис. 2), что связано, прежде всего, с прекращением работы свинцового плавильного завода на побережье б. Рудной. Однако загрязнение цинком в этом районе продолжает оставаться высоким; концентрации Zn в талломах сильвеции от года к году изменяются в диапазоне 78.7 – 217.4 мкг/г (рис. 2), в фукусах 171 – 506 мкг/г. Более того, по сравнению с 1970-ми гг., в 2020 г. концентрации Zn в *F. distichus* со ст. 2 (б. Рудная, «Ковш») стали даже выше. Так, в 1979 г. в целых талломах фукусов с южного бенча б. Рудной содержалось 915 мкг/г цинка; у м. Бринера - 230 мкг Zn/г сух. массы [4]. В 2020 г. целые растения возрастной группа G4 содержали цинка в 3 раза больше: 2946.6±413.9 мкг/г на ст. 2 и 796.6±99.7 мкг/г на ст. 3, что свидетельствует о высоком загрязнении б. Рудной. Очевидно, что источниками загрязнения являются цинковый концентрат, перегрузка которого осуществляется в гавани бухты, а также воды р. Рудной, дренирующей территорию горно-добывающих производств. Площадь территории рудников, отвалов (мест складирования горной породы с непромышленными концентрациями металлов) и хвостохранилищ (складов отходов после обогащения руд) в водосборном бассейне р. Рудной год от года увеличивается. В результате окисления рудных минералов (сульфидов) на этих объектах формируются кислые сульфатные воды и образуются растворимые соединения рудных элементов, которые вовлекаются в водную миграцию. Со стоком р. Рудной загрязняющие вещества поступают в море; наиболее интенсивно этот процесс идет в период прохождения тайфунов, характерных для июля и августа.

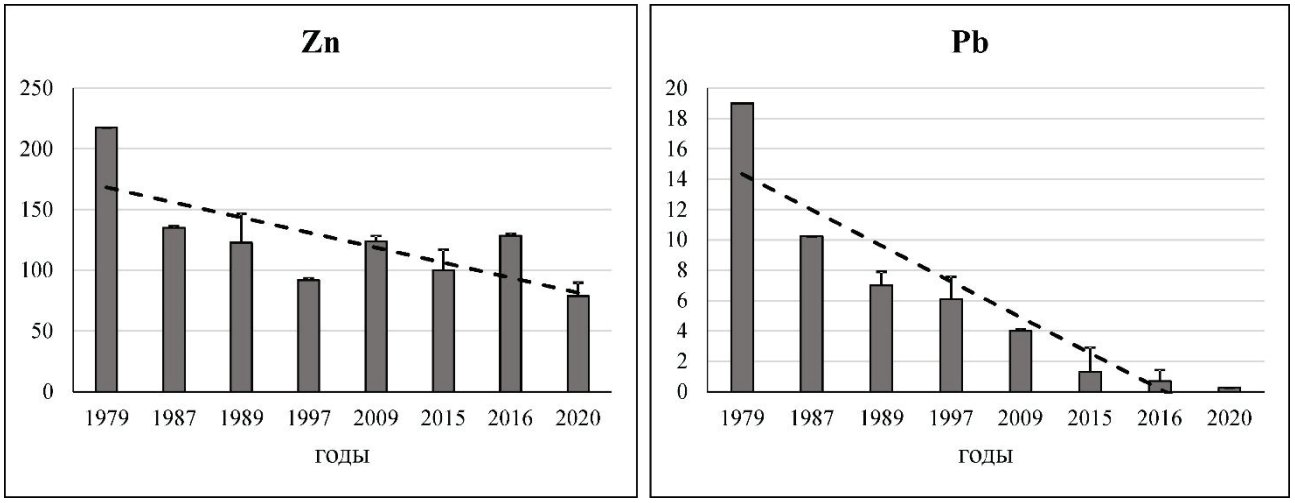


Рис. 2. Концентрации Zn и Pb в целых талломах *S. babingtonii* со ст. 3 (б. Рудная, м. Бринера) за период с 1979 по 2020 гг., мкг/г сух. массы, и линия тренда. Составлено по: [1, 4, 5] и данным автора.

Выводы

В ходе долговременного мониторинга с использованием бурых водорослей установлено, что в последние десятилетия после прекращения работы свинцового плавильного завода в пос. Рудная Пристань, в б. Рудной произошло значительное уменьшение загрязнения свинцом. Вместе с тем, загрязнение морской среды цинком продолжает оставаться высоким.

Выявлены особенности концентрирования металлов фукусовыми водорослями в зависимости от возраста анализируемых тканей. В фоновых условиях старые части растений содержат более высокие концентрации тяжелых металлов, чем молодые верхние ветви: для *F. distichus* это отмечено по Fe, Mn и Ni, для *S. babingtonii* – по Fe и Pb. В условиях загрязнения морской среды тяжелыми металлами с увеличением возраста талломов фукусов выявлено увеличение концентраций цинка; для Mn и Ni это отмечено на уровне тенденции. Кроме того, «старые» нижние части талломов двух исследованных видов бурых водорослей из б. Рудной содержат более высокие концентрации Zn и Mn, чем апикальные участки; для *F. distichus* различия в содержании элементов между частями таллома выявлены также по Fe, Ni и Cd.

Литература

1. Кобзарь А.Д., Христофорова Н.К. Мониторинг загрязнения бухты Рудной (Японское море) по содержанию тяжелых металлов в бурых водорослях // Биология моря. 2019. Т. 45. № 2. С. 133–140.
2. Коженкова С.И. Бурая водоросль *Fucus distichus* subsp. *evanescens* (C.Agardh) H.T.Powell как индикатор загрязнения морской среды тяжелыми металлами // Биология моря. – 2025. – № 3. – С. 160–174.
3. Коженкова С.И., Христофорова Н.К., Чернова Е.Н. Долговременный мониторинг загрязнения морских вод северного Приморья тяжелыми металлами с помощью бурых водорослей // Экология. – 2000. – № 3. – С. 233–237.
4. Христофорова Н.К. Биоиндикация и мониторинг загрязнения морских вод тяжелыми металлами. – Л.: Наука, 1989. – 192 с.
5. 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.
6. Чернова Е.Н., Коженкова С.И. Пространственная оценка загрязнения залива Петра Великого (Японское море) металлами с помощью бурой водоросли *Sargassum miyabei* // Океанология. – 2020. – Т. 60. – № 1. – С. 49–56.
7. Kachur A.N., Arzhanova V.S., Yelpatyevsky P.V., von Braun M.C., von Lindern I.H. Environmental conditions in the Rudnaya River watershed - a compilation of Soviet and post-Soviet era sampling around a lead smelter in the Russian Far East // Sci. Total Environ. – 2003. – Vol. 303 (1–2). – Pp. 171–185.
8. von Braun M.C., von Lindern I.H., Khristoforova N.K., Kachur A.H., Yelpatyevsky P.V., Elpatyevskaya V.P., Spalinger S.M. Environmental lead contamination in the Rudnaya Pristan - Dalnegorsk mining and smelter district, Russian Far East // Environ. Res. – 2002. – Vol. 88 (3). – Pp. 164–173.

УДК 528.8 DOI: 10.35735/9785605515623_137

МЕТОДЫ СЪЕМКИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО КАРБОНОВОГО ПОЛИГОНА И НОВЫЕ ВОЗМОЖОСТИ ОЦЕНКИ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА

Костык В.А.,
ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток
ФГАОУ ВО Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Аннотация. Карбоновые полигоны являются ключевыми исследовательскими площадками для развития технологий, способных влиять на климатические изменения. В процессах приятия решений на государственном уровне часто учитываются результаты исследований в подобных климатических проектах. Тихоокеанская Россия активно развивается, в том числе в направлении управления климатическими рисками. С 2022 года в Приморском крае функционирует Дальневосточный карбоновый полигон, который имеет несколько площадок, в этой работе рассмотрены две из них (б. Аякс, б. Киевка). Автор описывает ключевые направления по сканированию площадок полигона, приборную базу, возможности применения полученных результатов.

***Ключевые слова**: карбоновый полигон, сканирование местности, биомасса, запасы углерода, климатический проект, лидар, дистанционное зондирование земли, аэрофотосъемка*

METHODS OF REMOTE SENSING OF THE FAR EASTERN CARBON POLYGON AND NEW OPPORTUNITIES FOR ASSESSING CARBON RESERVES

Kostyk V.A.,
Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok
Far Eastern Federal University, Vladivostok

Annotation. Carbon polygons are key research sites for the development of technologies that can influence climate change. The results of research in such climate projects are often taken into account in decision-making processes at the state level. Pacific Russia is actively developing, including in the direction of climate risk management. Since 2022, the Far Eastern Carbon Polygon has been operating in Primorsky Krai, which has several sites, and this paper discusses two of them (b. Ajax, b. Kievka). The author describes the key areas for scanning the polygon sites, the instrument base, and the possibilities for using the obtained results

***Keywords:** carbon polygon, terrain scanning, biomass, carbon reserves, climate project, lidar, remote sensing of the earth, aerial photography*

Введение. Общеизвестно, что за прошедший век уровень выбросов углекислого газа значительно вырос, оказывая негативное воздействие на климат планеты и экологическое состояние окружающей среды [1]. Благодаря процессу фотосинтеза наземные экосистемы успешно снижают концентрацию CO_2 в атмосфере. Наибольшее значение среди природных резервуаров углерода имеет лесной массив, играющий ключевую роль в регулировании глобальных потоков углерода и смягчении последствий климатических изменений. Поэтому крайне важно оперативно и точно оценивать запасы углерода, что позволит принимать обоснованные решения по климатической повестке. Карбоновые полигоны [2] представляют собой площадки, предназначенные для тщательного исследования процессов газообмена и оценки возможностей экосистем поглощать и выделять парниковые газы. С 2022 года в Приморском крае функционирует один из девятнадцати полигонов - Дальневосточный

карбоновый полигон, который расположен на 4 площадках в бухтах Японского моря, производит комплексные исследования газообмена между морем, атмосферой, почвой, растительностью. Такие климатические проекты охватывают изучение отдельных элементов ландшафта, таких как почва, болотистые территории, водоемы и растительный покров, включая лесные массивы. На современном этапе развития исследователи используют широкий список приборов, которые помогаю комплексному изучению экосистем.

Методы и материалы. Активное применение методов съемки площадок началось в б. Киевка и б. Аякс. Впервые на карбоновых полигонах выполнено мобильное наземное лазерное сканирование (НЛС) с помощью LiGrip H300 [3]. Прибор представляет собой рюкзак с установленной антенной для ГНСС позиционирования и установкой для лазерного сканирования, в режиме реального времени отображающегося у оператора на пульте управления. Сканирование местности может производиться одним человеком с ограничением по времени, связанным с зарядом батареи. Оператор подбирает оптимальный маршрут для сканирования в зависимости от задач, степени знакомства с местностью и ограничений в рельефе. В результате съемки выгружается облако точек. Для обработки используется ПО Lidar360 [4].

Воздушное лазерное сканирование производится беспилотным летательным аппаратом DJI Matrice 300 RTK с полезной нагрузкой Zenmuse L1 [5]. Промышленный квадрокоптер способен выполнять съемку на высотах более 100 метров, лазерный сканер Zenmuse L1 во время полета фиксирует до трех эко-сигналов формируя плотное облако точек. Оператор заранее формирует полетное задание для получения корректного и равномерного облака точек каждого полигона. Обработка облаков точек происходит в ПО DJI Terra [6].

Мультиспектральная аэрофотосъемка выполняется беспилотным аппаратом DJI Mavic 3 Multispectral [7]. Миниатюрный квадрокоптер выполняет съемку преимущественно на высотах до 100 метров. Во время полета происходит процесс фотографирования местности обычной фотокамерой и модулем с отдельными спектрами. Оператор заранее формирует полетное задание согласно плану съемки, традиционно параметры продольного и поперечного перекрытия фотоснимков принимаются за 70% и 30% соответственно. В результате съемки получается набор фотоснимков. Фотограмметрическая обработка выполняется в ПО Agisoft Metashape [8]. Обобщение всех полученных результатов происходит в ПО QGIS [9].

Стоит отметить, что указанные виды работ являются существенным дополнением к общему перечню геохимических, гидрохимических, биологических, экологических, географических, аналитических работ. Новыми направлениями являются сканирование корней и картирование газов в приземной атмосфере.

Результаты и их обсуждение. В результате проведения разноплановых съемок на Дальневосточном карбоновом полигоне, с помощью описанных приборов и методов, получены цифровые материалы, используемые для задач количественной и качественной оценки объектов. Например, мультиспектральный ортофотоплан после классификации преобразуется в карту землепользования, в общем виде используется как подложка для нанесения слоев, в усложненной обработке способен отобразить индексы влажности или вегетации, а также определить породу дерева. Облако точек, полученное с наземного лазерного сканера, окрашивается в естественные цвета и без усложненной обработки представляет собой трехмерную модель отснятой территории. При глубокой обработке, в том числе методами машинного обучения, из облака можно получить количественную информацию о растительном покрове, наивысшее качество информации присваивается деревьям. Воздушное лазерное сканирование позволяет подробно оценить кроны деревьев и общий рельеф местности. При комбинации с наземным лазерным сканированием функционал облака точек расширяется. При общем рассмотрении полученных материалов исследователи наполняют полигоны по слоям: рельеф, низкая растительность (до 50 см), средняя

растительность (до 2 м), деревья (до 20 м), общий фотоплан местности с разрешением 2 см на пиксель. Отмечается высокая детальность воспроизведения структуры леса и морской травы.

Таким образом, полученные данные способны уточнять оценки биомассы в лесном покрове не только для отдельных участков леса, но и на уровне отдельных деревьев, что выводит исследования на новый уровень. Благодаря разработанным методиками пересчета биомассы в углерод оценка запасов углекислого газа в деревьях уточняет известные показатели. Главным преимуществом методов является их удаленное воздействие на предметы и получение исчерпывающей количественной информации о дереве, при сравнении с традиционным способом оценки биомассы по срубленному и взвешенному дереву.

Заключение

Дальневосточный карбоновый полигон является передовиком в сфере наземного и воздушного сканирования площадок. Использование нескольких типов воздушной съемки и наземного мобильного сканирования позволяет получать детальную информацию о объектах, влияющих на газообмен и уточнять имеющиеся справочные данные. Картографирование территории является важной стратегической задачей, с которой успешно справляются указанные методы. Перспективными направлениями являются: сканирование корней и картирование газов в приземной атмосфере. Именно комбинация различных методов съемки способны выявит либо визуализировать взаимосвязи между компонентами экосистем, которые влияют на эмиссию парниковых газов.

Благодарность. *Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект № FZNS-2026-0020 «Оценка ресурсного потенциала прибрежно-морских экосистем»*

Литература

1. R. Hember, W. Kurz, Low tree-growth elasticity of forest biomass indicated by an individual-based model. Forests 2018, 9, 21. https://doi.org/10.3390/f9010021.

2. Дальневосточный Карбоновый полигон. 2024. URL: https://carbon-polygons.ru/polygons/karbonovyij-poligon-v-primorskom-krae.

3. Green Valley International. LiGrip H300. Электронный ресурс. Режим доступа: https://www.greenvalleyintl.com/LiGripH300 (дата обращения: 01.02.2026).

4. Green Valley International. LiDAR360. Электронный ресурс. Режим доступа: https://www.greenvalleyintl.com/LiDAR360 (дата обращения: 01.02.2026).

5. DJI. Zenmuse L1. Электронный ресурс. Режим доступа: https://www.dji.com/ru/support/product/zenmuse-l1 (дата обращения: 01.02.2026).

6. DJI Enterprise. DJI Terra. Электронный ресурс. Режим доступа: https://enterprise.dji.com/ru/dji-terra (дата обращения: 01.02.2026).

7. DJI Russia. Mavic 3 Multispectral. Электронный ресурс. Режим доступа: https://djirussia.ru/mavic-3_multispectral?ysclid=mm5tagj1tx710296434 (дата обращения: 01.01.2025).

8. Agisoft. Сайт компании Agisoft. Электронный ресурс. Режим доступа: https://www.agisoft.com/ru (дата обращения: 01.02.2026).

9. QGIS. Официальный веб-сайт QGIS. Электронный ресурс. Режим доступа: https://qgis.org (дата обращения: 01.02.2026).

УДК 504.06 (571.53)
DOI: 10.35735/9785605515623_140

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАЛЫХ РЕК ВЕРХНЕГО ПРИАНГАРЬЯ (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ИДЫ)

Костюкова М.С.,
Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН,
Россия, 664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1. E-mail: m_s_yanchuk@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты исследования современного геоэкологического состояния реки Иды, относящейся к малым водоемам Верхнего Приангарья. Установлено, что на экологическое состояние реки значительно влияет деятельность многочисленных населённых пунктов, расположенных на её берегах. В рамках исследования были выполнены анализы воды реки Иды на содержание сульфат- и хлорид-ионов, растворенного кислорода, азотсодержащих соединений и нефтепродуктов. Были зафиксированы превышения санитарных норм по уровню азотсодержащих веществ и фосфатов. Также, на определенных участках исследуемой реки были установлены повышенные концентрации сульфат-ионов, вероятнее всего, это связано с особенностями подстилающих пород.

Ключевые слова: *малые реки, река Ида, Верхнее Приангарье, качество поверхностной воды, экологическое состояние реки*

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATUS OF SMALL RIVERS OF THE UPPER ANGARA REGION (USING THE EXAMPLE OF THE IDA RIVER)

Kostukova M.S.
V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS Ulan Batorskaya str., 1, Russia, 664033, Irkutsk
E-mail: m_s_yanchuk@mail.ru

Abstract. The results of a study of the current geoecological status of the Ida River, a small body of water in the Upper Angara region, are presented. It has been established that the river's ecological status is significantly affected by the activities of numerous settlements located along its banks. As part of the study, the Ida River's water was analyzed for sulfate and chloride ions, dissolved oxygen, nitrogen-containing compounds, and petroleum products. Levels of nitrogen-containing substances and phosphates exceeded sanitary standards. Elevated sulfate ion concentrations were also detected in certain sections of the river, most likely due to the underlying rock characteristics.

Keywords: *small rivers, Ida River, Upper Angara region, surface water quality, river ecological status*

Введение. Малые реки выполняют значительную природоохранную и экологическую функцию, как важный компонент природных систем. Они являются начальным звеном речной сети, и изменения в качестве их воды или режиме, отражаются на всех связанных участках гидрографической цепи. Эти водные объекты очень чувствительны к антропогенной нагрузке, а состояние их экологического благополучия зачастую служит индикатором общего состояния окружающего ландшафта.

Сток Иды формируется в лесостепной, малоувлажненной зона. Река относится к малым притокам Боханского района, специализацией которого является сельское хозяйство. Антропогенное воздействие на Иду, обусловлено эксплуатацией коммунально-бытовой инфраструктуры множества населённых пунктов, расположенных вдоль её берегов. В связи с увеличением техногенной нагрузки на территорию Верхнего Приангарья, в частности на Боханский район и р. Иду, становится актуальной необходимость мониторинга экологического состояния малого притока.

Проблема экологического состояния малых водотоков является актуальной темой, рассматриваемой в работах Нечаевой и др. [3;5;7;8; 10].

Материалы и методы. Река Ида правый приток Ангары, протекает по территории Боханского района (рис.1), климат данной местности резко континентальный, с продолжительной холодной зимой и относительно коротким жарким летом. Годовая сумма осадков составляет 350-400 мм. Для района, где протекает исследуемая река, характерны засушливые явления, наступающие в весенне-летний период и позднее - весенние и ране - осенние заморозки [2].

Рис. 1- Карта-схема района исследования

Длина реки составляет – 153 км, площадь бассейна – 2 610 км². Рассматриваемая территория входит в состав Ангаро-Ленского артезианского бассейна. Основными водоносными комплексами этого бассейна являются: средне-верхнекембрийских отложениями (верхнеленская свита), также водоносными комплексами нижне-юрских (заларинская свита), нижне-среднеюрских отложений (черемховская свита) и нижне-среднекембрийскими отложениями, представляющими собой доломиты, известняки закарстованные [6].

Отбор проб воды в р.Иды был осуществлен во второй декаде октября 2016-2020 гг., в 13 точках. Вода отбиралась в соответствии с ГОСТ 17.1.5.05-85, ГОСТ 17.1.5.01-80 и ГОСТ 17.4.3.01-83, согласно розе ветров, с учётом доминирующих направлений ветра (западное и северо-западное), источников поступления атмосферных загрязнителей от крупных промышленных центров, в черте близ расположенных поселений.

Химические анализы отобранных образцов были проведены в лаборатории геохимии ландшафтов и географии почв Института Географии им. В.Б.Сочавы СО РАН, а также в химико-аналитическом центре института, согласно аттестованным методикам с применением стандартных образцов сравнения и проведением внутреннего контроля [9].

Для оценки экологического состояния реки Иды были определены следующие показатели:

- показатель pH;
- содержание основных ионов: Cl^-, SO_4^{2-}, HCO_3^-, Na^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, K^+;
- растворенный кислород;
- содержание биогенных веществ и нефтепродуктов.

В качестве критериев оценки уровня загрязнения использовались ПДК для водоемов рыбохозяйственного и хозяйствено-питьевого назначения, территориальные фоновые значения загрязняющих веществ

Результаты и их обсуждение. *Водородный показатель.* Значения pH Иды обнаружены на уровне допустимых для водоемов культурно-бытового и хозяйственного-питьевого назначения и изменяются в пределах от 7,3 до 8,1 (ГН 2.1.5.689-98). Воды реки относятся к слабощелочным. Стоит отметить, что на подщелачивание водоемов влияют некоторые антропогенные факторы: так, происходит накопление в почвенных горизонтах золы и шлаков,

получаемых в результате сжигания угля, впоследствии эти вещества поступают на рассматриваемую территорию, где протекает Ида, вместе с выбросами Иркутско-Черемховского промышленного узла. К природному фактору, влияющему на щелочную реакцию вод, относится их нахождение в лесостепных и степных ландшафтах, где подстилающими породами являются известняки и доломиты [40].

Минерализация и ионный состав. Химический состав р. Иды формируется среди верхнечетвертичных и современных аллювиальных отложениях. По гидрогеологическому районированию Ида относится к Восточно-Сибирской артезианской области. Согласно ГОСТ 17403–72, по степени минерализации, воды реки пресные, с минерализацией до 1000 мг/дм^3. Сумма ионов в воде р. Иды изменяется в широком диапазоне на всем ее протяжении. Наименьшая сумма ионов зафиксирована на участке р.Иды от д.Вершины (340 мг/дм^3) до с.Укыр (790 мг/дм^3). По мере приближения к п.Бохан минерализация реки возрастает и варьируется в пределах 540-1200 мг/дм^3. В месте впадения в р. Ангару минерализация Иды не превышает 130 мг/дм^3.

Воды р. Иды на участке от места впадения реки в Ангару, до заимок Пашкова, относятся к гидрокарбонатно-кальциевым. На долю HCO_3^- приходится 77 % экв.. На участке реки от д.Заглик до д.Вершина в ионном составе Иды преобладают сульфаты - более 52 % экв. (рис.2), что не свойственно для водоемов Верхнего Приангарья, с преобладающими гидрокарбонатно-кальциевыми ионами.

В водах р.Иды, за все годы исследований, отмечается высокое содержание сульфат-ионов, на некоторых участках реки достигающее 600 мг/дм^3, что многократно превышает установленные санитарно-гигиенические нормативы. Вероятно, такие особенности ионного состава воды р. Иды связаны с дренированием сильно загипсованных верхнекембрийских отложений. В бассейне Иды интенсивно протекают карстовые процессы [1].

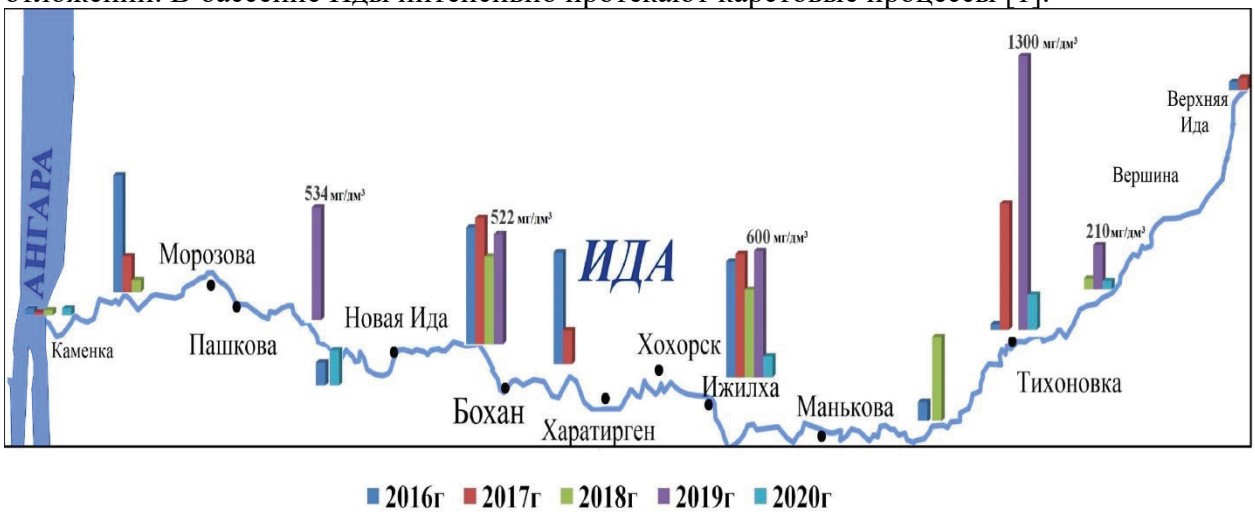


Рис. 2- Карта-схема пространственного распределения SO_4^{2-} в водах р. Иды, 2016-2020 гг., мг/дм^3

Растворенный кислород. В р. Ида, за годы исследования, концентрации растворенного кислорода варьировались от 12,3 до 29,6 мг/дм^3. Процент насыщения изменялся от 109 до 216 %.

Рост концентраций кислорода в реке наблюдается в осенний период, по причине снижения температуры воды и повышения растворимости кислорода.

Биогенные вещества и нефтепродукты. В воде р.Иды определялось присутствие соединений азота (азот аммонийный, азот нитратный, азот нитритный) и фосфатов. За годы исследования, в воде Иды были отмечены превышения ПДК рыбохозяйственного по содержанию нитритов и фосфатов, вблизи населенных пунктов (Бохан, Ижилха, Укыр). Так в осенний период 2015-2017 гг. ПДК рыб.хоз. по концентрациям NO_2 было превышено от 1,12

до 2,6 раз. Повышенные значения по фосфат-ионам наблюдались осенью 2017 года (превышение ПДК рыб. хоз. в 5,5-12,7 раз), обычно данные вещества присутствуют в водоемах в небольших количествах. Вероятно, нагрузку в виде нитритов и фосфатов, на реку оказывают сточные воды поселков, расположенных вдоль ее берегов.

Для оценки качества воды р. Иды были также определены концентрации нефтепродуктов. В водоемах нефтепродукты могут находится в растворенном виде; образовывать тонкую пленку на поверхности воды, а также аккумулироваться в донных отложениях.

Полученные данные сравнивались с установленными нормативами для водоемов рыбохозяйственного назначения (0,05 мг/дм^3) и культурно-питьевого использования (0,01 мг/дм^3). В пробах воды р. Иды, отобранных вблизи населенных пунктов, концентрации нефтепродуктов не превышают установленные санитарные нормы, среднее содержание нефтепродуктов в осенний период составляло 0,003-0,010 мг/дм^3. Повышенное содержание зафиксировано в пробе воды, отобранной вблизи д. Морозова в 2018 г. (0,024 мг/дм^3). Наиболее высокие концентрации нефтепродуктов были установлены осенью 2017 г. в пробе воды р.Иды отобранной в окрестностях с. Укыр, они составляли 0,034 мг/дм^3, в 2018 г. содержание нефтепродуктов в данной точке снизилось до 0,009 мг/дм^3 и в другие годы исследования не повышалось.

Заключение

На основе данных исследования, проведенного в осенний период 2016-2020 гг., были сделаны следующие выводы об экологическом состоянии малого водотока — реки Иды:

- реакция воды в реке слабощелочная и соответствует санитарным нормам;
- по степени минерализации р. Ида относится к пресным рекам с минерализацией до 1000 мг/дм^3;
- в районе от места впадения реки в Ангару до заимок Пашкова вода является гидрокарбонатно-кальциевой, однако на участке от д. Заглик до д. Вершина преобладают ионы SO_4^{2-}. Эти особенности ионного состава связаны с породами, залегающими на дне. В целом река Ида относится к сульфатному классу с преобладанием кальциевых солей;
- уровень насыщения воды растворенным кислородом достаточно высок и превышает действующие нормы, что может негативно влиять на водные организмы;
- в отдельные годы выявлялись превышения предельно допустимых концентраций по нитритам и фосфатам, что, вероятно, связано с поступлением этих веществ из населённых пунктов, расположенных вдоль берегов реки.
- концентраций нефтепродуктов, превышающих санитарные нормы, в воде р. Иды не были установлены.

В целом, качество воды малой реки Иды, по изученным показателям, соответствует установленным нормативам для водных объектов, используемых в хозяйственно-бытовых и культурно-питьевых целях.

Благодарность. *Работа выполнена за счет средств государственного задания Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН (FWEM-2026-0002)*

Литература

1. Бочкарев П.Ф. Гидрохимия рек Восточной Сибири. — Иркутск: Восточно-Сибирское книжное издательство, 1959. — 156с.
2. Боханский район. [Электронный источник].-URL: http://www.pribaikal.ru/bohanskij.html. (дата обращения 01.02.2026)

3. Власова Н.В., Воробьева И.Б., Белозерцева И.А. Современное состояние поверхностных вод и почв Верхнего Приангарья // География и природные ресурсы. — 2024. — Т. 45. — № S5. — С. 78-85.

4. Гребенщикова В.И., Лустенберг Э.Е., Китаев Н.А., Ломоносов И.С. Геохимия окружающей среды Прибайкалья. Байкальский геоэкологический полигон. — Новосибирск: Акад. изд-во "Гео", 2008. — 234 с.

5. Загорулько Н.А. Особенности основного ионного состава поверхностных вод бассейна реку Куда // Вести ИрГТУ. — 2014. — №2 (85). — С. 61-67

6. Карта гидрогеологического районирования Иркутской области 1:5 000 000, Ткачук, 1965.

7. Кононов В.И. Особенности формирования качества воды малых рек Восточного Забайкалья // Экология человека. — 2007. — № 9. — С. 7-11.

8. Нечаева Е.Г., Снытко В.А., Напрасникова Е.В., Коновалова Т.И., Власова Н.В. Индикационная роль долинных геосистем в ландшафтно-геохимической оценке Верхнего Приангарья // Изв. РАН. Сер. геогр. — 2010. — № 2. — С. 90-99.

9. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А.Д. Семенова. — Л.: Гидрометеоиздат, 1977. — 541 с.

10. Тупицына Н.Б. Методика выполнения общественного экологичексого мониторинга малых рек с применением Гис-технологий // Итоги научных исследований ученых МГУ имени А.А. Кулешова 2018 г. — Могилев: Изд-во: Могилевский государственный универсистет им. А.А. Кулешова. 2019. — С.- 116-118.

УДК 631.47(571.63)
DOI: 10.35735/9785605515623_145

НЕОДНОРОДНОСТЬ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА УЧАСТКЕ СОЛОНЦА ГОРБАЧЕВА В БАССЕЙНЕ РЕКИ МАКСИМОВКИ (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)

Р.А. Макаревич [1], К.Ю. Базаров [1], А.А. Слепушкина [2]
[1]ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток
[2]Томский политехнический университет, г. Томск

Аннотация. Исследовано состояние почвенного покрова на участке, включающем зверовый солонец. Почвы формируются в условиях горно-таежных ландшафтов, представленных среднегорными массивными и расчлененными территориями, на щебнисто-глинистых продуктах выветривания верхнемеловых вулканогенных эффузивов кислого состава. Обследованный участок расположен на крутом склоне южной экспозиции в диапазоне абсолютных высот 858-871 м с мозаично распределенными группировками хвойных и мелколиственных лесных сообществ. Почвенный покров представлен тремя типами и пятью подтипами почв отдела железисто-метаморфических. Выявленная неоднородность почвенного покрова на обследованном участке определяется, главным образом, микрорельефом и климатическими особенностями.

Ключевые слова: *зверовый солонец, почвы, неоднородность почвенного покрова, рельеф, атмосферные осадки*

HETEROGENEITY OF THE SOIL COVER AT THE SITE OF THE GORBACHEV SALONETZ IN THE MAKSIMOVKA RIVER BASIN (PRIMORSKII TERRITORY)

R.A. Makarevich [1], K.Yu. Bazarov [1], A. A. Slepushkina [2]
[1]Pacific Geographical Institute Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok
[2]Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Annotation. The soil cover of a site encompassing a wild solonetz was studied. The soils are formed in mountain-taiga landscapes, characterized by mid-mountain massive and dissected areas, on rubble-clayey weathering products of Upper Cretaceous volcanic effusive rocks of acidic composition. The surveyed area is located on a steep slope with southern exposure in the range of absolute altitudes of 858-871 m with mosaic-distributed groups of coniferous and small-leaved forest communities. Three soil types and five subtypes of the ferruginous-metamorphic soil class represent the soil cover. Mainly the microrelief and climatic features determine the revealed heterogeneity of the soil cover in the surveyed area.

Keywords*: wild solonetz, soils, heterogeneity of soil cover, relief, precipitation*

Введение. Территория Приморского края более, чем на 70 % представлена горным рельефом. И если площади низкогорий и мелкосопочника в большинстве случаев освоены, а почвы их достаточно хорошо изучены, то исследования на высоких гипсометрических уровнях единичны. Причина малочисленности работ связана с труднодоступностью этих районов. Многолетнее обстоятельное изучение геосистем высотной поясности Сихотэ-Алиня было выполнено Елпатьевским П.В. и Аржановой В.С. [1]. Данная работа является результатом полевых маршрутов к месту распространения зверового солонца Горбачева в верховьях бассейна р. Максимовки в 2025 г. В ее задачу входило выявление неоднородности почвенного покрова на включающем солонец участке.

Материалы и методы. Поставленная задача решалась полевыми наблюдениями с отбором и морфологическим описанием поверхностных образцов почв и использованием литературных, справочных и картографических материалов.

Результаты и их обсуждение. Район исследования расположен в западной части Тернейского муниципального округа. Солонец локализован в приводораздельной части основного хребта Восточного Сихотэ-Алиня, в верховьях р. Лев. Лосевки (притока р. Лосевки - левобережного притока р. Максимовки, впадающей в Японское море). Согласно физико-географическому районированию Дальнего Востока [5] обследованная территория относится к Сихотэ-Алинской провинции одноименной горной страны. Почвенный покров формируется в условиях горно-таежных ландшафтов, представленных среднегорными массивными и расчлененными территориями с южнотаежными группировками хвойных лесов, с преобладанием ели аянской и пихты белокорой. Почвы формируются на продуктах выветривания верхнемеловых вулканогенных эффузивов кислого состава [2]. Процесс почвообразования сопровождается интенсивным проявлением физического и химического выветривания, активным перераспределением мелкозема в процессе нивации и солифлюкции, транзитом склонового материала. Согласно региональной классификации [3, 4], на данной территории распространены горные буро-таежные иллювиально-гумусовые, неоподзоленные и оподзоленные почвы с довольно разнообразным морфологическим строением профиля. В более детальной современной классификации почв России [6] по строению профиля здесь выделяются три типа, относящиеся к отделу железисто-метаморфических почв. По международной классификации [7] данные почвы соответствуют типу Cambisols Dystric.

Включающий солонец Горбачева обследованный участок площадью 0,42 га (по периметру точек отбора проб) расположен на склоне южной экспозиции крутизной 16° (при варьировании крутизны на различных сегментах склона от 14 до 19°), в интервале абсолютных высот 858-871 м. Древесная растительность покрывает участок полностью и представлена мозаично распределенными группировками хвойных (ель аянская, пихта белокорая) и мелколиственных (с березой желтой в доминанте) видов (рис., табл.). Почвы формируются на рыхлом щебнисто-глинистом склоновом чехле, состоящем из продуктов выветривания преимущественно туфолавов кварцевых порфиров [2]. Аналогичным вещественным составом характеризуется и толща солонца. (Рис. 1).

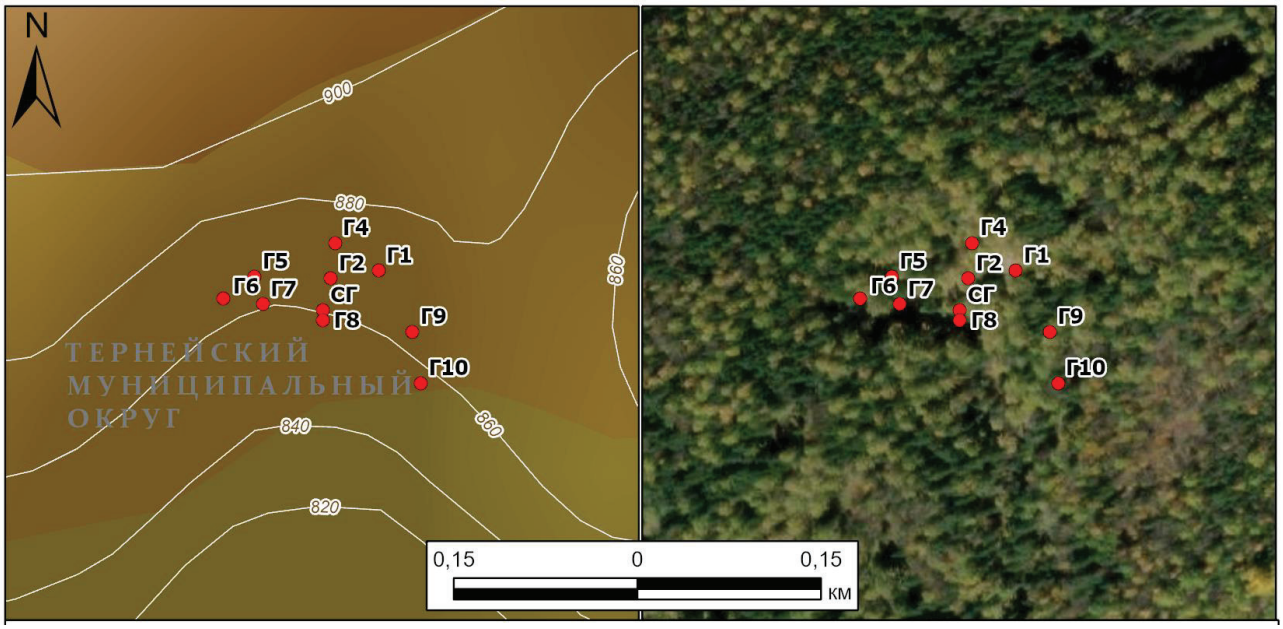


Рис. 1. Расположение точек отбора почвенных образцов на обследованном участке: на топооснове (ЦМР) – слева; на космоснимке - справа.

Почвенный покров участка представлен сочетанием почв, принадлежащих трем генетическим типам: ржавоземы, ржавоземы грубогумусовые и органо-ржавоземы, со строением профилей AY-BFM-C, AO-BFM-C и O-BFM-C, соответственно. В ходе маршрутных наблюдений было обнаружено, что классификационная неоднородность почвенного покрова определяется различиями в развитии и строении верхних горизонтов почв, поэтому в данной работе приводим характеристики морфологических признаков только этих горизонтов. (табл. 1).

Таблица 1

Географические характеристики точек отбора проб и классификационная принадлежность почв

Точки отбора	Координаты точек отбора, град.		Высота над у.м., м	Экспозиция склона	Крутизна склона, град.	Индекс верхнего горизонта почвы	Подтип почвы по Классификации и диагностике почв России, 2004
	с. ш.	в. д.					
Солонец Горбачева (СГ)							
Г1	46,30011	137,47055	860	Ю	18	BFMg	Органо-ржавоземы глееватые
Г2	46,30031	137,47096	870	Ю	16	BFMhi	Органо-ржавоземы иллювиально-гумусированные
Г4	46,30027	137,47061	865	Ю	16	AO	Ржавоземы грубогумусовые типичные
Г5	46,30045	137,47064	871	Ю	19	BFMg	Органо-ржавоземы глееватые
Г6	46,30028	137,47005	866	Ю	17	BFMhi	Органо-ржавоземы иллювиально-гумусированные
Г7	46,30017	137,46982	863	Ю	14	AY	Ржавоземы типичные
Г8	46,30014	137,47011	860	Ю	15	BFMhi	Органо-ржавоземы иллювиально-гумусированные
Г9	46,30006	137,47055	860	Ю	16	AYe	Ржавоземы оподзоленные
Г10	46,30000	137,47121	864	Ю	17	AY	Ржавоземы типичные

В типе ржавоземов выделены два подтипа: ржавоземы типичные (AY-BFM-C) и ржавоземы оподзоленные ((AYe-BFM-C). Ржавоземы типичные (т. Г7 – в хвойном лесу, т. Г10 – в мелколиственном лесу) имеют гумусовый горизонт буровато-темно-серого цвета, легкосуглинистый мехсостав, комковато-мелкокомковатую структуру, немного корней, включают остроугранный щебень до 4 см по длинной оси, покрытый сплошными маломощными иловато-пылеватыми кутанами.

В ржавоземах оподзоленных (т. Г9 – в мелколиственном лесу) осветленный горизонт AYe расположен сразу под слоем подстилки, окрашен неоднородно в серые и белесо-серые тона, среднесуглинистый, комковато-мелкокомковатый. Редко внутри структурных агрегатов отмечаются стяжения окислов железа. Корней немного. Щебень отсутствует.

Тип ржавоземов грубогумусовых представлен только одним подтипом - ржавоземов грубогумусовых типичных (AO-BFM-C) в точке отбора Г4 под пологом смешанного хвойно-мелколиственного леса. Поверхностный горизонт буровато-серый, легкосуглинистый, крупнокомковато-порошистый, включает живые и отмершие тонкие корни, и заметное количество мелких органических остатков (древесины, коры, веточек, листьев, хвои) различной степени разложенности. Щебень горных пород отсутствует.

В типе органо-ржавоземов выделены два подтипа: органо-ржавоземы иллювиально-гумусированные (O-BFMhi-BFM-C), вскрытые в точках отбора Г2 (в мелколиственном лесу), Г6 (в хвойном лесу) и Г8 (в хвойном лесу), для которых характерно залегание под слоем лесной подстилки железисто-метаморфического горизонта с выраженными в разной степени признаками иллювиирования органического вещества, что определяет окраску горизонта, и органо-ржавоземы глееватые (O-BFMg-C) в точках Г1 (в мелколиственном лесу) и Г5 (в хвойном лесу).

Органо-ржавоземы иллювиально-гумусированные характеризуются варьированием цвета горизонта BFMhi от коричнево-бурого до буровато-серого, глинистым или тяжелосуглинистым мехсоставом, глыбисто-комковато-мелкокомковатой структурой, незначительным количеством тонких корней, включением различного количества мелкого острогранного щебня в сплошных иловато-пылеватых кутанах.

Органо-ржавоземы глееватые имеют расположенный под подстилкой глинистый неоднородно окрашенный горизонт BFMg, в котором на общем сизо-сером фоне мозаично распределены желто-бурые стяжения окислов железа и черные примазки по ходам отмерших корней. Структура представлена крупными произвольной формы глыбами, разламывающиеся на более мелкие отдельности вплоть до мелких комочков. Присутствуют тонкие корни. Включен мелкий острогранный щебень в сплошных кутанах.

Таким образом выявлено, что на небольшом по площади обследованном участке развиты почвы, относящиеся к трем генетическим типам и пяти подтипам. Эта пестрота (неоднородность) почвенного покрова может быть связана с различиями в локальных проявлениях факторов почвообразования. Почвообразующие породы как один из факторов не могут определять типовые различия почв, поскольку все почвы формируются на идентичных породах. Пестрота почв на участке не связана также и с типом растительности: одни и те же почвенные разности присутствуют как в хвойных, так и в лиственных сообществах. В горных ландшафтах важная роль в формировании почв принадлежит рельефу. Почвы обследованного участка развиваются на ровном наклонном склоне и профиль их формируется в соответствии с динамикой склонового чехла в целом. Выявленная неоднородность почвенного покрова на участке связана с микрорельефом. В понижениях и ложбинках, где происходит аккумуляция органики, формируются типы почв с наличием гумусовых горизонтов. На гребневидных повышениях на поверхность выходят метаморфические горизонты. Однако эта картина осложняется климатическим фактором, главным образом характером и обилием осадков. По данным метеостанции в п. Агзу, расположенной в северной части Тернейского муниципального округа на восточном отроге хребта Сихотэ-Алиня на высоте 166 м над у. м. [8], среднегодовое количество осадков составляет 633 мм. Муссонным типом климата региона определяется неравномерное их распределение между холодным и теплым периодами года. Более 83 % от суммы осадков выпадает в жидком виде и из них 60 % приходится на июль-сентябрь, период выхода тайфунов с продолжительными ливнями. На склонах гор в такие периоды развивается плоскостная эрозия и происходит неравномерное разрушение поверхностных горизонтов почв в местах с отсутствием или недостаточно развитым защитным травяным покровом. Твердые осадки в виде снега составляют менее 17 % от годовой суммы осадков. Снежный покров устанавливается с 1-й декады ноября и сохраняется до 2-й декады апреля. Запас воды в снежном покрове к началу его схода варьирует в разные годы от 87 до 129 мм. Снеготаяние на склонах сопровождается проявлениями солифлюкционных процессов, когда верхние слои почв насыщаясь влагой от тающего снега, становятся вязкопластичными и начинают двигаться по еще не оттаявшей скользкой поверхности мерзлого подстилающего слоя. И как следствие – увеличение неоднородности почвенного покрова в результате деформации и эрозии поверхностного горизонта почв и образование новых форм микрорельефа, также усиливающих эту неоднородность.

Заключение

Почвенный покров обследованного участка представлен тремя генетическими типами из отдела железисто-метаморфических почв: ржавоземы, ржавоземы грубогумусовые и органо-ржавоземы. В типе ржавоземы выделены подтипы: ржавоземы типичные и ржавоземы оподзоленные. Тип ржавоземов грубогумусовых представлен только одним подтипом - ржавоземов грубогумусовых типичных. В типе органо-ржавоземов выделены два подтипа: органо-ржавоземы иллювиально-гумусированные и органо-ржавоземы глееватые. Такая неоднородность почвенного покрова на обследованном участке обусловлена микрорельефом и характером атмосферных осадков.

Благодарность. *Авторы выражают благодарность д.б.н. Барановской Н.В. и д.б.н. Середкину И.В. за содействие в осуществлении данного исследования.*

Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки РФ № 125021302113-3.

Литература

1. Аржанова В.С., Елпатьевский П.В. Геохимия, функционирование и динамика горных геосистем Сихотэ-Алиня (юг Дальнего Востока России). – Владивосток: Дальнаука. 2005. – 253 с.

2. Геологическая карта СССР. М 1:200000. Серия Сихотэ-Алинская. Лист L-53-XVIII, L-54-XIII. 1961.

3. Иванов Г.И. Почвообразование на юге Дальнего Востока. – М.: Наука, 1976. – 200 с.

4. Иванов Г.И. Почвенная карта Приморского края. Масштаб 1:500000. Хабаровск: ГУГК № 2, 1983.

5. Ивашинников Ю.К. Физическая география Дальнего Востока России. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та. 1999. – 324 с.

6. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.

7. Мировая реферативная база почвенных ресурсов. Международная система почвенной классификации для диагностики почв и составления легенд почвенных карт: пер. с англ. Софии Фортовой. Науч. ред. пер. М.И. Герасимовой, П.В. Красильникова. – 4-е издание. Международный союз наук о почве, Москва, 2024. – Москва: МАКС Пресс, 2024. – 248 с.

8. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3, многолетние данные. Части 1-6. Выпуск 26. Приморский край. – Л.: Гидрометеоиздат, 1988. – 416 с.

УДК 551.89 DOI: 10.35735/9785605515623_150

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ СИТУАЦИИ В ЮЖНОЙ ТАЙГЕ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ В ГОЛОЦЕНЕ

Подобуева О.В., Гренадерова А.В.,
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Аннотация. Палеоантракологический анализ торфяных отложений болота Большое Сполошинское (Красноярский край, южная тайга) позволил реконструировать 7000-летнюю историю пирогенной динамики геосистем. Выделены периоды повышенной пожарной активности: 7000–6600, 5500–5000, 4100–3000, 2200–1200 кал. л. н. и последние 700 лет, отражающие смену климатических режимов и возрастающую роль антропогенного фактора.

***Ключевые слова**: болотные геосистемы, палеопожары, голоцен, южная тайга Красноярского края*

A RETROSPECTIVE ANALYSIS OF THE FIRE SITUATION IN THE SOUTHERN TAIGA OF THE KRASNOYARSK TERRITORY IN THE HOLOCENE

Podobueva O.V., Grenaderova A.V.,
Siberian Federal University, Krasnoyarsk

Absrtact. Paleoantracological analysis of peat deposits in the Bolshoe Sploshinskoe swamp (Krasnoyarsk Territory, southern taiga) has made it possible to reconstruct the 7,000-year history of pyrogenic dynamics of geosystems. Periods of increased fire activity are identified: 7000-6600, 5500-5000, 4100-3000, 2200-1200 cal. l. n. and the last 700 years, reflecting the change of climatic regimes and the increasing role of anthropogenic factors. Keywords: swamp geosystems, paleofires, Holocene, southern taiga of the Krasnoyarsk Territory.

***Keywords**: swamp geosystems, paleofires, Holocene, southern taiga of the Krasnoyarsk Territory*

Введение. Болотные геосистемы служат естественными летописями, фиксирующими изменения окружающей среды. Высокая степень сохранности органического материала в торфяной залежи (от спор и пыльцы до крупных растительных фрагментов) обеспечивает детальную информацию о сукцессиях растительности. Дополнительным индикатором служит присутствие в профиле торфа макроскопических углей, анализ которых дает возможность реконструировать историю природных пожаров. Учитывая значимость пожаров для развития ландшафтов [5], комплексный анализ этих отложений позволяет создать целостную картину динамики природных процессов в голоцене.

Материалы и методы. Объектом исследования является болото Большое Сполошинское — один из крупнейших торфяников Казачинского района. Оно расположено в южнотаежной подзоне Красноярского края, к юго-востоку от села Казачинское, на правобережье Енисея. Болото приурочено к поверхности 10-12-метровой террасы, сформировавшейся в результате зарастания пойменных озер притоков Енисея – рек Малая Сполошная, Большая Сполошная и Ягодкина. В ходе полевых работ торфяным буром были отобраны две колонки: «БС-1» мощностью 3,25 м (ближе к южной периферии) и «БС-2» мощностью 2,90 м (в центральной части болота).

Пробоподготовка для палеоантракологического анализа выполнялась по стандартной методике [11], включающей обработку образцов раствором пирофосфата натрия и перекисью водорода. Подсчет макрочастиц угля производился под бинокулярным микроскопом при 20-

кратном увеличении. Обработка полученных данных осуществлялась в программном пакете Tapas [10], разработанном в среде R как развитие программы CharAnalysis. Данный инструментарий позволил рассчитать скорость аккумуляции угольных частиц, определить межпожарные интервалы и реконструировать локальные эпизоды пожаров на основе анализа возраста торфяных отложений и концентрации в них макроуглей.

Результаты и их обсуждение. Анализ палеоантракологических данных позволил реконструировать основные этапы пирогенной динамики исследуемой территории. Первый эпизод учащения пожаров зафиксирован в интервале 7000-6600 кал. л. н., когда межпожарный интервал сократился с 1000 до 150-200 лет. Второй период высокой пожарной активности приходится на 5500-5000 кал. л. н., где частота пожаров также достигала одного события каждые 150-200 лет. Согласно данным спорово-пыльцевого анализа, пирогенный пик 5500-5000 кал. л. н. сопровождался изменением структуры растительного покрова: увеличение доли ольховника и березы указывает на развитие постпирогенных сукцессий. Данный хронологический отрезок совпадает с одним из термических максимумов голоцена, выделенных Н.А. Хотинским [9]. Сопоставление с региональными палеоклиматическими реконструкциями [7] показывает, что оба периода повышения пожарной активности (7000-6600 и 5500-5000 кал. л.н.) коррелируют с фазами аридизации и потепления климата. Напротив, в интервал 6600-5500 кал. л.н., соответствующий раннесуббореальному похолоданию, наблюдается снижение пирогенной нагрузки, что отразилось на темпах аккумуляции угольных частиц в торфяной залежи.

Дальнейшая эволюция геосистем в среднем и позднем голоцене характеризовалась разнонаправленной динамикой пирогенной нагрузки и растительного покрова. Вплоть до 4100 кал. л.н. на исследуемой территории фиксируется спад пожарной активности, выразившийся в увеличении межпожарных интервалов. Данный тренд обусловлен повышением влажности климата, что подтверждается палинологическими данными: в этот период в составе лесных сообществ возрастает доля темнохвойных пород (ель, пихта) и достигает максимума обилие папоротников [3].

Кардинальная перестройка геосистем приходится на интервал 4100–3000 кал. л. н., маркирующий начало суббореального периода. Резкое учащение пожаров (сокращение межпожарного интервала до 150-180 лет) совпадает с фазой суббореального термического максимума [2, 6, 9], для которой были характерны теплые и аридные условия. Установившийся климатический режим создавал благоприятные условия для возникновения и распространения пожаров, что привело к трансформации структуры фитоценозов: в древостое вокруг болота начинает доминировать сосна и береза при резком сокращении доли пихты и ели [3]. Палеопочвенные исследования свидетельствуют, что в это время в южнотаежной подзоне Приенисейской Сибири господствовали ландшафты, характерные для подтайги [4], что указывает на смещение природных зон под влиянием климатического оптимума.

Смена климатической фазы на рубеже 3000 кал. л. н. вновь изменила вектор динамики геосистем. В интервале 3000-2200 кал. л. н. происходит снижение частоты пожаров на фоне увеличения увлажненности. Восстановление гидротермического режима способствовало возврату темнохвойных пород (пихта, ель) и папоротников в структуру растительного покрова [3], что знаменовало начало нового этапа в развитии природных комплексов.

Наиболее продолжительный этап пирогенной активности за всю историю изученного торфяного разреза охватывает интервал 2200–1200 кал. л. н., приходящийся на субатлантический период голоцена. В это время, согласно палеоклиматическим реконструкциям, на фоне роста теплообеспеченности и снижения влагообеспеченности ландшафтов [7] сформировались условия, благоприятные для частых пожаров. Климатический тренд на аридизацию нашел прямое отражение в эволюции самой болотной геосистемы: зафиксирован переход торфяной залежи в мезотрофную стадию развития [3], что

указывает на изменение гидрологического режима. В структуре растительности доминирование перешло к березе при резком сокращении доли хвойных пород, что является индикатором высокой пирогенной нагрузки и постпирогенных сукцессий. Кульминация этого процесса приходится на рубеж 1300–1200 кал. л. н., когда отмечены пиковые значения аккумуляции угольных частиц, а древостой был представлен преимущественно угнетенными формами березы и ивы.

Качественно новый этап в динамике геосистем наступает в последние 700 лет. Резкий рост частоты возгораний в этот период имеет сложную природу. С одной стороны, он обусловлен природными факторами — усилением континентальности климата и повторяющимися засухами, характерными для Сибири. С другой стороны, возрастающая роль антропогенного пресса [1, 8] накладывается на естественные климатические ритмы, что приводит к увеличению пирогенной нагрузки и знаменует переход геосистем в режим антропогенно-трансформируемого развития.

Заключение

Комплексный анализ торфяных отложений болота Большое Сполошинское позволил реконструировать голоценовую динамику природных геосистем южнотаежной подзоны Приенисейской Сибири. Установлена четкая связь между климатическими колебаниями, пирогенной нагрузкой и структурой растительного покрова. Фазы потепления и аридизации (7000–6600, 5500–5000, 4100–3000 и 2200–1200 кал. л. н.) характеризовались учащением пожаров (сокращение межпожарных интервалов до 150–200 лет), доминированием березы и сосны при сокращении темнохвойных пород, а в суббореальный оптимум — смещением границ подтайги. Влажные и прохладные фазы (6600–5500, 5000–4100, 3000–2200 кал. л. н.), напротив, сопровождались снижением пожарной активности и восстановлением позиций ели, пихты и папоротников. Само болото чутко реагировало на климатические тренды: периоды аридизации маркировались переходом в мезотрофную стадию развития.

Принципиально новый этап наступил в последние 700 лет, когда на естественные климатические ритмы (усиление континентальности, засухи) наложился антропогенный фактор, что привело к резкому росту частоты пожаров и переходу геосистем в режим антропогенно-трансформируемого развития. Таким образом, торфяная залежь болота Большое Сполошинское выступила надежным архивом палеоэкологической информации, а реконструированные этапы пирогенной динамики отражают общие закономерности эволюции природных геосистем региона в голоцене.

Литература

1. Бляхарчук Т.А., Дегтярева М.А., Харденбрук В.М. Голоценовая динамика лесных пожаров по данным макроугольковогo анализа донных отложений болотного озера в окрестностях научной станции «Мухрино», Ханты-Мансийский автономный округ // Западно-сибирские торфяники и цикл углерода: прошлое и настоящее: Материалы Шестого Международного полевого симпозиума, 28 июня - 8 июля 2021 г., Ханты-Мансийск. – Томск: Изд-во Томского университета, 2021. – С. 161-163.

2. Глебов Ф.З., Карпенко Л.В., Климанов В.А., Миндеева Т.Н. Палеоэкологическая характеристика голоцена междуречья Оби и Васюгана по данным торфяного разреза «Водораздел» // Экология. – 1997. – № 6. – С. 412-418.

3. Гренадерова А.В., Мандрыка П.В., Ван Сяокунь и др. Комплексные археолого-палеоэкологические исследования голоценового хроноряда в южной тайге Среднего Енисея // Stratum plus. Археология и культурная антропология. – 2021. – № 6. – С. 299-313.

4. Демиденко Г.А. Изменение климата в позднем плейстоцене и голоцене юга Приенисейской Сибири. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2016. – 187 с.

5. Ковалева Н.М., Собачкин Р.С., Екимова Е.Ю. Динамика нижних ярусов растительности после экспериментальных пожаров в сосновых древостоях // Сибирский лесной журнал. – 2018. – № 2. – С. 61-70.

6. Кошкаров А.Д., Кошкарова В.Л. Развитие природной среды бассейна реки Кас в послеледниковый период // Палеогеография Средней Сибири. Сб. ст. Красноярск: КГУ, 2003. С. 37-43.

7. Кузьмин С.Б., Белозерцева И.А., Шаманова С.И. Палеогеографические события Прибайкалья в голоцене // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 12. – С. 62-75.

8. Новенко Е.Ю., Мазей Н.Г., Куприянов Д.А. и др. История лесных пожаров Среднесибирского плоскогорья в позднем голоцене // Динамика экосистем в голоцене. Сб. ст. по материалам всероссийской научной конференции, 17-21 окт. 2022 г., Санкт-Петербург. – СПб: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2022. – С. 500-505.

9. Хотинский Н.А. Голоцен Северной Евразии: Опыт трансконтинентальной корреляции этапов развития растительности и климата. – М.: Наука, 1977. – 197 с.

10. Cagliero E, Morresi D, Paradis L, et al. Legacies of past human activities on one of the largest old-growth forests in south-east European mountains // Vegetation History and Archaeobotany. – 2022. – № 31. – С. 415-430.

11. Clark J.S. Particle motion and the theory of charcoal analysis: source area, transport, deposition, and sampling // Quaternary Research, 1988, 30: 67-80.

УДК 556.555.8:504.45(571.63) DOI: 10.35735/9785605515623_154

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ СБОРА И ОБРАБОТКИ ПРОБ МИКРОПЛАСТИКА В ПРЕСНЫХ ВОДОЕМАХ

Попова А.Ю., Блиновская Я.Ю.,
ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

Аннотация. В работе представлен сравнительный анализ ведущих международных и национальных методических документов по мониторингу микропластика в пресноводных объектах. Обоснована и апробирована авторская адаптация протокола MICROPLASTREAM (основанная на стандартизированных протоколах проекта JPI Oceans BASEMAN) и руководство ITRC, для исследования поверхностных вод бассейна трансграничного озера Ханка. Методика включает применение каскадной фильтрации (100 и 10 мкм), этап подготовки проб с использованием жидкого азота для деструкции органики и последующую идентификацию состава частиц на ИК-Фурье спектрофотометре IRTracer-100 с приставкой НПВО. Сделан вывод, что использование криогенной обработки в сочетании с автоматизированным поиском по полимерным библиотекам позволяет существенно повысить достоверность данных по мелким фракциям микрочастиц, минимизируя риск получения ложноположительных результатов.

***Ключевые слова**: микропластик, микрочастицы, бассейн озера Ханка, методический подход, JPI Oceans MICROPLASTREAM Protocol.*

METHODOLOGICAL APPROACHES TO SAMPLING AND PROCESSING OF MICROPLASTICS IN FRESHWATER RESERVOIRS

Popova A.Yu., Blinovskaya Ya.Yu.,
Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok

Annotation. The paper presents a comparative analysis of leading international and national methodological documents for microplastic monitoring in the freshwater reservoirs. The author's adaptation of the ITRC and JPI Oceans (MICROPLASTREAM) protocols is substantiated and tested on surface water of the transboundary Lake Khanka basin. The procedure includes the use of a cascade filtration system (100 and 10 μm fractions) and an innovative cryogenic preparation stage using liquid nitrogen to destroy organic matter and subsequent particle composition identification via FTIR - spectrophotometry IRTracer-100. It is concluded that the use of cryogenic processing with automated search through polymer libraries can significantly increase the reliability of data on small microparticles fractions, minimizing the risk of obtaining false-positive results.

***Keywords:** microplastics, microparticles, Lake Khanka basin, methodological approach, JPI Oceans MICROPLASTREAM Protocol.*

Введение. Производство полимеров является важной составляющей мировой экономики. В настоящее время вся без исключения жизнедеятельность человека связана с использованием этой продукции, что связано с не только с их чрезвычайным разнообразием и физико-химическими свойствами, но и с относительно низкой стоимостью. Однако широкое использование этих материалов приводит к образованию большого количества отходов, обращение с которыми вызывает организационные и технические сложности. В результате, значительная их часть накапливается и попадает в окружающую среду, где под действием естественных природных процессов достаточно быстро трансформируется в мелкие частицы, получившие название «микропластик». Вместе с тем, пластики являются только лишь одним

из видов синтетических полимеров, хотя и весьма массовым. Помимо традиционных пластиков в составе загрязняющих компонентов небольшого размера идентифицируются частицы резины, лакокрасочных материалов, волокна и другие, что является основанием для расширения понятия «микропластик». Более целесообразно использовать термин «микроразмерное загрязнение». Но независимо от химической природы поллютантов этой категории проблема приобрела глобальный характер, поскольку частицы фиксируются практически во всех средах географической оболочки. Микрочастицы без преувеличения следует признать одним из опасных загрязнителей гидросферы, поскольку морская акватория и пресные водоемы являются конечными резервуарами, где скапливаются поллютанты, а они сами способны активно адсорбировать на своей поверхности иные загрязнители, в том числе токсические. Концентрация микроразмерного загрязнения напрямую зависит от антропогенной нагрузки, а качественный состав от источников загрязнения, что подчёркивает необходимость систематического мониторинга.

Так как микропластик представляет собой очень неоднородное множество частиц, которые различаются по размеру, форме, цвету, плотности, химическому составу и другим характеристикам, то главной проблемой широкомасштабного пространственного и временного сравнения на сегодняшний день является применение разнообразных подходов для отбора проб и подсчёта количества частиц. **[2].** Особую актуальность представляет разработка, структурирование и гармонизация методических подходов к сбору и обработке проб, поскольку отсутствие стандартизированных протоколов приводит к несопоставимости данных и некорректной оценке загрязнения.

Одним из первых методических документов, предлагающих пошаговую методику анализа микропластика в морской среде, стало Национальное управление океанических и атмосферных исследований США (NOAA) (2015). Разработанный в 2015 году документ в настоящее время считается международным ориентиром для отбора проб микропластика в поверхностных морских водах и их пробоподготовки (окисление, сепарация и т.д.). Однако ориентация методики на визуальный подсчет частиц и выборку фракции >300 мкм сегодня считается недостаточно точным, что привело к появлению других подходов **[1]**.

Для пресноводных водоёмов (реки, озёра, водохранилища) универсальной методики, подобной разработкам NOAA нет, но имеются протоколы рекомендательного характера, которые используются в научной практике как в России, так и за рубежом.

Материалы и методы. Методическая база, регулирующая требования к отбору проб микрочастиц и их последующий анализ, находится еще в стадии становления. Также следует отметить, что ни в России, ни в мире нет нормативов, определяющих допустимые концентрации этих поллютантов в окружающей среде. Однако, учитывая растущий интерес к теме микроразмерного загрязнения, необходимость получения объективных данных о качественном и количественном составе частиц, а также возможности проведения сравнительной оценки степени загрязнения разных регионов, сред и их отдельных компонентов, проведен анализ нормативно-технической документации, наиболее подходящей для проведения исследований содержания микрочастиц в гидросфере. Среди множества требований к организации пробоотбора были выделены следующие документы:

1) ГОСТ Р 59024-2020 «Вода. Общие требования к отбору проб». Это базовый национальный стандарт, введенный в действие с 01 января 2023 года, распространяется на любые типы вод и устанавливает общие требования к отбору, транспортировке и подготовке к хранению проб воды, предназначенных для определения показателей ее состава и свойств **[3]**.

2) ASTM D8332-20 – это один из первых специализированных международных стандартов, описывающих процедуру отбора проб воды с различным содержанием взвешенных частиц для идентификации и количественного определения микропластиковых частиц и волокон. Применим к питьевой воде, поверхностным водам, стокам, морю, но чаще

всего используется для пресноводных водоёмов с высоким содержанием органических веществ **[4]**.

3) ASTM D8333-20 – методические рекомендации, направленные на описание подготовки проб воды с различным содержанием взвешенных частиц для идентификации частиц с помощью рамановской спектроскопии, ИК-спектроскопии или пиролитической газообразной хромато-масс-спектрометрии. Стандарт предназначен для обработки проб, полученных с использованием стандарта ASTM D8332-20 **[5]**.

4) ITRC Microplastics Guidance – это комплексное практическое руководство, устанавливающее методологическую базу для мониторинга микропластика в различных средах. Документ охватывает все аспекты от источников загрязнения до рисков для здоровья и экосистем **[6]**.

5) JPI Oceans MICROPLASTREAM Protocol – это протокол, использующийся в рамках проекта JPI Oceans BASEMAN (Joint Programming Initiative Healthy and Productive Seas and Oceans – институционализированная межправительственная платформа, определяющая стратегические приоритеты транснациональных исследований устойчивого здоровья и продуктивности морей и океанов) и представляющий собой специализированный регламент для мониторинга микропластика в морских экосистемах, но он также активно адаптируется и используется для пресноводных объектов (рек и озер) **[7]**.

Результаты и обсуждение. Сравнительный анализ представленных методических подходов показывает высокую степень их сходимости: минимизация фонового загрязнения, эффективное удаление органической матрицы, спектроскопическая идентификация полимеров. Выбор конкретного протокола определяется не противоречием методов, а спецификой объекта исследования и доступностью ресурсов.

Сравнительная характеристика данных методических решений представлена в таблице 1

Таблица 1

Особенности основных методических подходов для проведения исследования микроразмерного загрязнения водной среды

№	Доку-мент	Принцип отбора, оборудование и объём пробы	Обработка	Анализ (идентификация)	Особенности/ преимущества
1	ГОСТ Р 59024-2020	Применяются батометры, бутыли, черпаки (для проб с глубины). Воду прокачивают с помощью помп, насосов, через нейстонные сети (для проб с поверхности). Обязательное использование стеклянных, металлических или полимерных ёмкостей без пластиковых крышек/уплотни	Первичная обработка на месте или в лаборатории: пробу охлаждают или консервируют при необходимости и затем фильтруют через сита/фильтры (50-333 мкм).	Идентификация не предусмотрена, но обеспечивается репрезентативность пробы и неизменность её состава в процессе отбора/хранения. Далее применяются методы визуальной сортировки с помощью микроскопа и спектроскопия (FTIR, Raman).	Универсальность (распространяется на все типы пресных вод). Гармонизация (соответствует и комбинируется с международными стандартами и протоколами. Минимизация контаминации (строгие требования к материалам и технике отбора). Простота и дешевизна (не требует дорогого

№	Документ	Принцип отбора, оборудование и объём пробы	Обработка	Анализ (идентификация)	Особенности/ преимущества
		телей. Промывка оборудования той же водой перед отбором. Объём пробы для фильтрации/помпового отбора (10-500 л.) Для траления сетями Манта (2-20 $м^3$).			спецоборудования).
2	ASTM D8332-20 / (2020)	Прокачка больших объёмов воды через каскад сит (серия сит с уменьшающейся ячейкой, от крупных (от 5 мм) до мелких (до 1-45 мкм). Используется помпа или трубопровод для отвода потока. Для высоких взвесей (сточные воды) используется обязательная предварительная сепарация. Использование металлических или стеклянных материалов; промывка оборудования; фиксация проб алюминиевой фольгой. Рекомендуемый объём зависит от уровня взвесей, в среднем от 1500 до 5300 л.	Первичная обработка: содержимое сит смывают водой в контейнеры для полного извлечения. Пробу подготавливают для дальнейшей очистки при помощи окисления и/или дигестии.	Анализ не предусмотрен. Идентификация обеспечивается на основе ASTM D8333-20	Высокая репрезентативность (большие объёмы обеспечивают точные данные в низкоконцентрированных средах, таких как питьевая вода). Адаптируемость к взвесям и органике (подходит для пресных вод с высоким содержанием осадка, который засоряет нейстонные сети).

№	Доку-мент	Принцип отбора, оборудование и объём пробы	Обработка	Анализ (идентификация)	Особенности/ преимущества
3	ASTM D8333-20 / (2020)	Методика предполагает, что пробы отобраны в соответствии со стандартом ASTM D8332-20.		Целевые методы: Подготовка Raman-или ИК-спектроскопии (FTIR) или пиролиза GS-MS. Определение наличия, количества, тип полимера, его размер, форму, цвет.	Повышает точность анализа благодаря спектроскопическому оборудованию последнего поколения.
4	ITRC Microplastics Guidance / (2023)	1.Прямой отбор: погружение не пластикового контейнера с поверхности или глубины с использованием батометра или специализированной бутыли 2. Отбор + Фильтрация через сита. 3.Траление с помощью сетей (манта, нейстонной, бонго), закрепленных за лодкой или в потоке (15-60 мин.), автономные дроны для труднодоступных зон. 4.Прокачка через каскад сит (насос+расходомер). Рекомендуемый объём пробы - минимум 500 л. для низкоконцентри	1.Удаление органики при помощи дигестии, плотностной сепарации или криогенного измельчения. 2. Фильтрация через сита или ваккумные фильтры. 3. Охлаждение и хранение в герметичных контейнерах.	Визуальная сортировка (стереомикроскоп); FTIR, Raman, пиролиз GC/MS. Рекомендуется взять за основу стандарт ASTM D8333-20.	Гибкость и адаптивность (подходит для разных пресноводных водоёмов с высоким содержанием взвеси. Высокая репрезентативность. Строгие протоколы качества. Гармонизация с другими методиками.

№	Доку-мент	Принцип отбора, оборудование и объём пробы	Обработка	Анализ (идентификация)	Особенности/ преимущества
		рованных зон. При прямом отборе от 1 до 30 л., сетевом методе от 1 $м^3$.			
5	JPI Oceans MICROPLASTREAM Protocol/(2021)	Использование насосных систем и каскадной фильтрации (проба пропускается через серию фильтров с разным размером пор (обычно 100 мкм и 20 мкм) для разделения частиц по фракциям. Также протокол содержит детальные инструкции по использованию сетей типа Манта и нейстонных для отбора проб воды методом траления. Протокол акцентирует внимание на использовании только стеклянного и металлического оборудования. Объем пробы зависит от метода отбора: насосом, достаточно 1 $м^3$, тралением до 500 $м^3$.	Первичная обработка проб включает в себя очистку образцов от органики методом химического окисления, ферментативного дигестажа, плотностной сепарации. Очищенную пробу фильтруют через аналитические фильтры (обычно диаметром 13, 25 или 47 мм).	Строгий запрет на визуальный подсчёт. Использование FTIR, Raman, пиролиз GC/MS.	Гармонизация методов; обязательное спектроскопическое подтверждение для точного результата; эффективность для мелких частиц: в отличие от многих стандартов, протокол детально описывает работу с фракцией мельче 100 мкм.

Заключение

Проведенный обзор основных международных и национальных стандартов подтверждает общемировую тенденцию к установлению требований к отбору и идентификации микропластика.

Отмечается достаточно активная разработка методических подходов, при этом отмечается изменение детализации исследований. Так, если первый протокол NOAA (2015) для морских вод допускал только визуальный подсчет обнаруженных частиц микропластика, то в более поздних методиках устанавливается обязательная приборная идентификация состава частиц.

Это позволит не только определять природу микроразмерного загрязнения, устанавливать источники их поступления в водную среду, но и разрабатывать рекомендации по снижению негативного воздействия частиц на экосистемы разных рангов.

Благодарность. *Работа выполнена по теме НИР ФГБУН ТИГ ДВО РАН: Инерционность и динамика равноранговых территориальных акватерриториальных и трансграничных структур природопользования Тихоокеанской России, выявление детерминант и векторов их развития, стадий и вариантов трансформации в рамках моделей устойчивого природопользования в Северо-Восточной Азии.*

Литература

1. Зобков, М. Б. Микропластик в морской среде: обзор методов отбора, подготовки и анализа проб воды, донных отложений и береговых наносов // Океанология. – 2018. – Т. 58, № 1. – С. 149-157.

2. Чубаренко И.П. Микропластик в морской среде. — М.: Научный мир, 2021. — 520 с.

3. Электронный фонд актуальных правовых и нормативно-технических документов. ГОСТ Р 59024-2020 [Электронный ресурс]. - https://docs.cntd.ru/document/1200175475 (дата обращения 09.02.2026).

4. ASTM D8332-20 Standard Practice for Collection of Water Samples with High, Medium, or Low Suspended Solids for Identification and Quantification of Microplastic Particles and Fibers [Электронный ресурс]. - https://store.astm.org/d8332-20.html (дата обращения 09.02.2026).

5. ASTM D8333-20 Standard Practice for Preparation of Water Samples with High, Medium, or Low Suspended Solids for Identification and Quantification of Microplastic Particles and Fibers Using Raman Spectroscopy, IR Spectroscopy, or Pyrolysis-GC/MS [Электронный ресурс]. - https://store.astm.org/d8333-20.html (дата обращения 09.02.2026).

6. Interstate Technology & Regulatory Council (ITRC) [Электронный ресурс]. - https://itrcweb.org/ (дата обращения 13.02.2026).

7. The Joint Programming Initiative Healthy and Productive Seas and Oceans (JPI Oceans) [Электронный ресурс]. - https://www.jpi-oceans.eu/en (дата обращения 09.02.2026).

УДК 556.522 DOI: 10.35735/9785605515623_161

ПРОТЯЖЕННОСТЬ ВОДОТОКОВ РАЗЛИЧНЫХ ПОРЯДКОВ НЕКОТОРЫХ РЕК ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА.

Самохвалов В.Л.,
Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан

Аннотация. Рассмотрены порядки водотоков административно-территориальных единиц Дальнего Востока, бассейнов трех крупных рек -Яна, Индигирка и Колыма на территории республики Саха (Якутии) Магаданской области и Чукотского автономного округа, а также некоторых островов Северного Ледовитого и Тихого океанов.

Приведены оригинальные данные о количестве и средних размерах порядков притоков указанных объектов. Для всех регионов и рек приводится процентный состав водотоков всех порядков по их средней длине. Показано, что изменение числа порядков происходит не только в зависимости от величины водосборной площади, но и от формы водосборов и их орографии. Максимальные порядки – 9 – отмечены для трёх крупных рек – Яна, Колыма и Анадырь. Порядок водотока может служить показателем размера притока реки.

Полученные результаты совпадают с имеющимися литературными данными для региона по изменению размеров порядков водотоков и их числа от размера площади водосбора и размеров при изменении самих порядков.

Ключевые слова: *порядок водотока, длина водотока, коэффициент корреляции*

LENGTH OF STREAMS OF VARIOUS ORDERS OF SOME RIVERS, OF THE FAR EAST

Samokhvalov V.L.,
Institute of Biological Problems of the North, Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, the Russian Federation, Magadan

Annotation. The stream orders of the administrative-territorial units in the Far East and of the basins of the three large rivers - Yana, Indigirka and Kolyma, on the territory of the Republic of Sakha (Yakutia), the Magadan Region and the Chukotka Autonomous Okrug, as well as on some islands of the Arctic and Pacific Oceans have been considered.

The original data on the number and average sizes of the tributary orders of the mentioned objects are given. The percentage of streams of all orders according to their average length is given for all regions and rivers. The change in the number of orders is shown to depend both on the size of the catchment area and on the shape of the catchments and their orography. The maximum orders, 9, were noted for the Yana, the Kolyma, and the Anadyr rivers. The order of the stream can serve as an indicator of the size of the river's tributary.

The results obtained agree with the available literature data for the region concerning the change in the size of the stream orders and their number depending on the size of the catchment area and changing sizes of the orders.

Keywords: *stream order, stream length, correlation coefficient*

Введение. Порядки водотоков и водосборов являются важной их характеристикой, позволяющей оценивать размеры и форму, сложность рек и их притоков в гидрологических геоморфологических исследованиях. Однако состояние сложности, и разветвленности и размера водотоков Дальнего Востока, а особенно связь размеров водотоков с их порядком,

изучены недостаточно. По этой причине основная цель данной работы состоит в том, чтобы охарактеризовать реки региона в отношении их порядков.

Параметры водотоков разных порядков (суммарная протяженность (км) и процентный состав в суммарной длине водотоков) были определены для Хабаровского, Приморского и Камчатского краев, Магаданской и Сахалинской областей, Еврейской автономной области и Чукотского автономного округа, крупных северных рек Яны и Индигирки на территории республики Саха (Якутии) и реки Колымы, протекающей на территории Магаданской области, республики Саха (Якутии) и Чукотского автономного округа. Порядок реки Амур определен только для территории Хабаровского края и не определялся для соседних областей России, КНР и Монголии. Рассмотрены порядки некоторых крупных островов побережья Тихого и Северного Ледовитого океанов.

Материалы и методы. Речную сеть перечисленных областей Дальнего Востока и крупных рек построили в программе ARCGIS 10.4 с помощью карты высот земной поверхности, полученной с сайта [11]. Для приближения получаемой в ГИС карты к масштабу 1:100000 при определении речной сети выбирался сток из 250 ячеек. По этим материалам были определены бассейны рек и порядки водотоков по методу Хортона [8] в модификации Стралера [10] и Философова [7].

Протяженность водотоков каждого порядка определялась как среднее значение для всей области (водосбора реки, общей площади области, края).

Статистические характеристики полученных порядков (параметры экспоненциальных зависимостей между порядками и суммарной протяженностью водотоков) рассчитаны в программе MS Excel.

Результаты и их обсуждение. Данные по порядкам бассейнов и водотоков и их характеристикам получены для разных регионов мира и приводятся в обзоре [5]. Для водотоков Дальнего Востока Азии такого рода данные крайне немногочисленны. Так, имеются данные, характеризующие водотоки разных порядков по наиболее изученной части Яно-Колымской золотоносной провинции [1]. Наши данные по северо-востоку Азии характеризуют реки и их бассейны лишь выборочно и применительно к температурным условиям [6] или состоянию сообществ донных организмов [3,4]. Более подробные характеристики порядков рек бассейнов Восточно-Сибирского, Берингова и Охотского морей изложены в работе [6]

Максимальные значения порядков водотоков дальневосточного региона – 9 (табл. 1) приходятся на реки Яна, Колыма и Чукотского автономного округа (наиболее крупная река – Анадырь). Минимальные значения этого показателя отмечаются для Сахалинской области – 6 и Еврейской автономной области – 7. Можно отметить, что максимальный порядок водотока теснейшим образом связан с площадью, как для групп рек на территории области, так и для отдельных рек. Высок коэффициент корреляции между площадью и количеством водотоков шестого порядка – 0,98.

Однако следует отметить, размер площади не единственный параметр определяющий порядок. Так, площадь Сахалинской области почти в три раза больше таковой Еврейской АО. Порядок водотоков при этом выше для Еврейской АО. Из этого следует, что порядок водотоков зависит также и от других показателей водосборов, например, от формы и орографии водосборных площадей.

Крайне интересен факт, что процент средней длины водотоков, особенно первых порядков, очень близок у всех рек и административно-территориальных областей (Табл. 2). Он не зависит ни от размера водосборной площади, ни от общего числа порядков и мало меняется в зависимости от широты расположения. Так, притоки первого порядка для всех регионов и крупных рек составляют около 50% от суммарной длины всех водотоков. Это относится и к самым крупным областям и рекам и к небольшим регионам, таким как Еврейская автономная и Сахалинская области. У крупных порядков разброс размеров несколько выше.

Однако и точность определения средних размеров водотоков этих порядков по причине их немногочисленности, значительно ниже, чем для мелких.

Таблица 1.

Количество крупных водотоков высоких (шестой и выше) порядков в обследуемом регионе

Порядок	Площадь, км^2	Шестой	Седьмой	Восьмой	Девятый
р. Яна	238000	28	9	2	1
р. Индигирка	360000	30	11	1	–
р. Колыма	647000	78	15	4	1
Чукотский АО	737700	79	17	4	1
Магаданская обл.	461400	54	10	2	–
Камчатский кр.	472300	49	8	2	–
Сахалинская обл.	87100	4	–	–	–
Хабаровский кр.	788600	77	19	3	–
Приморский кр.	165900	14	4	1	–
Еврейская АО	36000	3	1	–	–

Таблица 2.

Процент суммарной длины водотоков различных порядков в обследуемом регионе.

Порядок водотока	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Всего %
р. Яна	51,4	24,9	11,8	5,8	2,6	1,8	0,9	0,6	0,4	100
р. Индигирка	53	23,5	11,6	5,9	3	1,5	0,8	0,7	-	100
р. Колыма	52,3	23,9	11,9	5,8	3,1	1,4	0,9	0,5	0,2	100
Чукотский АО	53,3	23,6	11,8	5,7	2,9	1,5	0,9	0,2	0,1	100
Магаданская обл.	51,5	25	12,3	5,7	3	1,6	0,6	0,2	-	100
Камчатский кр.	48,2	23,5	12,1	11,5	3	1,2	0,4	0,2	-	100
Сахалинская обл.	52,7	26,8	12,8	5,5	1,8	0,4	-	-	-	100
Хабаровский кр.	49,8	25,5	12,8	6	3,2	1,6	0,9	0,2	-	100
Приморский кр.	49,5	26,3	12,8	6,2	3	1,5	0,7	0	-	100
Еврейская АО	49,8	26,6	12,9	6,1	2,6	2	0,1	-	-	100

Порядки водотоков островов Тихого и Северного Ледовитого океанов значительно меньше, чем водотоков других рассмотренных выше областей. Например, притоки рек Курильских островов обычно относятся к трём первым порядкам. Лишь на крупных островах Большой Курильской гряды водотоки иногда достигают четвёртого порядка (на о. Итуруп 4 водотока, на о. Кунашир – один). К трем первым порядкам относятся и водотоки Шантарских островов Охотского моря. На острове Врангеля между Чукотским и Восточно-Сибирским морями Северном Ледовитом океане при площади 7 670 км² пять водотоков пятого порядка.

А на острове Айон в Чаунской губе с площадью 2000 км^2 четыре водотока максимального четвёртого порядка.

Как для отдельных рек, краёв и областей, порядки островных водотоков тесно связаны с размером площадей островов, то есть большее значение этого показателя наблюдаются на более крупных островах.

Число порядков при увеличении на единицу часто меняется закономерно. Например, для р. Колыма с 9 по 6 порядок их число возрастало приблизительно в четыре раза при уменьшении порядка. Близкая картина наблюдается для Чукотского АО. Практически аналогичное увеличение числа притоков в четыре раза наблюдается и для водотоков 6 – 8 порядков в Приморском крае.

Для водотоков обследованных областей и крупных рек наблюдаются близкие значения показателей длин рек в порядках, приходящихся на единицу площади 1 км^2 (табл. 3), то есть густота речной сети. Так диапазон средних длин водотоков первого порядка находится в пределах от 282 м в Приморском крае до 379 м в бассейне р. Индигирка.

При увеличении порядков водотоков на единицу суммарная протяженность рек обычно уменьшается вдвое.

Аналогичные результаты ранее были получены изменениям размеров рек различных регионов всего мира [5] Российской федерации [4, 11]. Для водотоков Северо-Востока Азии, и, в частности, для бассейнов рек Верхней Колымы [6] в порядках с 1 по 7 в каждом более высоком порядке количество потоков уменьшается в 4 раза, ширина меженного русла увеличивается в 1,8 раза; уклон уменьшается в два раза; среднегодовые расходы увеличиваются в три раза.

Между порядками водотоков и их средней протяженностью существует теснейшая связь. Об этом свидетельствую крайне высокие коэффициенты корреляции при экспоненциальной зависимости между этими параметрами. Они во всех случаях превышают значение r = 0.9, однако обычно значительно выше этого показателя – для крупных рек и водотоков Чукотского АО даже более 0,99.

Порядки водотоков и их долин принято делить на группы [9]. Их три – низкие, куда входят первые и вторые порядки, средние (третьи, четвертые и пятые) и высокие (шестые и более). Согласно этому делению, были сравнены данные по проценту групп порядков.

Поскольку порядки водотоков для бассейнов Яно-Колымской геологической провинции [1] были определены по топографическим картам масштаба 1:100000, а наши данные с помощью геоинформационной системы, наблюдаются некоторые различия между значениями для групп порядков. Однако эти различия крайне малы и проявляются лишь для притоков низких порядков. Диапазон этих различий – 72% – 80%. Суммарные значения процентов длин водотоков низких и средник порядков близки и составляют 96 – 98 %%, за исключением рек Сахалинской области, где нет крупных порядков и значение суммы низких и средних – 100%.

Выводы

Оригинальные данные по порядкам водотоков некоторых крупных рек и административно – территориальных областей Дальнего Востока позволили выявить некоторые закономерности и особенности структуры речных сетей региона.

Максимальное число порядков притоков (девять) отмечено для водотоков Чукотского АО (р. Анадырь) и крупных рек – Яны и Колымы.

Выяснено, что в наибольшей степени величина и количество порядков зависят, прежде всего, от размеров площадей, как водосборных для отдельных рек, так и для общих площадей обследованных областей. Однако форма и орография этих площадей также влияют на показатели и число порядков.

Установлено, что для всего региона при увеличении порядка характерно уменьшение приблизительно вдвое плотности водотоков (км/км^2), и уменьшение вдвое процента суммарной протяженности данного порядка.

Полученные результаты по числу и протяженности водотоков имеют близки к немногочисленным литературным данным для дальневосточных рек.

Литература

1. Геология россыпей золота Северо-Востока СССР / под ред. О.Х. Цопанова. – Магадан: Магаданское книжн. изд-во, 1979. – 120 с.
2. Ржаницын Н.А. Руслоформирующие процессы рек. – Л., Гидрометеоиздат, 1985, – 263 с.
3. Самохвалов В.Л. Порядок водотока и распределение зообентоса в верховьях р. Колыма//Чтения памяти академика К.В.Симакова. Материалы докладов Всероссийской научной конференции (Магадан, 26-28 ноября 2013г.). – Магадан, 2013. – С.166-167.
4. Самохвалов В.Л. Параметры водосборов и некоторые показатели зообентоса водотоков Северо-Востока Азии // Регионы нового освоения: современное состояние природных комплексов и их охрана: материалы Международной научной конференции. 5–7 октября 2021 г. – Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2021. – С. 87-90 (Электронное издание)
5. Самохвалов В.Л., Ухов Н.В. Геоинформационные карты рельефа Северо-Востока Азии как основа изучения морфологии речных бассейнов// Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2020. – № 4. – С. 14-20. DOI: 10.17308/geo.2020.4/3061
6. Samokhvalov V.L., Ukhov N.V. Thermal regime of water courses of different order in the basin of the upper Kolyma river // Arctic Environmental Research. – 2018. – № 4. – С. 175-181. DOI: 10.3897/issn2541-8416.2018.18.4.175
7. Философов В.П. Порядки долин и их использование при геологических исследованиях // Научный ежегодник за 1955 г. Саратовский университет, геологич. факультет. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та. 1959. – 256 с.
8. Хортон Р.Е. Эрозионное развитие рек и водосборных бассейнов. Гидрофизический подход к количественной морфологии. – М.: Гос. Изд-во Иностр. лит-ры. 1948. – 159 с.
9. Downing J.A., Cole J.J., Duarte C.M., Middelburg J.J., Melack J.M., Prairie Y.T., Kortelainen P., Striegl R.G., McDowell W.H., Tranvik L.J. Global abundance and size distribution of streams and rivers//Inland Waters. – 2012. – № 2. – Pp. 229-236. DOI: 10.5268/IW-2.4.502
10. Strahler A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology // Transactions of the American Geophysical Union. – 1957. – Т. 38, вып. 6. – С. 913–920.
11. The whole world is now on this site at 3 and 15 arc second resolutions http://viewfinderpanoramas.org/Coverage%20map%20viewfinderpanoramas_org3.htm

УДК 551.43: 571.63 DOI: 10.35735/9785605515623_166

ГЕОМОРФОЛОГИЯ ПОЛУОСТРОВА ТОБИЗИНА (О. РУССКИЙ, ЮЖНОЕ ПРИМОРЬЕ)

М. Р. Симашов [1], Г. М. Вовна [1,2], А.М. Сазыкин [1],
1. ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», г. Владивосток
2. ФГБУН Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток

Аннотация. Выделены основные формы рельефа полуострова Тобизина, выявлены их характерные черты и генезис. Исключительность рельефа полуострова в значительной степени обусловлена литологическим контролем геоморфологических процессов и неотектонической активностью. Денудационная прочность пород связана с декарбонатизацией-карбонатизацией отложений.

***Ключевые слова**: мыс Тобизина, остров Русский, клиф, бенч, геологический памятник природы, ранний триас, карбонатизация.*

GEOMORPHOLOGY OF THE TOBIZINA PENINSULA (RUSSKY ISLAND, SOUTHERN PRIMORYE)

M.R. Simashov [1], G. M. Vovna [2], A. M. Sazykin [1],
1. Far Eastern Federal University, Vladivostok
2. Far Eastern Geological Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok

Annotation. The main landforms of the Tobizina Peninsula have been identified, and their characteristics and genesis have been revealed. The exceptional nature of the peninsula's landforms is largely due to the lithological control of geomorphological processes and neotectonic activity. The denudation strength of the rocks is associated with the decarbonization-carbonization of the deposits.

***Keywords:** Cape Tobizina, Russky Island, cliff, bench, geological natural monument, Early Triassic, carbonation*.

Введение. Полуостров Тобизина, расположенный в заливе Петра Великого (Японское море), представляет собой уникальный геоморфологический объект, в пределах которого расположен один из наиболее полных разрезов нижнетриасовых отложений Южного Приморья, который имеет статус регионального памятника природы «Геологический разрез Тобизинский». Рельеф полуострова характеризуется морфологической выразительностью: высокие отвесные клифы, абразионная пещера, наклоненный осушенный бенч, разбитый на плиты, известняковые пирамидки. Некоторые скальные поверхности напоминают искусственные формы (стены, мостовые, колоннады). Исключительность рельефа в значительной степени обусловлена литогенетическим контролем.

Несмотря уникальность геоморфологического ландшафта, на высокую посещаемость территории и устойчивый познавательный интерес со стороны рекреантов, морфология и генезис данных форм рельефа до сих пор не описаны и не проанализированы.

Материал и методы исследования. Фактологической основой работы послужили результаты полевых исследований, выполненных авторским коллективом на Тобизинском геологическом разрезе в 2025–2026 гг. Полевые методы включали в себя маршрутное геоморфологическое профилирование с описанием всех типов форм рельефа; инструментальные замеры морфометрических параметров (высоты клифов, ширины бенча, размеров глыб и др.) с использованием рулетки; описание литологического состава и

текстурных особенностей пород в естественных обнажениях. Камеральные методы включали в себя генетический анализ пород на основе петрографических данных с моделированием условий осадконакопления; структурно-геоморфологический анализ с дешифрированием космических снимков высокого разрешения, построение схемы рельефа с использованием ГИС методов (ПО ArcGIS).

Результаты и их обсуждение.

Литологические предпосылки рельефообразования. Полуостров Тобизина сложен преимущественно средне- и мелкозернистыми аркозовыми и субаркозовыми песчаниками с карбонатно-глинистым цементом оленёкского яруса нижнего триаса. Имеются редкие линзы ракушечников и прослои базальных гранитных среднегалечных конгломератов того же возраста. В породах заключено большое количество морских беспозвоночных, представленное двустворчатыми моллюсками, брахиоподами, аммоноидеями и наутилоидеями (рис. 1) [2]. Генезис песчаников мыса Тобизина, формирующих его характерные ступенчатые стенки, представляет собой классический пример раннедиагенетической декарбонатизации и последующей карбонатизации с участием биогенных компонентов [5]. После осаждения в прибрежно-морских условиях, богатый органическим детритом осадок, содержащий массу раковин, подвергся значительным изменениям. Разложение мягких тканей и водорослевых масс в результате жизнедеятельности бактерий, продуцировало значительные объёмы углекислого газа (CO_2), который, растворяясь в поровой воде, резко повышал её агрессивность по отношению к карбонату кальция (арагониту и кальциту). Это привело к масштабному процессу декарбонатизации – растворению первичных карбонатных раковин. Однако в результате дальнейшего метаболизма бактериального сообщества, оттока CO_2 или изменения кислотно-щелочного баланса, поровые воды стали пересыщенными относительно карбоната кальция, что инициировало обратный процесс – кристаллизацию микрокристаллического и зернистого кальцита непосредственно в порах между обломочными зёрнами песчаника. Таким образом, образовался прочный карбонатизированный песчаник, где карбонатная часть глинисто-карбонатного цемента не является первичной, а представляет собой продукт перераспределения карбонатного материала уже внутри осадка и значительно усиливает свойственную аркозам прочность [7].

Рис. 1. Остатки амонноидей, найденные на одном из пляжей полуострова

Геоморфология полуострова Тобизина. Полуостров Тобизина представляет собой абразионный столовый массив [4], резко вдающийся в акваторию залива Петра Великого и приуроченный к области развития нижнетриасовых морских прибрежных отложений. В морфологическом отношении полуостров представляет собой комплекс, образованный закономерным пространственным сочетанием пяти сопряжённых и генетически взаимосвязанных форм рельефа (рис. 2), сформированных в условиях длительного

взаимодействия абразионных процессов, избирательной денудации и новейших тектонических движений.

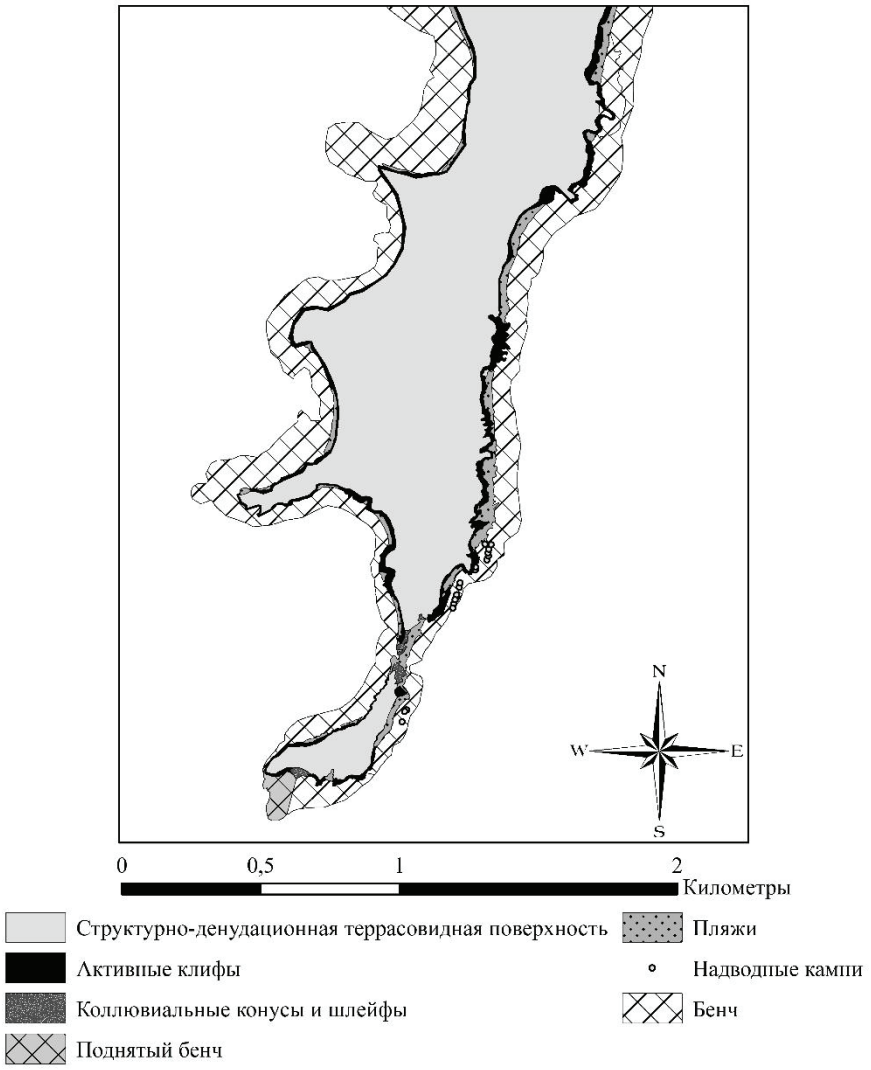


Рис. 2. Геоморфологическая карта полуострова Тобизина

Структурно-денудационная террасовидная поверхность представляет собой выровненную пологонаклонную форму рельефа, сформировавшуюся в аэральных условиях при литологическом контроле субгоризонтальными пластами песчаников. Поверхность характеризуется пологим уклоном и незначительными колебаниями абсолютных высот, образуя слабоволнистую площадку с маломощным чехлом выветрелового материала, покрытого низкорослым лесом с густым травяным покровом. Из-за избыточного рекреационного пресса значительные участки поверхности имеют 3-5 стадии почвенно-растительной дигрессии. В южной части полуострова в результате разрушения данной поверхности под действием аэральных денудационных процессов и волноприбойного воздействия образовался перешеек, где отмечаются выходы коренных пород, образующие ступенчатые стенки и останцы в виде пирамидок (последние сложены ракушечником).

Активные клифы обрамляют полуостров практически на всем протяжении береговой линии. Высота клифов колеблется в пределах от 25 до 30 метров. В юго-восточной части берег практически отвесный (рис. 3), что в Приморье практически не встречается. Здесь же на уровне уреза воды находится самая большая в Приморье абразионная пещера (длина 42 м, ширина и высота до 10 м, глубина 4,5 м) [1]. Клифы интенсивно расчленены системами

трещин, что обусловливает их блоковое строение и ведёт к формированию характерных склонов отседания [4]. Разрушение происходит по преобладающим системам трещиноватости, приводя к отделению крупных угловатых глыб и отвесности обрывов.

Рис. 3. Клиф со стороны поднятого бенча в районе пещеры

Бенч представляет собой выровненную, субгоризонтальную поверхность в коренных породах, непрерывно окаймляющую всё побережье у подножия клифов. Ширина бенча варьирует в широких пределах – от 18 до 142 м, что отражает дифференцированный характер новейших тектонических движений и локальную неоднородность волновой эрозии. На южной оконечности мыса фиксируется наиболее протяжённый (142 м) приподнятый сегмент бенча (рис. 1), маркирующий относительное поднятие блока. В южной части восточного побережья бенч, наоборот редуцирован, опущен и утрачивает характерную плоскую морфологию, что свидетельствует о погружении либо отставании в поднятии данного участка. Морфологической особенностью бенча является его решетчатая структура: поверхность расчленена ортогональной сетью субвертикальных трещин, формирующих правильную мозаику из прямоугольных и квадратных блоков.

Коллювиальные конусы и шлейфы представляют собой три контрастные по строению и генезису аккумулятивные формы. Первый участок расположен в юго-западной части перешейка на берегу в условиях ослабления волнового воздействия из-за нахождения в ветровой тени и представляет собой относительно стабилизированный пологий осыпной конус, сложенный песчаным материалом. Конус имеет высоту 4,5 м и характеризуется малой мощностью отложений, слабо скрывающей коренной рельеф. Второй участок расположен близ первого, но на наветренной части перешейка и сложен обвальным материалом. Третий участок на южной оконечности полуострова представляет собой нагромождение крупноглыбового материала, образующего обвальный шлейф у подножья отмершего клифа, отчленённого от моря поднятым бенчем.

*Прислоненные пляжи неполного профиля я*вляются завершающим элементом береговой морфологии полуострова Тобизина. Узкие аккумулятивные галечные пляжи пространственно связаны с активными клифами. Данные береговые формы сложены несортированным обломочным материалом от мелко- до крупно-галечного, представленного продуктами механического разрушения коренных пород массива абразией и выветриванием. Ни один из таких пляжей не обладает достаточной мощностью или шириной, чтобы стать эффективным волногасящим барьером и отрезать клиф от морского воздействия, находясь в состоянии постоянной трансформации, обусловленной волновым перемыванием. Наиболее широкие и протяжённые пляжи сформированы на восточном, наветренном побережье, подверженном прямому воздействию открытого моря, тогда как на западном, более защищённом берегу они

имеют фрагментарное распространение и меньшие размеры. По морфологии чётко выделяются два типа: 1) линейные пляжи, протянувшиеся вдоль относительно прямолинейных участков подножья клифа; 2) локальные широкие пляж, приуроченные к эрозионно-денудационным выемкам береговой линии, где происходит концентрация обломочного материала морского и обвально-осыпного генезиса.

Взаимосвязь литологического состава пород с формами рельефа.

Связь литологического состава пород с формами рельефа полуострова Тобизина раскрывается через взаимодействие неотектонического и литогенетического факторов. Закономерная сеть субвертикальных трещин и разломов, исчерчивающих массив полуострова, сформирована неотектоническими движениями, характерными для территории острова Русский [3, 6]. Развитию трещин способствуют волновые и воздушные удары при сильных штормах, особенно при наличии в клифе полостей (пещеры), а также инфильтрация поверхностных вод, подкисленных почвенным органическим веществом, что способствует растворению глинисто-карбонатного цемента песчаников [5]. Геометрическая правильность блоковой трещиноватости бенча, отвесность клифов, наличие пещеры, в значительной мере обусловлены спецификой самих пород. Аркозовые и субаркозовые песчаники с глинисто-карбонатным цементом характеризуются с одной стороны сочетанием прочности к процессам денудации, с другой – хрупкости на механическое, в частности тектоническое воздействие, что обеспечивают формирование ровных поверхностей отрыва и фиксирует полученную блочную структуру.

Заключение

В морфологической структуре абразионного столового массива выделены и охарактеризованы шесть основных форм рельефа: пологонаклонная террасовидная поверхность, активные клифы, бенч, осыпи, обвалы отмерших клифов и пляжи. Коренные породы полуострова приобрели исключительную прочность в результате раннедиагенетической декарбонатизации с последующей карбонатизацией, заключающейся в растворении карбонатных раковин и кристаллизации карбонатного цемента в поровом пространстве. Этот процесс сформировал литологическую основу современного рельефа. Ключевым результатом работы является доказательство причинно-следственной связи между генезисом пород и морфологией рельефа: высокая прочность карбонатизированных аркозовых и субаркозовых песчаников обеспечила сохранность столового массива в условиях абразии и денудации в аэральных условиях, а их хрупкость и связанная с этим трещиноватость предопределили блоковый характер разрушения под влиянием неотектонических факторов. Полученные результаты вносят вклад в понимание литогенетического контроля рельефа полуострова и имеют практическое значение для экскурсионно-просветительской деятельности на территории геологического памятника природы.

Литература

1. Виттенбург П. В. Геологическое описание полуострова Муравьего-Амурского и архипелага Императрицы Евгении // Записки общества изучения Амурского края. Т.15. – Петроград, 1916. – 480 с.

2. Маркевич П. В., Захаров Ю. Д. Триас и юра Сихотэ-Алиня. Книга 1. Терригенный комплекс. Владивосток: Дальнаука, 2004. – 417 с.

3. Назаренко Л.Ф., Бажанов В.А. Геология Приморского края: Препринт. – В 3 ч. – Ч. III: Основные черты тектоники и истории развития. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. – 60 с.

4. Тимофеев Д. А. Терминология денудации и склонов. – Москва: Наука, 1978. – 242 с.

5. Фролов В.Т., Литология. Кн.1: Учебное пособие. – Москва: изд-во МГУ, 1992. 336 с.

6. Худяков Г.И. Геоморфотектоника юга Дальнего Востока. – М.: Наука, 1977. – 256с.

7. Япаскурт О. В. Литология: учебник / О. В. Япаскурт. – Москва: ИНФРА-М, 2023. – 359с.

УДК 911.6 DOI: 10.35735/9785605515623_171

ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОПОЛЗНЕВОЙ ОПАСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Степнова Ю.А., Коновалов А.В., Шевырев С.Л.
ФГБУН Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток

Аннотация. Урбанизация сопровождается освоением инженерно-неблагоприятных территорий, что в сочетании с изменением климата ведет к активизации опасных экзогенных геодинамических процессов (ОЭГП). В работе представлены результаты выполненной в 2025 году оценки оползневой опасности для юга Приморского края (г. Владивосток и прилегающие муниципальные районы). База данных ОЭГП сформирована по результатам полевых обследований, анализа научной литературы, а также на основе краудсорсинга — откликов населения и публикаций в СМИ и мессенджерах, дополненных данными дистанционного зондирования. С использованием метода логистической регрессии построена прогнозная модель активизации оползней, вызванных атмосферными осадками. Сбалансированная точность модели (~80%) позволяет рассматривать её как перспективный инструмент для систем раннего предупреждения и планирования градостроительной деятельности в регионе и строительства ответственных объектов с учетом риска проявления оползневых процессов, обусловленных осадками. Полученные результаты играют также важную роль в разработке стратегии смягчения риска для Приморского края и других субъектов Российской Федерации, подверженных оползневым явлениям.

***Ключевые слова**: оползни, урбанизация, краудсорсинг, логистическая регрессия, геоинформатика, Приморский край*

ML-BASED ASSESSMENT AND PREDICTION OF LANDSLIDE HAZARD IN PRIMORSKY KRAI

StepnovaY.A., Konovalov A.V., Shevyrev S.L.

Far East Geological Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok

Annotation. Urbanization involves the development of areas with unfavorable engineering-geological conditions, which, combined with climate change, leads to the activation of hazardous exogenous geodynamic processes. This paper presents the results of a landslide hazard assessment for the southern part of Primorsky Krai (Vladivostok and adjacent municipal districts). A database of hazardous exogenous geodynamic processes events was compiled using field surveys, analysis of scientific literature, and crowdsourcing methods — including public reports and publications in mass media and messengers, supplemented by remote sensing data. A predictive model for rainfall-induced landslide activation was developed using logistic regression. The balanced accuracy of the model (~80%) suggests its potential applicability for early warning systems and urban planning purposes in the region. The obtained results can be used for urban development planning and construction of critical infrastructure considering the risk of rainfall-induced landslides. These findings also play an important role in developing risk mitigation strategies for Primorsky Krai and other regions of the Russian Federation susceptible to landslide processes.

***Keywords:** landslides, urbanization, crowdsourcing, logistic regression, GIS, Primorsky Krai*

Введение. Активное строительство на юге Дальнего Востока России, в том числе на инженерно-неблагоприятных участках (оползнеопасных склонах, затапливаемых территориях), повышает риски возникновения чрезвычайных ситуаций природно-антропогенного характера. Проблема усугубляется глобальным изменением климата и развитием техногенно-природных процессов, что требует разработки современных методов оценки и прогноза опасных экзогенно-геодинамических процессов (ОЭГП).

Целью работы являлось создание прогностических моделей активизации оползней и селей на юге Приморья под влиянием природно-климатических факторов. Исследование опиралось на сбор и анализ данных об ОЭГП на основе полевых наблюдений, дешифрирования спутниковых изображений, опубликованной литературы и краудсорсинговых источников (социальные сети, мессенджеры, СМИ). Дополнительно использовались архивные материалы и космические снимки (сервис Google Карт). На этой основе сформирована база данных, включающая более 150 случаев проявления ОЭГП.

Существующая климатическая модель [1] предсказывает увеличение количества осадков в последующие годы. Она учитывает мезомасштабную влажностную конвергенцию, которая считается ключевым фактором формирования экстремальных осадков [1]. Согласно этой модели, объем выпавших осадков к 2100 г. вырастет на 41%. В этой связи интенсификация осадков может повлечь за собой увеличение количества случаев ОЭГП и связанного с ними ущерба. Поэтому разработка прогностической модели для оценки потенциально угрожаемых территорий Приморского края в условиях изменения климата является актуальной задачей.

В соответствии с принятой моделью [1], превышение объемом выпавших осадков сорбционной способности почвы приводит к формированию поверхностного стока. Сток может явиться фактором, способным спроводировать движение грунтовых масс в виде селей и/или поверхностных оползней.

Существуют также оползни более глубокого залегания, когда вода, проникая в трещины и поры, увеличивает гидростатическое давление, что приводит к снижению прочности грунта и ослаблению удерживающих сил. Это приводит к сдвигам вдоль поверхности скольжения и перемещению оползневого тела.

В Приморском крае чаще всего происходят оползни и сели, обусловленные поверхностным стоком. Однако не исключены оползни, связанные с формированием более глубоких границ скольжения.

Существует несколько видов прогноза и соответствующих предикативных моделей ОЭГП. Первый вид прогноза является оперативным. Он основан на данных об осадках и других природно-климатических факторах [6, 7, 8, 11]. Большинство предикативных моделей носит вероятностный характер – они отражают вероятность возникновения ОЭГП в зависимости от уровня осадков. Некоторые модели разработаны с помощью методов машинного обучения. Они прогнозируют исход в зависимости от внешних факторов (количество осадков, угол склона и т.д.). Инструменты логистической регрессии, в том числе метод максимальной энтропии (MaxtEnt), можно рассматривать в качестве базовых алгоритмов машинного обучения (ML-алгоритмов). При этом логистическая регрессия предсказывает не само событие, а вероятность его наступления. Верификация результата применения вероятностных методов с помощью контрольного набора данных позволяет оценить эффективность модели и получить сбалансированную оценку ситуации.

Можно констатировать, что инструменты логистической регрессии успешно применяются во всем мире в задачах оперативного прогнозирования опасных оползневых процессов (например, [5, 9]). Впервые этот подход использовался для разработки предикативной модели активизации массовых селевых и оползневых процессов на территории Приморья по данным метеорологической станции в г. Владивосток [14]. Было получено

уравнение бинарного классификатора, различающего оползневые и не оползневые случаи в зависимости от количества выпавших осадков:

$$DR+0.271*AR+0.042*CP\geq 122, \qquad (1)$$

где DR – количество суточных осадков, мм (Daily rainfall), AR – значение предшествующих осадков, мм (Antecedent rainfall), CP – кумулятивное значение осадков с начала года, мм (Cumulative precipitation).

Если сумма параметров, полученных по метеорологическим данным в левой части уравнения (1), больше 122 мм, то экспонированный склон, согласно разработанной предикативной региональной модели, рассматривается как неустойчивый.

Для оценки производительности модели (1) использовался архив исторических метеорологических данных для г. Владивосток с 1 января 1914 года по 1 апреля 2020 года. На рис. 1 показана корреляционная матрица для рассматриваемых переменных (метеорологические предикторы и оползневые явления). Из представленного рисунка прослеживается корреляция между суточным уровнем осадков и оползневыми случаями.

Рис. 1. Корреляционная матрица для данных по осадкам г. Владивосток.

Высокая сбалансированная точность бинарного классификатора (около 80%) свидетельствует о перспективности практического применения предикативной модели в системах раннего предупреждения чрезвычайных ситуаций.

Второй вид прогноза является долгосрочным. Он призван выявить участки, восприимчивые к климатическим и природным факторам, способным в принципе вызвать ОЭГП. Картирование опасности основывается как на качественных, так и количественных оценках. Качественные карты основаны на экспертных знаниях, сравнительных оценках и т.д., тогда как количественные модели используют инструменты статистического анализа данных.

Особенно популярными являются карты обобщенной восприимчивости (susceptibility), которые характеризуют оползневой потенциал склоновых участков (например, [4, 13, 16]). В этом направлении востребованы модели, полученные путем машинного обучения на основе датасетов, содержащих релевантные оползневому процессу предикторы в регионе исследований (например, [2, 15]). Разработанные вероятностные логит-модели используются для составления карт оползневой опасности некоторых стран (например, [10]), что говорит об апробации данного метода машинного обучения в задачах долгосрочного прогнозирования и картирования оползневой опасности. Для эффективной работы логит-моделей достаточно относительно небольшое количество известных оползневых случаев. Поэтому данный подход является вполне перспективным для Приморского края.

Заключение

Полученные результаты обзора и анализа научно-технической литературы показывают, что инструменты логистической регрессии являются базовыми алгоритмами для построения предикативных моделей Приморского края как для целей оперативного прогноза, так и выявления потенциальных оползневых участков.

Результаты могут быть использованы для планирования градостроительства с учетом оползневых рисков, а также для интеграции в системы раннего предупреждения чрезвычайных ситуаций Приморского края и других регионов РФ.

Благодарность. *Работа выполнена по теме НИР ФГБУН ДВГИ ДВО РАН: «Трансформация природной среды и опасные геологические процессы окраинно-континентальных территорий востока Евразии в условиях изменения климата и антропогенной нагрузки».*

Литература

1. Chang P., Fu D., Liu X. et al. Future extreme precipitation amplified by intensified mesoscale moisture convergence // Nat. Geosci. 2025. https://doi.org/10.1038/s41561-025-01859-1
2. Chiang J-L, Kuo C-M, Fazeldehkordi L. Using Deep Learning to Formulate the Landslide Rainfall Threshold of the Potential Large-Scale Landslide // Water. 2022. 14(20):3320. https://doi.org/10.3390/w14203320
3. Crozier M.J. Prediction of rainfall-triggered landslides: a test of the antecedent water status model // Earth Surface Processes and Landforms. 1999. 24(9), 825–833. https://doi.org/10.1002/ (sici)1096-9837(199908)24:9%3c825::aid-esp14%3e3.0.co;2-m
4. Ebrahim K.M.P., Gomaa S.M.M.H., Zayed T. et al. Rainfall-induced landslide prediction models, part ii: deterministic physical and phenomenologically models // Bull Eng Geol Environ. 2024. 83, 85. https://doi.org/10.1007/s10064-024-03563-7
5. Hong M., Kim J., Jeong S. Rainfall intensity-duration thresholds for landslide prediction in South Korea by considering the effects of antecedent rainfall // Landslides. 2018. 15(3), 523–534. https://doi.org/10.1007/s10346-017-0892-x
6. Jemec Auflič M., Šinigoj J., Krivic M., Podboj M., Peternel T., Komac M. Landslide prediction System for rainfall induced landslides in Slovenia (Masprem) // Geologija. 2016. 59(2), 259–271. https://doi.org/10.5474/geologija.2016.016
7. Kang J., Wan B., Gao Z. et al. Research on machine learning forecasting and early warning model for rainfall-induced landslides in Yunnan province // Sci Rep. 2024. 14, 14049. https://doi.org/10.1038/s41598-024-64679-0
8. Kuradusenge M. Dissertation entitled «Predictive modelling and alert system for rainfall induced landslides", University of Rwanda (College of science and Technology), June /2022

9. Kuradusenge M., Kumaran, S., Zennaro, M. Rainfall- induced landslide prediction using machine learning models: the case of Ngororero district, Rwanda // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020. 17(11), 4147. https://doi.org/10.3390/ijerph17114147

10. Lin Q., Lima P., Steger S., Glade T., Jiang T., Zhang J., Liu T., Wang Y. National-scale data-driven rainfall induced landslide susceptibility mapping for China by accounting for incomplete landslide data // Geoscience Frontiers. 2021. Vol. 12, Iss. 6, 101248, ISSN 1674-9871. https://doi.org/10.1016/j.gsf.2021.101248

11. Liu G., Liu D., Li T., Wang F., Zou T. Joint Probability Prediction Model of Rainfall Triggered Landslides and Debris Flows // Open Journal of Geology. 2012. 2, 103-110. https://doi.org/10.4236/ojg.2012.22011.

12. Liu X., Miao C. Large-scale assessment of landslide hazard, vulnerability and risk in China // Geomatics, Natural Hazards and Risk. 2018. 9. 1037-1052.

13. Oliveira S.C., Zêzere J.L., Garcia R.A.C. et al. Landslide susceptibility assessment using different rainfall event-based landslide inventories: advantages and limitations // Nat Hazards. 2024. 120, 9361–9399. https://doi.org/10.1007/s11069-024-06691-1

14. Stepnova Y.A., Stepnov A.A., Konovalov A.V. et al. Predictive Model of Rainfall-Induced Landslides in High-Density Urban Areas of the South Primorsky Region (Russia) // Pure Appl. Geophys. 2022. 179, 4013–4024. https://doi.org/10.1007/s00024-021-02822-y

15. Tang T. et al. 2021 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 643 012137

16. Wang C., Zhou J., Wang Z. et al. Assessment of landslide susceptibility in watersheds during extreme rainfall using a complex network of slope units // Sci Rep. 2025. 15, 5194. https://doi.org/10.1038/s41598-025-89039-4

УДК 631.4:551.8 DOI: 10.35735/9785605515623_176

ПАЛЕОПОЧВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОАРХИВОВ ГОРОДИЩА КРИНИЧНОЕ (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)

Сухин Д. В.,
Дальневосточный федеральный университет

Аннотация. На территории раскопов городища Криничное (Хорольский р-н) проведены почвенные исследования по изучению морфологического строения генетических профилей и разделению естественных почвенных горизонтов и антропогенных культурных слоев (КС) с признаками жизнедеятельности древних поселений.

Ключевые слова: *археологический раскоп, почвы, генетические горизонты, культурный слой.*

PALEOSOIL RESEARCH FROM GEOARCHIVES OF KRINICHNOYE SETTLEMENT SITE (PRIMORSKY TERRITORY)

Sukhin D. V.,
Far Eastern Federal University

Abstract. Soil studies were carried out at the excavation site of Krinichnoye settlement (Khorolsky district) to study the morphological structure of soil profiles and the division of natural soil horizons and anthropogenic cultural layers (CL) with signs of ancient habitation.

Key words: *archaeological excavation site, soils, genetic horizons, cultural layer.*

Введение. Почва, по определению В.В. Докучаева, как «самостоятельное естественноисторическое тело…» является источником информации о взаимодействиях прошлого – «зеркалом ландшафта» [5]. Его идеи развились в концепцию памяти почв – «способности почвенной системы запоминать, записывать в своих устойчивых свойствах информацию об условиях (факторах) и процессах своего формирования и дальнейшего изменения во времени» [14, С. 24].

Естественное состояние почвенного покрова и его антропогенная трансформация отражаются в целом ряде диагностических признаков и, в первую очередь, в морфологическом строении профиля почв.

Комплексный подход к изучению памятников археологии позволяет по почвенным исследованиям отличить естественные почвенные горизонты от антропогенных культурных слоев (КС), обогащенных органикой и фосфором, которые свидетельствуют об особенностях бытовой и производственной деятельности древнего населения. Исследования культурного слоя включают, прежде всего, комплекс палеоэкологических и палеопочвенных методов. Среди них наряду с спорово-пыльцевым анализом и радиоуглеродным датированием важное место занимают изучение морфологического строения и химические анализы напластований, включающие определение содержания органического углерода, фосфора, тяжелых металлов.

Целью данного исследования явилось изучение строения почвенных профилей в археологических раскопах городища Криничное в Хорольском районе Приморья с целью дифференцировать естественные почвенные горизонты и культурные слои.

Материалы (объект) и методы. Археологический объект «Городище Криничное» расположен в северо-западной части Хорольского района, на пологом склоне, в 2 км юго-восточнее с. Поповка [2]. Почвенный покров исследуемой территории, согласно почвенно-географическому районированию (ПГР), входит в Уссурийско-Ханкайскую провинцию зоны бурых и подзолисто-бурых лесных почв хвойно-широколиственных лесов восточной

буроземно-лесной области суббореального пояса [11, 12]. Для Хорольского мелкосопочного района характерно развитие горно-лесных бурых слабокислых почв (буроземов) [6, 7; 9]. Растительный покров представлен леспедецево-разнотравными дубняками с развитым напочвенным покровом. Современный почвенно-растительный покров городища как правило имеет следы антропогенного и пирогенного воздействия.

При проведении палеопочвенных исследований в августе 2025г. были использованы три участка археологических раскопов 2023г. и 2025г. Раскоп 1-2023, сравнительно небольших размеров, характеризует антропогенно-измененный почвенный покров археологического объекта – места древнего поселения. В почвенном профиле на стенке (бровке) резко выделяются культурные слои, сохранившие характерные морфологические признаки жизнедеятельности людей. Раскоп 2-2025 вскрывает обширное археологическое наследие, показывающее условия обитания и результаты жизнедеятельности древнего поселения. Вскрытие бровки раскопа позволило проследить на выделенных трех почвенных профилях специфику уклада жизнедеятельности людей. Раскоп 3-2025 представляет собой участок без видимого антропогенного воздействия и используется как объект фонового (естественного) состояния. Его почвенный профиль состоит из естественных генетических горизонтов без видимых признаков антропогенного воздействия.

Методы исследования: для выявления связи свойств естественных и антропогенно-измененных горизонтов почв применялись метод морфологического анализа почвенного профиля и сравнительно-географический метод, показывающие формирование профиля в определенных географических условиях.

Почвенные анализы выполнялись в лабораториях кафедры почвоведения Института мирового океана ДВФУ по стандартным методикам: содержание Сорг – по Тюрину и содержание легкорастворимого фосфора по Кирсанову [3].

Результаты и их обсуждение. Основной объект исследования в археологии – культурный слой (КС), в котором сосредоточена информация о взаимодействии (взаимовлиянии) человека и природы. Остановимся на том, как его рассматривают представители естественных наук – почвоведы. Сычева С.А. определяет КС как «целостное природно-историческое тело, представленное вещественными остатками искусственного происхождения – артефактами (антропогенный компонент) и органоминеральным субстратом – заполнителем (природный компонент)» [13]. Александровский А.Л. рассматривает культурный слой как «слой почвы (грунта) на месте археологического памятника: древнего поселения, могильника, производственного комплекса, различных земляных сооружений и других объектов, имеющий природно-антропогенную природу и содержащий следы материальной деятельности человека» [1].

Остановимся на характеристике морфологического строения почвенных профилей в раскопах Кричного городища.

Типовая принадлежность почв раскопов по условиям формирования и морфологическим признакам, согласно современным источникам [8, 10], соответствует буроземам типичным и глееватым или буроземам темным. Наличие в профиле культурных слоев позволяет выделять их на уровне подтипа – антропогенно-измененные [4].

РАСКОП 1-2023. Участок представляет собой стенку бровки раскопа, проведенного археологами на территории Криничного городища. Заложен в естественном понижении, вытянутом вдоль склона. Растительность: дубняк леспедецево-разнотравный.

Стена археологического раскопа для изучения почвенного профиля находится в наиболее пониженной части раскопа – в западине жилища. В процессе проведения археологических работ уничтожен верхний естественный слой подстилки.

AU 0–(5-6) см. Чёрный, свежий, комковато-порошистый, переплетен корешками трав (слабо задернован), легкосуглинистый, переход заметный.

AUBM КС (5-6)–(15-18) см. Темно-серый с выраженным бурым оттенком и рыжеватыми вкраплениями, переплетен корнями трав, уплотнен, включения обломков породы (преимущественно размером до 2-3 см), среднесуглинистый, переход ясный.

AU КС 14–(20-26) см. В виде пятна неравномерного по мощности – черный с буроватым оттенком, с единичными корешками растений, влажный, мелкокомковатый, уплотнен, среднесуглинистый, включения небольших обломков породы (размером 1-2 см), переход заметный.

BM1 КС 26–43 см. Бурый с охристым оттенком, с вкраплением углистых частиц, влажный, плотный, среднесуглинистый, скелетный, переход ясный.

BM2g КС 43–54 см. Желтовато-бурый с сизыми и охристо-ржавыми пятнами (явные признаки оглеения), вкрапления черного цвета (углистые), влажный, плотный, тяжелосуглинистый, скелетный, переход заметный.

BC 54-56 см и ниже. Серовато-бурый, влажный, плотный, сильно скелетный.

Почва: бурозем темный глееватый антропогенно-измененный на делювии почвообразующей породы.

Морфологическое строение профиля раскопа 1, несмотря на общую сохранность генетических горизонтов, фиксирует нарушение их однородности в средней части профиля и наличие «вытянутого пятна» чёрного цвета и вкрапленияй углистых частиц, что свидетельствует о накоплении антропогенного материала и позволят выделить срединные горизонты профиля как культурные слои. Специфика морфологического строения подтверждается высоким содержание углерода (в аккумулятивно-гумусовом горизонте – до 17,6%, а ниже по профилю – в пределах 12.6-12.8%) и легкорастворимого фосфора (до 86,9 мг/100г почвы в горизонте AU, со снижением вниз по профилю до 22-10 мг/100г почвы).

РАСКОП 2-2025. Представляет собой бровку раскопа с наиболее характерными показателями археологических свидетельств жилища. Растительность: дубняк леспедецево-разнотравный.

На вертикальном срезе бровки (справа налево) выделены 3 почвенных профиля без интервалов между ними, горизонты которых плавно переходят друг в друга в горизонтальной проекции. В процессе проведения археологических работ уничтожен верхний естественный слой подстилки.

Профиль 1 (крайний справа)

AU 0–(7-8) см. Черный, влажный, мелкокомковатый, супесчаный, уплотнен, переплетен корешками трав, переход ясный.

AUBM (7-8)–(15-22) см. Темно-серый с выраженным темно-коричневым оттенком, неравномерный по мощности, влажный, комковато-порошистый, легкосуглинистый, уплотнен, переход ясный.

BM1 (15-22)–35 см. Бурый, влажный, мелкокомковатый, супесчаный, единичные корни трав и обломки породы, уплотнен, переход ясный.

BM2 КС 26–35 см. Пятно черного цвета с буроватым оттенком расположено слева в профиле на глубине 26-35 см, влажный, порошистый, супесчаный, переход ясный.

Ниже 35 см – дно раскопа – горизонт BC.

Почва: бурозем темный антропогенно-измененный на делювии почвообразующей породы.

Профиль 2 (срединный)

AU 0–(6-9) см. Черный с буроватым оттенком, влажный, комковато-порошистый, супесчаный, уплотнен, переплетен корешками трав, с включением мелких обломков породы, переход заметный.

AUBM (6-9)–(15-20) см. Темно-бурый с темно-серым оттенком, влажный, мелкокомковатый, легкосуглинистый, единичные мелкие обломки породы, единичные корешки трав, переход ясный.

BM (15-20)–38 см. Бурый (светлее вышележащего), влажный, единичные корешки трав, мелкокомковатый, легкосуглинистый, переход ясный.

Ниже 38 см – дно раскопа – горизонт BC.

Почва: бурозем темный антропогенно-измененный на делювии почвообразующей породы.

Профиль 3 (крайний слева).

AU 0–(5-8) см. Черный с буроватым оттенком, свежий, мелкокомковатый, легкосуглинистый, переплетен корешками трав, активно освоен муравьями, переход заметный.

AUBM КС (5-9)–(12-18) см. Темно-бурый до черного, влажный, мелкокомковатый, легкосуглинистый, переход резкий.

BM КС 13-38 см. Насыщенно черный, углистый, клином уходящий острым углом влево, влажный, супесчаный, отдельные мелкие обломки породы, переход ясный

Ниже 38 см – дно раскопа – горизонт BC

Почва: бурозем темный антропогенно-измененный на делювии почвообразующей породы.

Наиболее четко культурные слои выражены в почвенных профилях раскопа 2. Диагностическими признаками антропогенного происхождения здесь выступают: черная, темно-серая окраска, обусловленная наличием включения углистых частиц во всех горизонтах; неоднородная пятнистая окраска; резкие границы и наличие клиновидных структур (например, «клин углистого чёрного горизонта» в профиле); чередование уплотненных и рыхлых слоев, не связанное с естественным сложением. Так, в профиле 3 под гумусовым горизонтом залегает серия чередующихся темно-бурых и насыщенно-черных углистых прослоек, уходящих клином до глубины 38 см. Подобное залегание может интерпретироваться как следы глубокого антропогенного воздействия, связанного с жизнедеятельностью поселения. В профилях 1 и 2 углистые включения фиксируются на глубинах значительно ниже уровня залегания естественного гумусового горизонта (до 22–35 см), что однозначно указывает на переотложение материала в результате антропогенеза.

Содержание углерода остается высоким во всех трех профилях раскопа (12,4-12,8%). Легкорастворимый фосфор максимально накапливается в гумусовых горизонтах (63-81 мг/100г почвы), снижаясь вниз по профилю до 7-10 мг/100г почв.

РАСКОП 3-2025. Место заложения раскопа представляет собой участок без видимых признаков современного антропогенного воздействия на территории Криничного городища.

Используется как фоновый участок с характерными признаками буроземов темных, согласно современной классификации почв России [8, 10]. Растительность: дубняк леспедецево-разнотравный. В профиле сохранен верхний естественный слой подстилки.

AO 0–3 см. Подстилка: в верхней части (0-2 см) состоит преимущественно из сухих неразложившихся прошлогодних листьев дуба и веточек травостоя; в нижней части (2-3 см) из средне-хорошо разложившего опада, влажная в нижней части, переход резкий.

AU 3–(14-16) см. Темно-серый до черного со слабым буроватым оттенком, неравномерный по мощности, влажный, переплетен корешками трав, среднесуглинистый, слабо уплотнен, переход языковатый.

AUBM (14-16)–26 см. Темно-бурый с серым оттенком, влажный, уплотнен, среднесуглинистый, скелетный из сильно разложившихся обломков породы преимущественно размером до 2 см с единичными более крупными обломками в виде «кирпичиков» ржавого цвета, переход заметный, волнистый.

BM1 26-45 см. Бурый с ржавыми охристо-бурыми вкраплениями разложившейся породы, влажный, легкосуглинистый, плотный, переход постепенный.

BM2 45-57 см. Бурый, влажный, сильно скелетный, плотный, переход постепенный.

ВС 57-76 см. Ярко-бурый, сильно скелетный – мелкая дресва с ярко рыжими вкраплениями.

Почва: бурозем темный на делювии почвообразующей породы.

Почвенный профиль раскопа 3 представляет фоновый участок с ненарушенным сложением и демонстрирует классическое строение буроземов: четко выраженная лесная подстилка сменяется темно-серым гумусовым горизонтом, который через переходный горизонт постепенно сменяется иллювиальной толщей и материнской породой. Все горизонты характеризуются плавными переходами, однородной окраской в пределах каждого слоя и отсутствием антропогенных включений, что позволяет рассматривать данный разрез в качестве эталона естественного почвообразования.

Содержание углерода и его распределение по профилю имеет характерную закономерность с максимумом в подстилке – 21,6% и снижением до 12,1-12,7% в минеральных горизонтах. Максимальное содержание легкорастворимого фосфора характерно для подстилки (79мг/100г почвы) с резким уменьшением в минеральных горизонтах до 7,5-8,1мг/100г почвы.

Заключение

Палеопочвенные исследования раскопов Кричного городища позволили дифференцировать естественные почвенные горизонты (раскоп 3 и нижние горизонты раскопов 1 и 2) и антропогенные культурные слои КС (верхняя и средняя части раскопов 1 и 2), характеризующиеся наличием углистых включений, неоднородностью окраски и нарушенным залеганием генетических горизонтов.

Морфологическое строение почвенных профилей трех раскопов позволило выявить принципиальные различия, обусловленные характером антропогенного воздействия.

Данные морфологических признаков отдельных генетических горизонтов и содержания в них углерода и легкорастворимого фосфора используются как маркеры жизнедеятельности древних поселений.

Проведенное исследование планируется дополнить аналитическими данными, в частности, о содержании фосфора методом рентген-флуоресцентной спектроскопии и о наличии ряда тяжелых металлов как показателей антропогенного воздействия.

Литература

1. Александровский А.С. Культурный слой: генезис, география, систематика, палеоэкологическое значение // Материалы междисциплинарной научной конференции «Археология и естественные науки в изучении культурного слоя объектов археологического наследия» / Товарищество научных изданий КМК. – Москва: 2018. С. 7-16.

2. Анзулис Я.Е. Отчет об археологических раскопках на территории выявленного объекта археологического наследия «Городище Криничное» в Хорольском муниципальном округе Приморского края в 2024 г. Ф-1; Оп.2. №932

3. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 487 с.

4. Герасимова М.И., Строгонова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация. Учебное пособие. Под редакцией академика РАН Г.В. Добровольского. Смоленск: Ойкумена, 2003. – 268 с.

5. Докучаев В.В. Соч. М.; Л, 1949. Т. 1. С. 378.

6. Иванов Г.И. Почвы Приморского края. Владивосток. Дальневосточн. кн. изд-во, 1964, 107 с.

7. Иванов Г.И. Почвообразование на юге Дальнего Востока. М.: Наука, 1976. 199 с.

8. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

9. Ознобихин В.И., Рыбачук Н.А., Иванов Г.И. Почвенно-географическое районирование: теоретические и прикладные аспекты. – Владивосток: ДВО РАН, 1995. – 161с.

10. Полевой определитель почв. –М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. – 182 с.

11. Почвенно-географическое районирование СССР / Г.В. Добровольский И.С. Урусевская, Н.Н. Розов. – М.: ГУГК, 1983.

12. Почвенно-географическое районирование СССР. – М., Изд-во АН СССР, 1962. – 422с.

13. Сычева С.А. Культурные слои древних поселений как объект междисциплинарных исследований // Культурные слои археологических памятников. Теория, методы и практика исследований. Материалы научной конференции / Отв. ред.: С.А. Сычева, А.А. Узянов. – М.: НИА-Природа, 2006. – С. 45–54.

14. Таргульян В.О. Память почв: формирование, носители, пространственно-временное разнообразие // Память почв: Почва как память биосферно-геосферно-антропосферных взаимодействий / Отв. ред. В.О. Таргульян, С.В. Горячкин. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – С. 24.

УДК 551.5 DOI: 10.35735/9785605515623_182

ДИНАМИКА СУММ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ ЯКУТИИ

Тимофеев М.А.,
Северо-восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск

Аннотация. Исследована динамика положительной температуры воздуха по данным 16 метеостанций, которые расположены на территории арктической зоны Якутии. Исследуемые метеостанции: Верхоянск, Среднеколымск, Джалинда, Сухана, Оленек, Депутатский, Кюсюр, Джарджан, Саскылах, Юбилейная, Усть-Чаркы, Тикси, Чокурдах, Бухта Амбарчик, Жиганск, Остров Котельный. Эти станции имеют продолжительные временные ряды без длительных пропусков в рассматриваемом периоде. Временной диапазон 1961-2020 гг. Показано наличие трендов на увеличение количества дней с положительной температурой воздуха. Отмечено увеличение сумм активных температур выше 10 °С (САТ) в современном периоде относительно базового для всех метеостанций. Наибольший прирост суммы температур наблюдается у Верхоянска, а наименьший у станции Остров Котельный. Пространственное распределение роста температуры при этом неравномерно. У шести метеостанций сумма температур начала превышать 1500 °С, при этом в базовом периоде такого не наблюдалось.

Ключевые слова: *метеостанции, температура воздуха, СПТ, САТ, Арктика.*

DYNAMICS OF SUM OF POSITIVE AIR TEMPERATURES IN THE ARCTIC ZONE OF YAKUTIA

Timofeev M.A.,
Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk

Abstract. This study analyzes the dynamics of positive air temperature data from 16 meteorological stations located in the Arctic zone of Yakutia. The stations included are: Verkhoyansk, Srednekolymsk, Dzhalinda, Sukhana, Olenek, Deputatsky, Kyusyur, Dzharjan, Saskylakh, Yubileynaya, Ust-Charky, Tiksi, Chokurdakh, Bukhta Ambarchik, Zhigansk, and Ostrov Kotelny. These stations provide long-term time series without significant gaps over the study period from 1961 to 2020. The results indicate a trend toward an increase in the number of days with positive air temperatures. A rise in the sum of active temperatures above 10 °C (SAT) was observed in the modern period compared to the baseline for all stations. The highest increase in temperature sums was recorded at Verkhoyansk, while the smallest was observed at Ostrov Kotelny. The spatial distribution of warming is uneven. For six meteorological stations, temperature sums began to exceed 1500 °C, a phenomenon not observed during the baseline period.

Keywords: *meteorological stations, air temperature, sum of positive temperatures (SPT), sum of active temperatures (SAT), Arctic.*

Введение. Арктический регион является одним из наиболее чувствительных индикаторов глобальных климатических изменений, где повышение температур происходит в два раза быстрее, чем в среднем по планете [5, 6]. Суммы положительных температур (СПТ) — интегральный показатель теплового режима, отражающий накопление тепла за период, когда среднесуточные температуры превышают 0 °С, — играют ключевую роль в формировании экосистем, динамики многолетней мерзлоты и ледового покрова. А суммы активных температур (САТ) служат важным индикатором для оценки вегетационных циклов и биологической активности экосистем [10, 11]. Потепление климата в Арктике приведет к

интенсивному продвижению клещевых инфекций, так как будут расширяться ареалы переносчиков [7, 8]. И к тому, что на территории арктической зоны Якутии смогут широко распространиться те растения, что раньше там не могли произрастать.

Изменение климата в арктической зоне Якутии является одной из наиболее динамично развивающихся и экологически значимых проблем современности. Несмотря на многочисленные исследования, посвященные температурным трендам в Арктике [3, 12], детальный анализ динамики сумм положительных температур остается недостаточно изученным, особенно в контексте региональных вариаций и их долгосрочных последствий. Несмотря на возрастающее внимание к климату Арктики, пространственно-временная динамика сумм положительных температур именно в арктической зоне Якутии, отличающейся контрастностью природных условий, остается недостаточно изученной. Существующие работы часто фокусируются на экстремальных температурах или сезонных показателях, в то время как кумулятивные тепловые ресурсы, описываемые СПТ и САТ, несут уникальную информацию о совокупном тепловом воздействии на окружающую среду.

Термический режим в арктической зоне Якутии рассматривался в работах [1, 4]. Было показано, что Арктика нагревается быстрее, по сравнению со средними широтами. Дополнительной проблемой является огромные расстояния между метеостанциями, поэтому для таких районов целесообразно использовать пространственные покрытия реанализов, что отмечено в работах [13, 14].

Материалы и методы. Статистическая обработка производилась в среде Rstudio пакеты “stats”, “dplyr” для статистической обработки и пакет “ggplot2” для построения графиков. Для оценки общих термических ресурсов использовалась сумма активных температур выше 10 °С, так как большинство растений активно растёт при превышении данного порога. Росгидрометом определены тридцатилетние климатические периоды, базовый – 1961-1990 г. и современный 1991-2020 гг. Рассчитана величина изменения САТ между этими периодами для каждой метеостанции.

Выбрано 16 метеостанций, которые расположены севернее 66°30′ N, данные с которых находятся в открытом доступе [15], и имеют длительные временные ряды без пропусков. Самой северной станцией среди выборки является станция остров Котельный (76°00′ N, 137°52′ E), а возле границы Полярного круга расположена станция Жиганск (66°47′ N, 123°22′ E). Самой западной точкой является метеостанция Оленек (68°31′ N, 112°29′ E), а самой восточной Бухта Амбарчик 69°37′ N, 162°18′ E).

Для того, сравнить динамику СПТ с данными до 1961 г., в данной работе использованы данные метеостанций Верхоянск и Жиганск, предоставленные Агроклиматическим справочником ЯАССР [9] за исторический период до 1961 г. Рассчитывалась СПТ и САТ нарастающим итогом на последний день каждой декады с мая по сентябрь. Для выявления трендов использовались методы сравнительного и статистического анализа.

Результаты и обсуждение. По данным среднесуточных температур построен график количества дней с положительной температурой за период с 1961-го по 2020-й (Рис. 1). Такое графическое представление позволяет наглядно продемонстрировать, что количество теплых дней увеличивается для всех рассмотренных станций.

Только на одной метеостанции 21432 – Остров Котельный, СПТ за весь период наблюдений не превышала 500 °С, но при этом на ней всё равно заметен тренд на увеличение количества теплых дней. Так в базовом периоде СПТ превысила 100, только один раз в 1971 г, а в современном периоде число таких лет больше десяти.

Три метеостанции выдают СПТ выше 1500 как в базовом, так и в современном периоде. Это 24266 – Верхоянск, 24343 – Жиганск, 24371 – Усть-Чаркы.

У шести метеостанций 21908 – Джалинда, 21921 – Кюсюр, 24125 – Оленек, 24136 – Сухана, 24143 – Джарджан, 25206 – Среднеколымск ярко показано, что в последние годы

сумма температур начала превышать 1500, при этом в базовом периоде такие суммы не достигались.

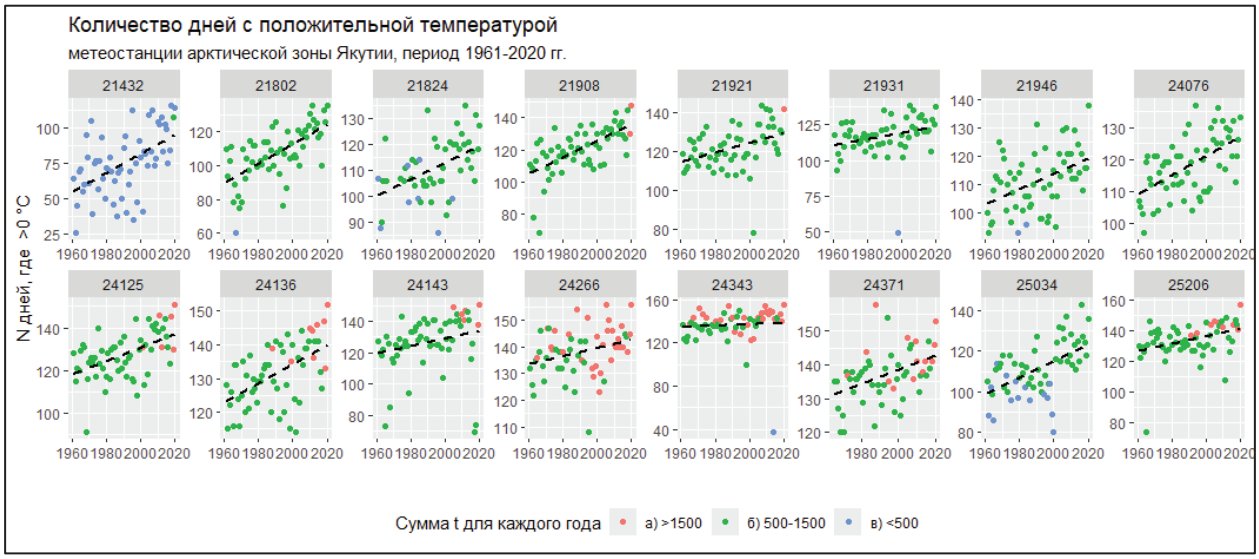


Рис. 1. Количество дней с температурой выше 0 °C. Цвет точек характеризует СПТ по градациям. Черной пунктирной обозначена линия тренда.

За 60-летний период наблюдается устойчивая тенденция к увеличению продолжительности периода с положительными температурами. Период интенсивного роста особенно выражен в последнее двадцатилетие (2001–2020 гг.), но тренд на увеличение начался гораздо раньше. В базовом периоде у метеостанции 21432 Остров Котельный среднее количество дней с положительной температурой составляло 66, а в современном 84. Это дает величину линейного роста порядка 0,3 дней в год. Это наибольшее значение из рассмотренных станций. Аналогичный высокий рост отмечен и для метеостанций 21802 – Саскылах и 21908 – Джалинда, у которых величина роста держится на уровне 0,2 дней в год за 60 лет. При этом у других станций значения величины тренда ниже. Наиболее убедительным свидетельством климатических изменений служит поведение станций, расположенных в континентальных районах Якутии. Например, на станции 24125 – Оленек, где базовый период демонстрировал СПТ в диапазоне 1000–1300 °C, в современный период значения стабильно превышают 1500 °C, а в отдельные годы приближаются к 1700 °C. Таким образом, даже если абсолютные значения СПТ остаются сравнительно низкими на арктических островах, как на Котельном, устойчивый рост продолжительности теплого сезона повсеместно указывает на глубокую перестройку термического режима всего региона, последствия которой носят комплексный и необратимый характер.

В климатическом справочнике [9] параметры рассчитывались для временных рядов до 1961 г., при этом представлена информация о средних суточных положительных температурах нарастающим итогом (Табл. 1) рассчитана только у двух арктических метеостанций – Верхоянск и Жиганск. Поэтому расчеты сумм производились только для этих двух станций, чтобы можно было сравнить с историческими данными. По обеим станциям наблюдается устойчивый рост СПТ от исторического периода к современному.

Для Верхоянска абсолютный прирост за весь период наблюдений составил 164 °C, и 103 °C для Жиганска. Важно отметить смещение сроков накопления тепла. В Верхоянске к 20 мая величина СПТ в современный период (46 °C) более чем в 2.5 раза превышает значение исторического периода (17 °C). Это свидетельствует о более раннем начале и интенсивном прогреве в весенний период. Рост САТ выражен ещё более значительно, чем СПТ. К 31 августа величина САТ у Верхоянска возросла с 817 °C (ист. пер.) до 835 °C (1961–1990) и до 967 °C

(1991–2020). Максимальные значения в современном периоде (1261 °С на 31 августа) не только значительно выше, но и фиксируются позднее, что указывает на продление периода активной вегетации. Для станции Жиганск наблюдается аналогичная, но менее выраженная тенденция: рост с 1078 °С (ист. пер.) до 1134 °С (1961–1990) и до 1238 °С (1991–2020) на ту же дату (31 августа). Появление значимых величин САТ уже во второй декаде мая в Верхоянске (32 °С для периода 1991–2020 против отсутствия значений в более ранние периоды) является ключевым индикатором смещения фенологических дат на более ранние сроки.

Таблица 1

Суммы положительных средних суточных температур воздуха выше 0, 10 °С нарастающим итогом на последний день декады. Сведения за исторический период до 1961 г. составлены по данным агроклиматического справочника [9]

Период		Май		Июнь			Июль			Август			Сентябрь		
		20	31	10	20	30	10	20	31	10	20	31	10	20	30
Верхоянск															
$\sum t_0$	**Ист.**	17	90	196	326	472	627	783	946	1079	1188	1284	1346	1373	1374
	1961-90	31	105	214	346	494	658	810	967	1101	1210	1303	1358	1383	1384
	1991-20	46	138	257	399	559	725	898	1074	1223	1347	1449	1512	1535	1538
$\sum t_{10}$	**Ист.**	-	-	67	197	343	498	654	817	950	1059	-	-	-	-
	1961-90	-	-	82	215	363	526	678	835	970	1059	1069	-	-	-
	1991-20	-	32	151	293	453	619	792	967	1117	1240	1261	-	-	-
Жиганск															
$\sum t_0$	**Ист.**	5	68	162	285	431	592	755	931	1073	1189	1287	1351	1390	1405
	1961-90	13	62	156	276	417	576	738	911	1058	1175	1281	1350	1384	1389
	1991-20	23	90	197	331	488	652	826	1001	1149	1275	1386	1457	1498	1508
$\sum t_{10}$	**Ист.**	-	-	31	154	300	461	624	800	942	1058	1078	-	-	-
	1961-90	-	-	63	183	324	483	645	817	965	1082	1134	-	-	-
	1991-20	-	-	97	231	389	553	727	901	1049	1176	1238	-	-	-

Наиболее значительный прирост тепла (Рис. 2) наблюдается в континентальных районах, удаленных от смягчающего влияния Северного Ледовитого океана. Верхоянск – континентальная часть арктической зоны Якутии. Среднеколымск - восточный сектор. Сухана - западный сектор. Это согласуется с физикой климатических процессов: прогрев суши происходит интенсивнее, чем прогрев океана. Наименьшие изменения зафиксированы в прибрежных и островных районах. О. Котельный - островная Арктика. Тикси - побережье моря Лаптевых. Бухта Амбарчик - побережье Восточно-Сибирского моря. Адвекция холодных воздушных масс с еще не полностью свободной от льда акватории Арктики оказывает сдерживающее влияние на рост летних температур.

По оси абсцисс показана величина изменения САТ, при этом на всех рассмотренных метеостанциях величина изменения строго положительная. Это однозначно свидетельствует о значительном потеплении климата в регионе, что полностью согласуется с мировыми тенденциями усиления глобального потепления в Арктике. Наибольший рост отображен для метеостанции Верхоянск, при этом в базовом периоде, сумма была выше 1500. Наименьший рост наблюдается у метеостанции Остров Котельный, у которой так же отмечена наименьшая сумма активных температур.

В целом наблюдается тенденция: чем выше были САТ в базовом периоде, тем значительнее абсолютный прирост тепла в современном периоде. Это указывает на нелинейный характер потепления — более теплые районы разогреваются быстрее, что может

вести к увеличению контрастов внутри региона. Рост САТ напрямую свидетельствует о продлении периода биологической активности. Создаются условия для продвижения древесной растительности на север и смещению границ природных зон [1, 2].

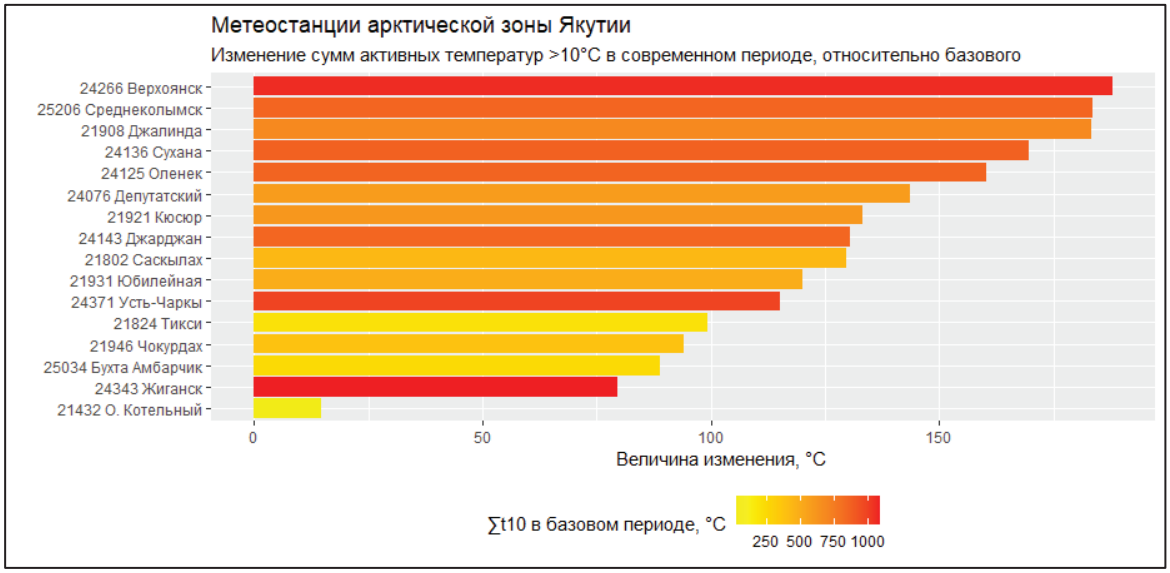


Рис. 2. Изменение САТ в современном (1991-2020 гг.) периоде, относительно базового (1961-1990 гг.). Цвет заливки показывает сумму активных температур, что была отмечена в базовом периоде.

Заключение

В арктических районах Якутии число дней с положительной температурой неуклонно увеличивается на всех рассмотренных метеостанциях. При этом чем выше была величина САТ в базовом периоде, то тем и больше потепление. Проведенный анализ выявил наличие тренда на рост СПТ и САТ. Установлено, что современный период характеризуется наиболее интенсивным увеличением термических ресурсов. Показана пространственная неоднородность потепления в Арктике. Наблюдаемые в последние десятилетия резкие межгодовые скачки суммы положительных температур свидетельствуют о дестабилизации климатической системы региона. Эти скачки, приводящие к регулярному превышению исторических пороговых значений, стали новой климатической нормой. Данная динамика указывает на фундаментальный и ускоряющийся сдвиг в термическом режиме, ведущий к глубоким изменениям в природной среде.

Полученные результаты согласуются с глобальными тенденциями изменения климата и подчеркивают необходимость разработки адаптационных мер для социально-экономического развития арктических районов Якутии.

Литература

1. *Белоновская Е.А.*, *Тишков А.А.*, *Вайсфельд М.А.*и др. "Позеленение" Российской Арктики и современные тренды изменения ее биоты // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2016. – № 3. – С. 28-39. DOI 10.15356/0373 2444 2016 3 28 39.

2. *Варламова Е.В.*, *Соловьев В.С.* Мониторинг растительного покрова арктической зоны Восточной Сибири по спутниковым данным // Наука и образование. – 2012. – № 2. – С. 58-62.

3. *Васильев М.С.*, *Николашкин С.В.*, *Каримов Р.Р.* Сравнение приземной температуры воздуха в Якутии по данным реанализа и наземных наблюдений // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. – 2014. – Т. 11. – № 5. – С. 82-88.

4. *Васильев М.С.*, *Петрова А.Н.* Температурный режим холодного периода в Арктической зоне Якутии за 1960 2022 гг // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. – 2024. – Т. 29. – № 1. – С. 60 68. DOI 10.31242/2618 9712 2024 29 1 60 68.

5. *Данилов Ю.Г.* Изменение климата в Арктике на примере Якутии // Арктика: инновационные технологии, кадры, туризм. – 2021. – № 1(3). – С. 34-48.

6. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2021 год. М.; 2022:104. URL: https://www.meteorf.gov.ru/images/news/20220324/4/Doklad.pdf (дата обращения: 01.08.2025).

7. *Игнатьева М.Е.*, *Самойлова И.Ю.*, *Будацыренова Л.В.*, *Григорьева В.И.* Клещевой вирусный энцефалит в Республике Саха (Якутия) // Здоровье основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2022. – Т. 17. – № 2. – С. 817-830.

8. *Малхазова С.М.*, *Миронова В.А.*, *Башмакова И.Х.* Природноочаговые болезни в Арктике в условиях меняющегося климата // Вестник Московского университета. Серия 5: География. – 2022. – № 1. – С. 43-57.

9. Мозалевская А.К. Агроклиматический справочник по Якутской АССР. – Л.: Гидрометеоиздат, 1963. – 146 с.

10. *Носкова Е.В.*, *Вахнина И.Л.*, *Рахманова Н.В.* Суммы активных температур воздуха (выше 10° С) на территории Забайкальского края // Успехи современного естествознания. – 2019. – № 11. – С. 148-153.

11. *Попова Е.Н.*, *Попов И.О.*, *Семенов С.М.* Оценка изменения годовой суммы активных температур и количества осадков за вегетационный период для территории России и соседних стран // Метеорология и гидрология. – 2018. – № 6. – С. 98-105.

12. *Спорышев П.В.*, *Катцов В.М.*, *Гулев С.К.* Изменения приземной температуры в Арктике: достоверность модельного воспроизведения и вероятностный прогноз на близкую перспективу // Доклады Академии наук. – 2018. – Т. 479. – № 5. – С. 569-573. DOI 10.7868/S0869565218110208.

13. *Тананаев Н.И.* Подбор оптимальной модели климатического реанализа по среднегодовой температуре воздуха для территории Республики Саха (Якутия) // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Серия: Науки о Земле. – 2023. – № 2(30). – С. 88-101. DOI 10.25587/SVFU.2023.30.2.008.

14. *Тананаев Н.И.*, *Тимофеев М.А.* Оценка точности реанализа GHCN CAMS в расчетах внутригодового распределения температуры воздуха на территории Республики Саха (Якутия) // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Серия: Науки о Земле. – 2023. – № 4(32). – С. 99-110. DOI 10.25587/2587 8751 2023 4 99 110.

15. ФГБУ «ВНИИГМИ МЦД». Специализированные массивы данных для климатических исследований [Электронный ресурс]. URL:http://aisori-m.meteo.ru/ (дата обращения: 01.05.2025).

УДК 556.114:504.064(571.63) DOI: 10.35735/9785605515623_188

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОД ОЗЕРА ХАНКА И ЕЁ ПРИТОКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СЕЗОНА

Юрченко С.Г., Болдескул А.Г. Шулькин В.М, Шамов В.В., Луценко Т.Н., Катрасов С.В.,
ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

Аннотация: Представлены данные по сезонной изменчивости основных гидрохимических характеристик вод бассейна озера Ханка в 2025 году. Показано, что гидрохимические показатели, несмотря на схожесть типа исследуемых вод, существенно варьируют по сезону и между реками под влиянием различных факторов. Масштаб сезонной изменчивости минимален в р.Комиссаровка, и далее возрастает в ряду Мельгуновка-Илистая-Спасовка. В целом, повышенные содержания гидрохимических показателей характерны для реки Спасовка, бассейн водосбора которой наиболее антропогенно освоенный.

***Ключевые слова**: озеро Ханка, макроионы, химический состав, реки бассейна озера Ханка*

HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE WATERS OF KHANKA LAKE AND ITS TRIBUTARIES DEPENDING ON THE SEASON

Yurchenko S.G., Boldeskul A.G., Shulkin V.M., Shamov V.V., Lutsenko T.N., Katrasov S.V.,
Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok

Annotation: The data on the seasonal variability of the main hydrochemical characteristics of the Lake Khanka basin waters in 2025 are presented. It is shown that, despite the similarity in the type of waters under study, the hydrochemical parameters vary significantly in seasons and between rivers under the influence of various factors. The scale of seasonal variability is minimal in the Komissarovka River, and then increases in the series Melgunovka–Ilisaya–Spasovka. In general, the elevated concentrations of hydrochemical indicators are characteristic of the Spasovka River, the basin of which is the most anthropogenically developed.

***Keywords:** Khanka Lake, major ions, chemical composition, rivers of the Lake Khanka basin*

Введение. Озеро Ханка является самым большим пресноводным водоёмом на Дальнем Востоке. Площадь водной поверхности непостоянна, и демонстрирует значительную межгодовую изменчивость. В максимуме достигает 5010 км^2, а минимальное значение составляет 3940 км^2 [1]. Длина озера – около 90 км, наибольшая ширина – 67 км. Озеро мелководное, с наибольшими глубинами на севере и наименьшими на юге. В озеро впадает 24 реки, в том числе наиболее крупные – Илистая, Комиссаровка, Мельгуновка, Спасовка. Единственная вытекающая река — Сунгача, приток Уссури (бассейн Амура).

Большое внимание к озеру Ханка, в последнее время, связано как с увеличением уровня озера, так и из-за усиленного использования его бассейна в рекреационном и рыбопромысловом направлении [1, 5]. Ученые считают, что дальнейшее падение уровня озера и интенсивность его использования в рекреационном плане будут влиять на гидрохимический режим озера и могут привести к целому ряду геоэкологических проблем. Так как экосистема озера слабо устойчива к антропогенным воздействиям, то изменения в экосистеме озера могут быть вызваны, как природными условиями, так и антропогенными факторами. [6]. В то же время, мониторинг гидрохимического состава вод в бассейне озера Ханка проводится, в

основном, непосредственно на озере, а реки, впадающие в него, не всегда попадают в область научного интереса исследователей. Есть только эпизодические опробования [3, 7, 10]. Поэтому пространственная и сезонная изменчивость содержания основных ионов в реках бассейна озера Ханка до сих пор остается мало изученной.

Целью данной работы является характеристика сезонной изменчивости содержания макроионов и общих гидрохимических показателей вод оз. Ханка и впадающих в него рек, а также выделение факторов, контролирующих пространственные и временные вариации состава вод.

Материалы и методы. Исследование основано на анализе ежемесячных проб воды, отобранных с января по ноябрь 2025 в нижнем течении рек Спасовка, Илистая, Мельгуновка, Комиссаровка, а также на трех точках в прибрежной зоне юго-восточной, западной и северо-западной частях озера Ханка (рис.1).

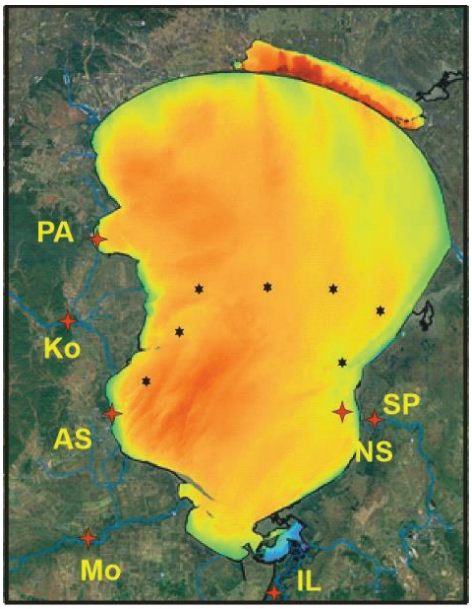


Рис. 1. Расположение станций мониторинга химического состава вод бассейна оз. Ханка в 2025 г. на фоне распределения индекса NDWI, рассчитанного по композиту снимка Landsat 8 от 30.05.2025: SP – р. Спасовка, IL – р. Илистая, Mo – р. Мельгуновка, Ko – р. Комиссаровка, NS – юго-восточное прибрежье оз. Ханка, AS – западное побережье (п. Астраханка), PA – северо-западное побережье (п. Платоново-Александровское), черные значки – места отбора вод озера 29.07.2025

В марте отбор не проводился в связи с ледоходом. Кроме того, в июле 2025 было отобрано 7 проб в центральной части озера. Электропроводность, как меру общей минерализации, температуру, pH, растворенный кислород измеряли зондом AquaRead 5000 непосредственно во время опробования. Пробы, отобранные в полиэтиленовые емкости, доставляли в стационарную лабораторию в течение суток и обрабатывали на следующий день. Химический анализ проб воды проводился в ЦКП «Центр ландшафтной экодиагностики и ГИС-технологий ТИГ ДВО РАН» в соответствии со стандартными методиками гидрохимического анализа.

Содержание HCO_3 (щелочность) определяли титрованием; сульфаты, хлориды – жидкостной хроматографией на приборе LC-10; Ca, Mg, Na, K – методом ИСП-ОЭС.

Результаты и обсуждение. Поверхностный слой озерной и речных вод во время отбора имел нормальный кислородный режим, насыщение не опускалось ниже 90%.

Среднегодовая величина pH воды озера Ханка в 2025 г. близка к нейтральному значению (7.5±0.7), что согласуется с более ранними исследованиями [5, 7]. Согласно полученным

данным, в водах западного и северо-западного прибрежья значения pH озерной воды более щелочные (7.7±0.8), по сравнению с восточным прибрежьем (7.2±0.4). Очевидно, что воды восточного прибрежья находятся под влиянием стока р. Спасовка и, вероятно, водно-болотных угодий, расположенных на восточном побережье озера Ханка.

Величина pH в реках бассейна озера Ханка ниже (6.9±0.2), по сравнению с озером, но также близка к нейтральному и не имеет ярко выраженных различий как между реками, так и по сезонам. (табл. 1).

Таблица 1

Основные гидрохимические характеристики* оз. Ханка и рек его бассейна в 2025 г.

объект	EC, мкС/см	HCO_3^-, мг/л	SO_4^{2-}, мг/л	Cl^-, мг/л	Ca^{2+}, мг/л	Mg^{2+}, мг/л	Na^+, мг/л	K^+, мг/л
р.Спасовка, n=10	218±62	91.6±28.1	11.9±3.0	9.5±3.2	19.6±5.3	5.2±1.5	7.5±2.6	3.0±0.7
р.Илистая, n=10	170±61	59.2±22.3	23.3±12.4	4.3±1.0	14.5±5.6	4.7±1.8	5.9±2.0	2.0±0.4
р.Мельгуновка, n=10	119±33	54.6±20.1	4.9±1.8	4.1±1.5	9.5±3.0	3.5±1.1	5.2±1.6	1.4±0.2
р.Комиссаровка, n=10	84±20	38.6±14.9	4.4±1.4	1.3±0.5	7.3±1.9	2.5±0.7	3.0±0.6	0.8±0.1
Оз. Ханка, n=26	152±14	58±7	11.8±2.0	7.6±1.0	12±1	4.1±0.4	6.2±0.8	3.1±0.4
Ханка*, т.1, n=9	149±32	66±19	7.0±2.3	6.4±1.4	13.1±2.5	4.2±1.1	5.5±1.4	2.9±0.7

*n±m - средние значения ± стандартное отклонение; т.1 – юго-восточное прибрежье оз. Ханка

Электропроводность, являющаяся показателем общей минерализации, изменяется в реках бассейна озера Ханка в широком пределе от 59 до 267 мкС/см, при среднем значении 143 мкС/см. Минимальное значение наблюдается в р.Комиссаровка (табл.), более 70% территории водосбора которой занимаю леса [1, 3]. Максимальное - в реке Спасовка, что характерно не только для 2025 года, но и для более ранних наблюдений [9]. Вероятно, повышению минерализации в реке Спасовка способствует поступление большого объема сточных вод с водосбора реки, так как более 30 % его территории составляют сельскохозяйственные угодья и объекты инфраструктуры [1, 3].

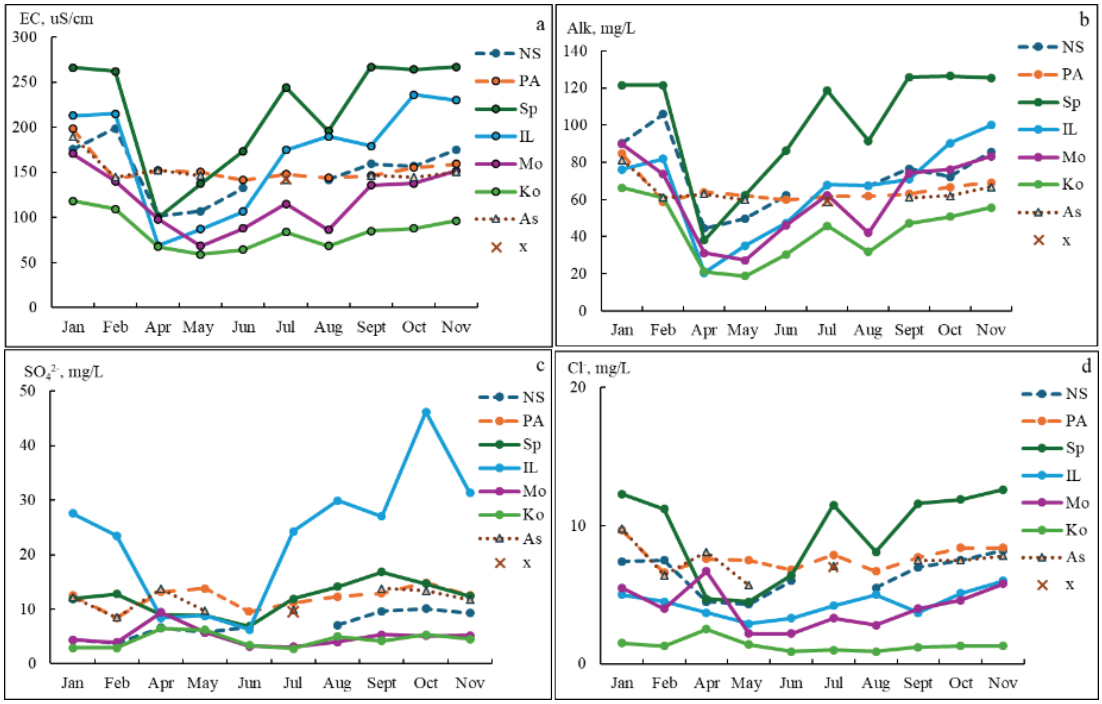


Рис. 2. Сезонная изменчивость электропроводности (a), концентрации HCO_3 (b), сульфатов (c) и хлоридов (d) в нижнем течении рек бассейна оз. Ханка и в самом озере. Обозначения см. на рис.1; x – центральная часть озера, отобранная в июле 2025 г.

Характер сезонной изменчивости электропроводности (и минерализации) в реках бассейна оз. Ханка одинаков: высокие значения в зимний период, резкое снижение в половодье и рост к осенней межени (рис.2a). Однако масштаб сезонной изменчивости минимален в р. Комиссаровка и далее возрастает в ряду Мельгуновка< Илистая< Спасовка.

Электропроводность вод озера, в отличие от рек, достаточно постоянна в течение года, и составляет в среднем 146 ± 53 мкС/см, что сопоставимо со средним значением для рек его бассейна. Пространственная изменчивость минерализации озерных вод также не велика. Исключение составляет юго-восточное прибрежье (ст. NS), где озерные воды, как уже упоминалось ранее, находятся под прямым влиянием стока р.Спасовка, и показывают сезонную изменчивость электропроводности более близкую к наблюдаемой в реках (рис. 2a).

Концентрация гидрокарбонат-иона и Ca^{2+} в озерной воде соответствует усредненному за год значению в реках (60.4 мг/л и 12.4 мг/л соответственно). В то же время, уровень содержания сульфатов, хлоридов, Na^+ и K^+ в озере выше, чем во многих реках его бассейна (табл.; рис.2, 3).

В реках Комиссаровка и Мельгуновка в сезон половодья наблюдается некоторое повышение сульфатов и хлоридов (рис.2 c, d), в то время как в остальных реках бассейна озера Ханка в апреле был отмечен спад практически всех основных гидрохимических показателей. Наиболее яркие пространственные различия в химическом составе речных вод так же отмечаются по сульфатам и хлоридам. Так, концентрация хлоридов в реке Спасовка была в 3 раза выше, по сравнению с остальными реками бассейна оз. Ханка. Повышение концентрации в р. Спасовки имеет место и для макрокатионов, прежде всего кальция (рис.3). При этом содержание кальция в воде реки Спасовка заметно выше не только по сравнению с исследуемыми реками в 2025 г, но и с реками других районов Приморского края [9]. Вероятно, это связано с добычей строительного сырья на известковых месторождениях и цементным

производством в Спасском районе, сопровождающиеся загрязнением, прежде всего, воздушного бассейна [4].

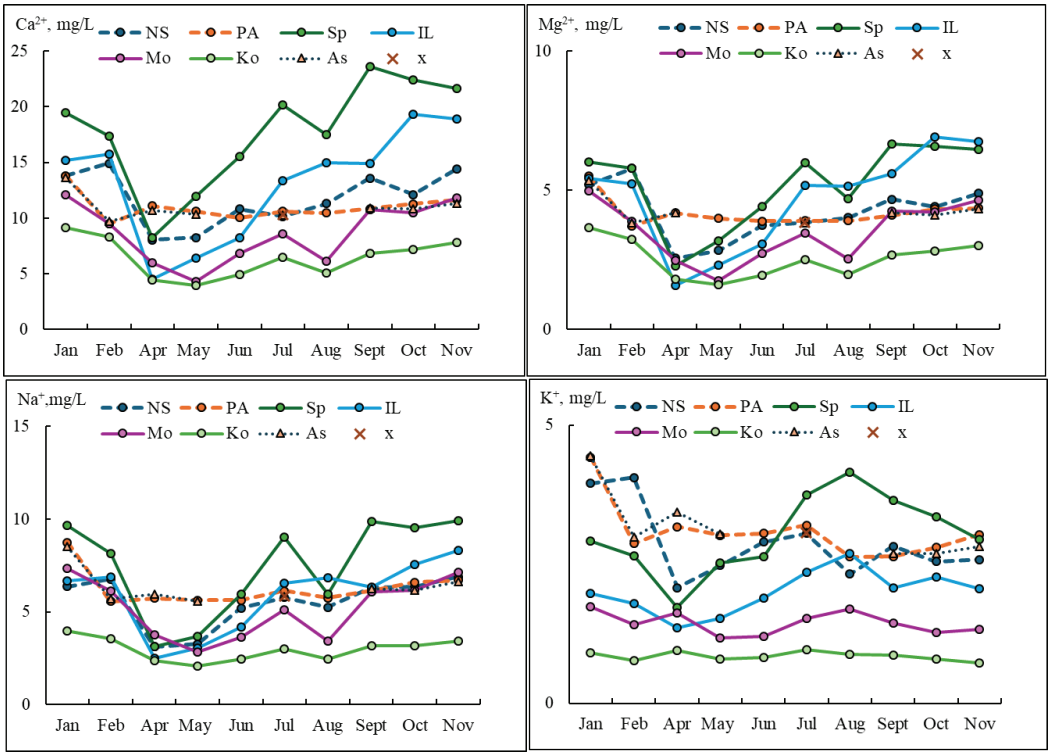


Рис. 3. Сезонная изменчивость концентрации (мг/л) катионов в нижнем течении рек бассейна оз. Ханка и в самом озере. (Обозначения см. на рис.1; x – центральная часть озера, отобранная в июле 2025 г.)

Содержание сульфатов в реке Илистая в 2 раза превышает их концентрацию не только в исследуемых реках, но и в озерной воде. Повышенные содержания сульфатов в р. Илистая были найдены не только в 2025 году, но и в разные сезоны в работах других авторов [3, 7]. В бассейне реки Илистая расположены Павловский угольный разрез и Ярославский ГОК, которые вероятно оказывают влияние на состав реки Илистая через поверхностный и подземный сток. Как отмечается в ряде работ [2, 8], сточные воды Ярославсого ГОКа и угольного разреза имеют гидрокарбонатно-сульфатный и сульфатный состав соответственно.

Для оценки гидрохимического типа вод озера Ханка и рек его бассейна мы использовали диаграмму Пайпера (рис.4). На катионной части диаграммы данные практически идентичны и химический состав исследуемых вод характеризуется доминированием Ca^{2+} (от 44,4 до 57,4 %экв), с подчиненной ролью Mg^{2+} (22,5-30,2 %экв). Содержание натрия в озерной воде соответствует усредненному за год значению в речных водах и составляет 19-20 %экв.

На анионной части диаграммы дифференциация рек выражена более явно. В водах озера, как и в реке Спасовка, доминирует (65-84%экв) гидрокарбонат-ион. Сезонных изменений в типе вод этих водных объектов не наблюдалось. Река Илистая весь год характеризуется повышенным содержанием сульфатов (до 39 %экв), а в реках Комиссаровка и Мельгуновка отмечены сезонные изменение в характеристике типа вод. Так, большую часть года химический состав этих рек характеризуется выраженным доминированием (более 80%) гидрокарбонат-иона. Только в апреле в период весеннего половодья доля бикарбоната в анионной составляющей для рек снижается до 50% за счет увеличения доли, прежде всего, SO_4^{2-} (с 10% до 23%). Таким образом, озеро Ханка имеет гидрокарбонатный магниево-кальциевый состав. Реки его бассейна, в целом, также характеризуются как гидрокарбонатные магниево-кальциевые. Только воды р. Илистой, на протяжении всего года, можно отнести к сульфатно-гидрокарбонатным магниево-кальциевым. По гидрохимическому типу воды рек бассейна Ханка, как и воды озера, близки другим крупным рекам региона – Амур и Туманная (рис. 4).

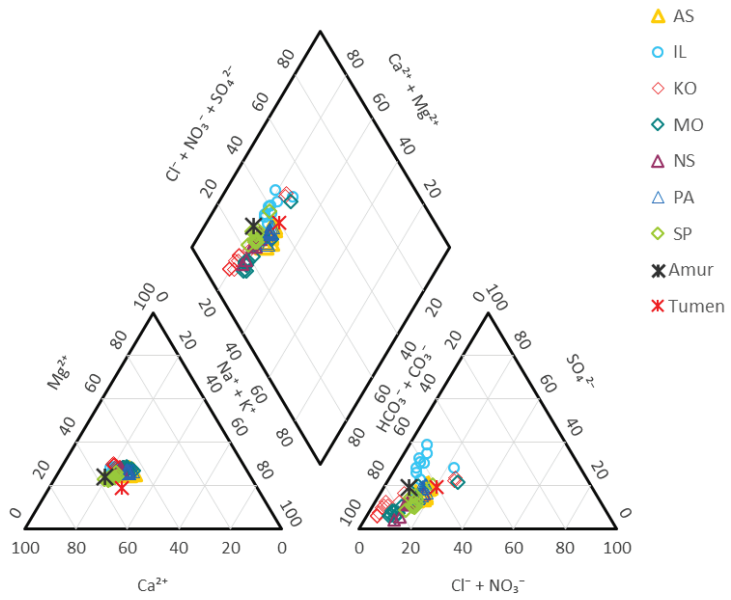


Рис. 4. Диаграмма Пайпера (в %-экв.) для рек бассейна оз. Ханка, вод озера, и крупных рек юга бореальной зоны Дальнего Востока РФ (Амура и Туманной)

Нормализованные мольные концентрации Ca^{2+}, Mg^{2+}, HCO_3^- относительно Na^+ составляют в среднем 1.3, 0.7 и 4.1, соответственно. Это указывает на то, что основным источником главных ионов в водах бассейна оз. Ханка является выветривание силикатных пород и дренаж образованных на них почв, поскольку в случае доминирования карбонатных пород на водосборе соответствующие отношения должны были бы составлять $\geq 10, \geq 3, \geq 12$ [11]. С другой стороны, преобладание атмосферных осадков как источника поверхностных вод должно было бы сопровождаться снижением нормированных мольных концентраций Ca^{2+}, Mg^{2+}, HCO_3^- относительно Na^+ до 0.3, 0.1, 0.2, соответственно. Это также подтверждает значительную трансформацию атмосферных выпадений и решающую роль выветривания силикатов в ходе миграции вод при формировании речного стока в бассейне оз. Ханка.

Заключение

Воды озера Ханка и рек его бассейна нейтральные, мало минерализованные. Характеризуются, в основном, гидрокарбонатным составом. Под влиянием антропогенного фактора, в р. Илистая, наблюдается изменение типа вод с гидрокарбонатного на сульфатно-

гидрокарбонатный. Концентрация макроинов в речных водах подвержена сезонным колебаниям, которые коррелируют с изменением общей минерализации воды. Сезонные колебания макроионов в озере незначительные. Гидрохимические показатели в реках бассейна оз. Ханка, под влиянием природных ландшафтов и различной антропогенной нагрузки территории, существенно варьируют между реками и по сезонам. Нормализованные мольные концентрации указывают на то, что основным источником главных ионов в водах бассейна оз. Ханка является выветривание силикатных пород и дренаж образованных на них почв.

Благодарность. *Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ 25-47-00022 «Трансформация гидрологического режима и её экологическое воздействие на российско-китайскую трансграничную геосистему оз. Ханка в условиях изменения окружающей среды».*

Литература.

1. Бакланов П.Я., Качур А.Н., Ермошин В.В., Коженкова С.И., Махинов А.Н., Бугаец А.Н., Базарова В.Б., Ким В.И., Шамов В.В. Современные геоэкологические проблемы в бассейне оз. Ханка // География и природные ресурсы. – 2019. – №4. – С. 33-43.
2. Ветошкина А.В., Тарасенко И.А., Холодов А.С., Е.А. Вах Оценка влияния объектов накопленного вреда на качество источников нецентрализованного водоснабжения поселка городского типа Ярославский (Приморский край, Россия) // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 2025. – № 5. – С. 78–96.
3. Коженкова С.И., Юрченко С.Г., Базаров К.Ю. Биогенные вещества в реках водосборного бассейна озера Ханка // Тихоокеанская география. – 2024. – № 2. – С. 107-119.
4. Кондратьев И.И., Свинухов В.Г., Свинухов Г.В., Фокин М.В., Черпак Н.А. Метеорологические, геохимические и медицинские аспекты загрязнения природной среды г. Спасска-Дальнего Приморского края. – Владивосток: Изд-во ДВГУ, 1994. – 184 с.
5. Матвеев В.И., Курносова (Важова) А.С., Катайкина О.И Результаты гидрохимического мониторинга озера Ханка в 2016–2018 годах // Тихоокеанская география. – 2020. – № 3. – С. 47-55.
6. Семыкина Г. И. Обзор состояния и загрязнения озера Ханка по материалам государственной сети наблюдений за загрязнением окружающей среды / Труды 2-ой Международной конференции проблемы сохранения водно-болотных угодий международного значения: озеро Ханка. – Спасск-Дальний. 2006. – С. 190—201.
7. Чудаева В.А. Миграция химических элементов в водах Дальнего Востока. – Владивосток: Дальнаука, 2002. – 392 с.
8. Чудаева В.А., Чудаев О.В., Юрченко С.Г. Влияние внешних факторов на химический состав рек Абрамовки и Илистой (Бассейн оз.Ханка) // Пресноводные экосистемы бассейна реки Амур. – Владивосток: Дальнаука, 2008. – С. 37-44.
9. Шулькин В.М., Богданова Н.Н., Перепелятников Л.В. Пространственно-временная изменчивость химического состава речных вод юга Дальнего Востока РФ // Водные ресурсы. – 2009. – Т. 36. – № 4. – С. 428-439.
10. Шестеркин В.П. Минерализация и солевой состав вод озера Ханка: многолетняя динамика // Трансграничное озеро Ханка: современное состояние и перспективы развития. – Владивосток: ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, 2021. – С. 57-62.
11. Gaillardet, J., Dupré, B., Louvat, P., Allegre, C., 1999. Global silicate weathering and CO2 consumption rates deduced from the chemistry of large rivers. Chem. Geol. 159 (1–4), 3–30.

Часть 3.
Проблемы рационального природопользования в геосистемах разных типов

УДК 551.4.01:551.435.3(265.54) DOI: 10.35735/9785605515623_195

ПРИРОДНЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НА ПЛЯЖАХ РИАСОВОГО ПОБЕРЕЖЬЯ (БУХТА БАКЛАН)

Волкова Д.И.,
Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Аннотация. В статье рассматриваются результаты исследования геоморфологического строения и динамики береговой зоны залива Петра Великого (Японское море) на примере бухты Баклан. Побережье относится к риасовому типу и подразделяется на шесть геоморфологических районов. Основное внимание уделено анализу распределения, морфологии и сезонной изменчивости пляжей Хасанского муниципального округа на основе полевых наблюдений (2021–2023 гг.). Выделено 75 пляжей длиной более 500 м, составлена карта их распространения. Установлено, что наиболее протяженные аккумулятивные формы приурочены к устьям крупных рек (Туманная, Раздольная) и вершинам крупных бухт. Детально описано строение бухты Баклан, где преобладают прислоненные пляжи с мелкозернистым песком, а динамика рельефа определяется волновыми процессами и выносами реки Пойма. Инструментальные наблюдения показали, что сезонные деформации пляжа не превышают 1 м и сопровождаются его расширением на 2–3 м. Особое внимание уделено воздействию тайфуна «KHANUN» (август 2023 г.), которое привело к штормовому затоплению, изменению гранулометрического состава наносов (увеличение медианного диаметра до 0,28 мм) и ухудшению их сортировки. Полученные данные имеют значение для понимания современных береговых процессов и оценки рекреационных рисков на побережье Приморья.

***Ключевые слова*:** *геоморфология, риасовый берег, пляжи, залив Петра Великого, бухта Баклан, динамика берегов, тайфун, аккумуляция, абразия, гранулометрический состав.*

NATURAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS IN THE FORMATION OF THE ECOLOGICAL SITUATION ON THE BEACHES OF THE RIA COAST (BAKLAN BAY)

Volkova D.I.
Far Eastern Federal University, Vladivostok

Abstract. The article presents the results of a study on the geomorphological structure and coastal dynamics of Peter the Great Bay (Sea of Japan), using Baklan Bay as a case study. The coast is classified as a ria-type and is divided into six geomorphological regions. The primary focus is on analyzing the distribution, morphology, and seasonal variability of beaches in the Khasansky Municipal District based on field observations (2021–2023). A total of 75 beaches exceeding 500 meters in length were identified, and a distribution map was compiled. It was established that the most extensive accumulative landforms are confined to the mouths of large rivers (Tumannaya, Razdolnaya) and the heads of large bays. A detailed description of Baklan Bay's structure is provided, where attached beaches composed of fine sand predominate, and relief dynamics are determined by wave processes and the runoff of the Poima River. Instrumental surveys showed that seasonal beach deformations do not exceed 1 meter and are accompanied by a beach widening of 2–3 meters. Special attention is given to the impact of Typhoon KHANUN (August 2023), which caused storm flooding,

changes in the granulometric composition of sediments (an increase in median diameter to 0.28 mm), and a deterioration in their sorting. The obtained data are significant for understanding modern coastal processes and assessing recreational risks on the Primorye coast.

Keywords: *geomorphology, ria coast, beaches, Peter the Great Bay, Baklan Bay, coastal dynamics, typhoon, accumulation, abrasion, grain size composition.*

Введение. Геоморфологическое строение побережья и дна залива Петра Великого характеризуется контрастностью и разнообразием форм рельефа, относящихся к риасовому типу, то есть образовавшихся в результате затопления морем речных долин [6]. Данная территория рассматривается как единая геоморфологическая область, в пределах которой на основе анализа берегоформирующих процессов и особенностей строения выделяется шесть районов: Посьетский, Славянский, Амурский, Островной, Уссурийский и Находкинский [7].

Посьетский район, расположенный на юго-западе, отличается сильной изрезанностью берегов и наличием единственного на юге Приморья выровненного аккумулятивного участка — Хасанского взморья, формирующегося под влиянием стока реки Туманной. Севернее, в Славянском районе, южная часть у гранитного массива Гамова представляет собой зубчатые берега с серией бухт, тогда как в северной части преобладают более крупные бухты, в вершинах которых расположены устья рек, поставляющих значительный объем терригенного материала. Наибольшее влияние речного стока наблюдается в Амурском районе, где река Раздольная выносит более 700 тыс. т наносов в год, что приводит к формированию обширных прибрежных равнин и наступанию суши со скоростью более метра в год на отдельных участках.

Рельеф дна залива в своих общих чертах унаследовал субаэральный эрозионно-аккумулятивный рельеф, существовавший до голоценовой трансгрессии и впоследствии переработанный морскими процессами. Для него характерно наличие выровненных аккумулятивных равнин в бухтах и заливах, где мощность голоценовых осадков достигает 30 метров, и крутосклонных абразионно-денудационных поверхностей у мысов, полуостровов и островов, сложенных коренными породами.

Материалы и методы. Полевые исследования проводились в 2021–2023 гг. в бухте Баклан. Инструментальные наблюдения включали нивелировочные работы на репрезентативных профилях для оценки сезонной динамики рельефа и воздействия тайфунов. Выполнен отбор проб наносов для определения гранулометрического состава. Картографирование пляжей осуществлено на основе полевых данных и анализа картографических материалов. Выполнена фотофиксация, в том числе с использованием БПЛА.

Результаты и их обсуждение. Пляжи риасового побережья Приморья представляют собой неотъемлемый элемент рельефа береговой зоны. Они отсутствуют исключительно на абразионных участках, характеризующихся полным дефицитом наносов, где формируются береговые обрывы, уходящие крутым уступом ниже уровня моря. В морфологическом отношении выделяются два основных типа пляжей: прислоненные (односклонные) и пляжи полного профиля (двусклонные) [3]. Всего было насчитано 75 пляжей, длина которых превышает 500 м (табл. 1).

Таблица 1

Пляжи Хасанского муниципального округа

Название группы	Длина, м	Количество пляжей
Малые	500-1500	41
Средние	1501–3000	22
Большие	3001-5000	7
Самые большие	>5000	5

Анализ составленной карты пляжей Хасанского муниципального округа показал четкую закономерность в их распределении: пляжи длиной не более 1500 метров сосредоточены преимущественно на абразионных берегах, например на полуострове Гамова, где преобладают разрушительные процессы.

Наиболее протяженные пляжи, превышающие 5 тыс. м, расположены в зонах перераспределения твердого стока крупных рек — Туманной (Хасанское взморье, коса Назимова) и Раздольной (пляж южнее полуострова Песчаный), а также в вершинах крупных бухт, таких как Баклан и Нарва, куда впадают относительно крупные водотоки, обеспечивающие постоянное поступление материала для аккумуляции.

Бухта Баклан вдается в побережье между восточной оконечностью полуострова Клерка и мысом Чирок. Вход в бухту экранируют острова Сибирякова и Антипенко. По особенностям строения и сочетанию форм рельефа берег бухты классифицируется как абразионно-аккумулятивный, поскольку здесь сочетаются абразионные (мысы Чирок, Нерпа, полуостров Клерка) и аккумулятивные (верховье бухты) участки. Аккумулятивные формы, сложенные преимущественно песчаным материалом, приурочены к вершинной части бухты.

Пляж, расположенный в вершине бухты и ее вогнутостях, имеет длину около 5,5 тыс. м при средней ширине 86 м. Уклон поверхности пляжа варьирует от 4° до 10°. В вершине бухты пляж сложен песчано-галечным материалом, тогда как в бортовых частях, примыкающих к мысам, преобладает более грубообломочный материал. Генетически питание пляжа относится к типу с преобладанием аллювиального и донного источников. На большей части своего протяжения пляж является прислоненным односклонным, примыкая к аккумулятивной террасе, и лишь на отдельных отрезках двусклонным – к устью и протокам реки Пойма. В восточной и западной частях бухты пляж прислонен к коренным породам клифа. Напротив участка, относящегося к городскому пляжу «Манчжурка», находится абразионно-денудационный уступ.

Отдельного внимания заслуживает участок с пересыхающей протокой, которая в период тайфунов восстанавливает связь с морем, вынося на пляж илистый осадочный материал. На данном отрезке фиксируется более крутой подводный береговой склон по сравнению с прилегающими территориями в направлении мыса Чирок. Здесь отчетливо прослеживаются подводные валы, свидетельствующие о поперечном перемещении наносов.

Активные клифы распространены на выступающих элементах берега – мысах, а также в северо-восточной части бухты вплоть до мыса Чирок, где протяженность абразионного участка составляет 2200 м. Процесс абразии здесь протекает замедленно вследствие сложения клифов устойчивыми к разрушению породами. В этой зоне присутствуют «карманные» пляжи (средней длиной около 100 м), которым соответствуют отмершие клифы. Бенчи, генетически и пространственно связанные с клифами, представлены преимущественно скалистыми, а также валунно-глыбовыми образованиями.

Для риасового типа берегов характерна более высокая динамика на внешнем контуре, подверженном прямому волновому воздействию. В самой бухте волновая активность оказывает меньшее влияние на развитие берега [4, 5]. Вследствие этого юго-западная часть бухты, находящаяся в «волновой тени» полуострова Клерка, испытывает меньшее волновое воздействие по сравнению с более открытой северо-восточной частью. Таким образом, в береговой зоне бухты отчетливо дифференцируются два участка: аккумулятивный (пляж) и абразионный, приуроченный к выступающим мысам и клифам.

В полевой период (2021–2023 гг.) на пляже были проведены инструментальные наблюдения за сезонной динамикой (в переходные сезоны осень/весна), а также внеплановые исследования после прохождения тайфунов. Методика работ включала нивелировочные работы на репрезентативных профилях для получения количественных и качественных характеристик динамики пляжа, а также отбор проб для определения гранулометрического состава наносов [2].

Основными факторами, определяющими динамику аккумулятивного участка, являются волнение и обусловленные им течения, а также вынос аллювия из реки Пойма и ее протоков. Результаты повторных нивелировок показали, что максимальная величина деформации рыхлых отложений не превышает 1 м (в среднем 0,5 м) и приурочена к урезу воды. Менее выраженные деформации, максимальные значения которых смещены в верхнюю, удаленную от уреза часть пляжа, характерны для участков с более пологим профилем, где пляж примыкает к аккумулятивной террасе или антропогенным сооружениям. В данном случае главным деформирующим фактором выступает не волновое воздействие, а ветровая (эоловая) деятельность (рис.1)

Рис. 1. Морфодинамическая схема бухт Баклан и Бойсмана

Анализ полученных профилей выявил следующее:

1. Деформация рельефа в приурезовой зоне, где на пологом склоне ранее формировались береговые валы, происходит под воздействием зимних штормов и весеннего припая.
2. Зафиксировано сезонное расширение пляжа на 2–5 м.

В целом пляжевые отложения характеризуются высокой степенью однородности. На всем протяжении пляжа доминирует мелкий песок (0,5–0,25 мм). Прослеживается тенденция к увеличению среднего диаметра фракций (Md) и коэффициента сортировки в направлении с северо-востока на юго-запад. На профилях полигона наиболее крупный материал сосредоточен в приурезовой зоне (Md = 0,18–0,22 мм), в то время как в средней части пляжа преобладает более мелкая фракция (Md = 0,173 мм). В тыловой части, ближе к террасе, средний диаметр вновь возрастает (Md = 0,19 мм). Коэффициент сортировки, свидетельствующий о хорошей сортировке наносов, изменяется в пределах 1,6–2, следуя динамике среднего диаметра фракций.

Непосредственное влияние на состояние пляжа оказал тайфун KHANUN (№ 2306). Он образовался 26 июля 2023 г. в Тихом океане, достигнув в развитии 4-й категории опасности с давлением в центре 930 гПа и ветром до 56 м/с [1]. Уже 4–5 августа циклон начал косвенно влиять на Приморье, насыщая атмосферные фронты теплом и влагой. 9 августа он подошел к

Корейскому проливу в стадии сильного тропического шторма, а 10 августа, объединившись с полярным фронтом, оказал прямое воздействие на край.

Медленно смещаясь на север, циклон вызвал сильные дожди: 9–10 августа – на юге и западе, 11–13 августа – на всей территории. Наибольшее количество осадков за эти дни выпало в Черниговском (190 мм), Чугуевском (173 мм) и Хасанском (169 мм) районах, а также в Уссурийском городском округе (130 мм). Месячная сумма осадков в августе по краю превысила норму в 2–4 раза, во Владивостоке – в 3,6 раза. Весь период августовских дождей разделяется на три этапа: косвенное влияние тайфуна (4–8 августа), прямое (9–10 августа) и последующее воздействие полярного фронта (11–13 августа) [1].

Прохождение тайфуна «KHANUN» оказало определяющее воздействие на гидрометеорологический режим и морфодинамику пляжа «Маньчжурка». Основное влияние пришлось на 11 августа, характеризовавшееся штормовым усилением ветра (до 14 м/с) и аномально высоким количеством осадков (124,3 мм).

Воздействие экстремальных гидрометеорологических факторов привело к существенной трансформации пляжа. Зафиксировано затопление пляжа 11 августа, когда линия уреза достигла реперной точки, что свидетельствует о сильном штормовом нагоне и смыве пляжевого материала (рис. 2).

Рис. 2. Изменение состояния пляжа в бухте Баклан:
слева – до прихода тайфуна (8.08); справа – во время тайфуна (11.08)
(фото Леонова В.А.)

В результате штормового воздействия произошло изменение гранулометрического состава наносов. Отмечена тенденция к увеличению медианного диаметра частиц (до 0,28 мм) и ухудшению их сортировки в посттайфунный период, что отражает активную переработку осадочного материала волнами и течениями повышенной энергии. Установлено отсутствие корреляции между ухудшением погодных условий и рекреационной нагрузкой. Максимальное количество отдыхающих (88 человек) зафиксировано в день пика тайфуна, что, вероятно, связано с социально-экономическими факторами (окончание рабочей недели, приток туристов) и может представлять риск для безопасности людей в экстремальных погодных условиях.

Выводы

Для Хасанского муниципального округа составлены морфодинамическая схема и схема распространения пляжей. Выявлено 75 аккумулятивных форм длиной более 500 м, что подтверждает высокую расчлененность риасового побережья. Установлена закономерность пространственного распределения пляжей: малые формы (до 1500 м) приурочены к

абразионным участкам (полуостров Гамова), тогда как наиболее крупные пляжи (свыше 5000 м) формируются исключительно в зонах влияния твердого стока крупных рек (Туманная, Раздольная) и в вершинах обширных бухт. В бухте Баклан доминируют прислоненные пляжи с мелкозернистым песком (0,5–0,25 мм). Выявлена тенденция увеличения медианного диаметра частиц и коэффициента сортировки от тыловой части пляжа к урезу воды, а также в направлении от вершинной части бухты к ее открытому краю.

Количественно оценена сезонная и штормовая динамика береговой зоны. Максимальная величина деформации рыхлых отложений в бухте Баклан не превышает 1 м (в среднем 0,5 м) и сосредоточена в приурезовой полосе. Зафиксировано сезонное расширение пляжа на 2–5 м, происходящее в периоды затишья между штормами.

Воздействие тайфуна «KHANUN» является ключевым фактором краткосрочной трансформации пляжа. Экстремальное событие вызвало штормовое затопление, размыв аккумулятивной формы и изменение гранулометрического спектра: отмечено увеличение медианного диаметра частиц до 0,28 мм и ухудшение их сортировки, что указывает на активную переработку осадков волнами высокой энергии. Установлено отсутствие связи между экстремальным ухудшением погодных условий (пик тайфуна) и снижением рекреационной нагрузки, что создает повышенные риски для безопасности отдыхающих и требует совершенствования системы оповещения на побережье.

Литература

1. Анализ гидрометеорологических процессов и погодных условий в августе 2023 г. по территории Приморского края [Электронный ресурс] // ФГБУ «ДВНИГМИ». – Режим доступа: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ferhri.ru/images/stories/FERHRI/Bulletins/Bul_2023/08/2023.08_ch5_typhoon.pdf
2. Бровко П.Ф., Волкова Д.И. Пляжи Хасанского района как рекреационный ресурс // Геосистемы Северо-Восточной Азии: географические факторы динамики и развития их структур: Материалы IX-й Всероссийской с международным участием научно-практ. конф. - Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2022. – С.212–217.
3. Волкова Д.И. Морфология и типы пляжей Хасанского района // Мат-лы Региональной научно-практич. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15 апреля – 10 мая 2023 г. [Электронный ресурс] / Отв. ред. В.Ю. Ермаченко. – Электрон. дан. – Владивосток: ДВФУ, 2023. – Режим доступа https://www.dvfu.ru/institute_of_high_technologies_and_advanced_materials/Conferences/ – Загл. с экрана., - С. 38-40.
4. Зенкович В.П. Основы учения о развитии морских берегов. М. Изд-во АН СССР, 1962. – 710 с.
5. Зенкович, В. П. Берега Тихого океана / В. П. Зенкович, А. С. Ионин, П. А. Каплин, В. С. Медведев. – М.: Наука, 1967. – 376 с.
6. Леонтьев, О.К. Основы геоморфологии морских берегов / О.К. Леонтьев. – Москва: Изд–во МГУ, 1961. – 420 с.
7. Петренко, В.С. Морфодинамика и отложения пляжей риасового побережья Приморья / В.С. Петренко. – Владивосток: ДВГУ, 1983. – С. 117–120.

УДК 911.5 DOI: 10.35735/9785605515623_201

АНТРОПОГЕННО ИЗМЕНЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ ГОРОДСКОГО ОКРУГА СПАССК-ДАЛЬНИЙ (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)

Гуров А.А.,
ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток

Аннотация. Цель настоящей работы – выполнить анализ антропогенного изменения территории городского округа Спасск-Дальний (Приморский край). Полевой материал для настоящей работы получен в ходе экспедиционных исследований, проведенных в 2020 году. Во время полевых исследований использовались общепринятые методики. В процессе ландшафтного картографирования установлено, что антропогенные урочища занимают 25 км^2 или 57% площади исследуемого района. Ландшафтный спектр антропогенных урочищ показал, что освоенность рассматриваемого района в основном связана с городским строительством, сельским хозяйством, добычей и переработкой полезных ископаемых. Выполнен анализ освоенности природных ландшафтов.

Ключевые слова: *ландшафт, антропогенный, картографирование, GIS*

ANTHROPOGENICALLY MODIFIED LANDSCAPES OF SPASSK-DALNY URBAN DISTRICT (PRIMORSKY REGION)

Gurov A.A.,
Pacific Geographical Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences

Abstract. The purpose of this work is to analyze anthropogenic changes in the territory of the Spassk-Dalny urban district (Primorsky region). The field material for this work was obtained during expeditionary research in 2020. Generally accepted methods were used during field research. In the process of landscape mapping, it was established that anthropogenic meso-landscapes occupy 25 km^2 or 57% of the area of the study area. The landscape spectrum of anthropogenic meso-landscapes showed that the development of the study area is mainly associated with urban construction, agriculture, and the extraction and processing of minerals. An analysis of the transformation of natural landscapes was performed.

Key words: *landscape, anthropogenic, mapping, GIS*

Введение. Рост городов является одной из наиболее серьезных причин антропогенной трансформации природных ландшафтов. Площади, занимаемые антропогенными ландшафтами, быстро увеличиваются, что оказывает значительное влияние на сопредельные природные ландшафты. Изучение изменения ландшафтного покрова под воздействием антропогенных факторов приобретает все большую актуальность [3, 4, 5, 6, 10, 12] и будет становиться все более востребованным. Карты, отображающие комплексную информацию о территории, являются мощным фундаментом для таких исследований. Поэтому важно развитие ландшафтного подхода к картографированию антропогенно измененных географических комплексов. Цель настоящей работы – выполнить анализ антропогенного изменения территории города Спасск-Дальний (Приморский край). Для этого поставлены следующие задачи: 1) подготовить геоинформационную систему «Антропогенные геокомплексы городского округа Спасск-Дальний», 2) выполнить анализ структуры антропогенных ландшафтов исследуемой территории, 3) выполнить анализ изменения природных ландшафтов исследуемого района.

Материалы и методы. Полевой материал для настоящей работы получен в ходе экспедиционных исследований, проведенных в 2020 году. В подготовительный период проводился сбор литературных данных по исследуемому району, топографических карт, использовались дистанционные данные из открытых источников (Google, Yandex, ESRI). Во время полевых исследований использовались общепринятые методики [5].

Антропогенные урочища исследуемого района выявлены при дешифрировании космических снимков, для них составлена предварительная классификация и карта в масштабе 1:50000. Работа выполнялась в виде последовательного изучения всей территории района по космическим снимкам, в ручном режиме, с целью выявления мельчайших выделов. В полевых условиях проведена их заверка.

Полученные материалы легли в основу геоинформационной системы «Антропогенные геокомплексы городского округа Спасск-Дальний». Основное содержание ГИС составляют следующие наборы слоёв: «антропогенные урочища» (304 полигона), слои с космическими снимками, транспортной сетью, географической характеристикой. Картографирование проводилось на основе разработанной ранее классификации антропогенных урочищ [1, 7, 8, 9].

В настоящей работе, при выполнении анализа структуры антропогенно измененных ландшафтов и характера освоенности рассматриваемого района рассчитывался элементарный параметр, информативный при картографическом мониторинге и геоэкологической характеристике – площади выделов. Для выполнения анализа антропогенных изменений ландшафтного покрова исследуемого района использовался прием сопоставления (наложения) двух карт: «Антропогенные геокомплексы городского округа Спасск-Дальний» и ландшафтов Приморского края В. Т. Старожилова [11]. На основе сравнения двух карт вычислялась площадь занятая антропогенно измененными геокомплексами в пределах каждого вида ландшафта, далее рассчитывалось процентное отношение площади антропогенных геокомплексов к площади рассматриваемого вида ландшафта. Полученные результаты сводились в таблицу для ее последующего анализа.

Результаты и их обсуждение. Площадь исследуемого района составляет 43 км^2, из них 18 км^2 приходится на природные урочища, 11 км^2 на природно-технические (наземные и земноводные), еще почти 14 км^2 занимают техно-природные (наземные и земноводные) урочища. Природно-технические урочища здесь формируют ядро города – наиболее застроенную и инфраструктурно развитую часть исследуемого района. Для рисунка в структуре этих классов характерна высокая фрагментация с большим числом отдельных выделов (контуров). Техно-природные урочища распространены по периферии района исследований и представлены преимущественно сельской застройкой, сельскохозяйственными полями, производственными площадками, горнопромышленными ландшафтами.

На диаграмме (рис. 1) приведен ландшафтный спектр антропогенных урочищ городского округа Спасск-Дальний. Из спектра видно, что доля площади, занимаемая природно-техническими наземными и земноводными классами урочищ немногим меньше, чем у техно-природных классов. Среди них наибольшее распространение имеет малоэтажная производственная застройка на покатых участках– 25%, еще 21% приходится на среднеэтажную жилую застройку, малоэтажную жилую застройку, малоэтажную застройку общественными зданиями на покатых участках и др. В структуре техно-природных наземных классов урочищ преобладают пригороды на покатых участках – 24%, сельскохозяйственные поля в речных долинах – 9%, еще 14% приходится на остальные классы (дачные районы на покатых участках, производственные площадки, обнажения рыхлых горных пород покатые, парки и скверы на покатых участках и др.). Таким образом освоенность территории связана с городским строительством, сельским хозяйством, добычей и переработкой полезных ископаемых.

Рассмотрим степень антропогенного изменения природных ландшафтов района исследований (рис. 2). Согласно карте, В. Т. Старожилова [11] ландшафтная структура исследуемого района представлена эрозионно-аккумулятивно-равнинным родом ландшафтов, представленным 3 видами.

Рис. 1. Ландшафтный спектр антропогенных урочищ Спасского городского округа

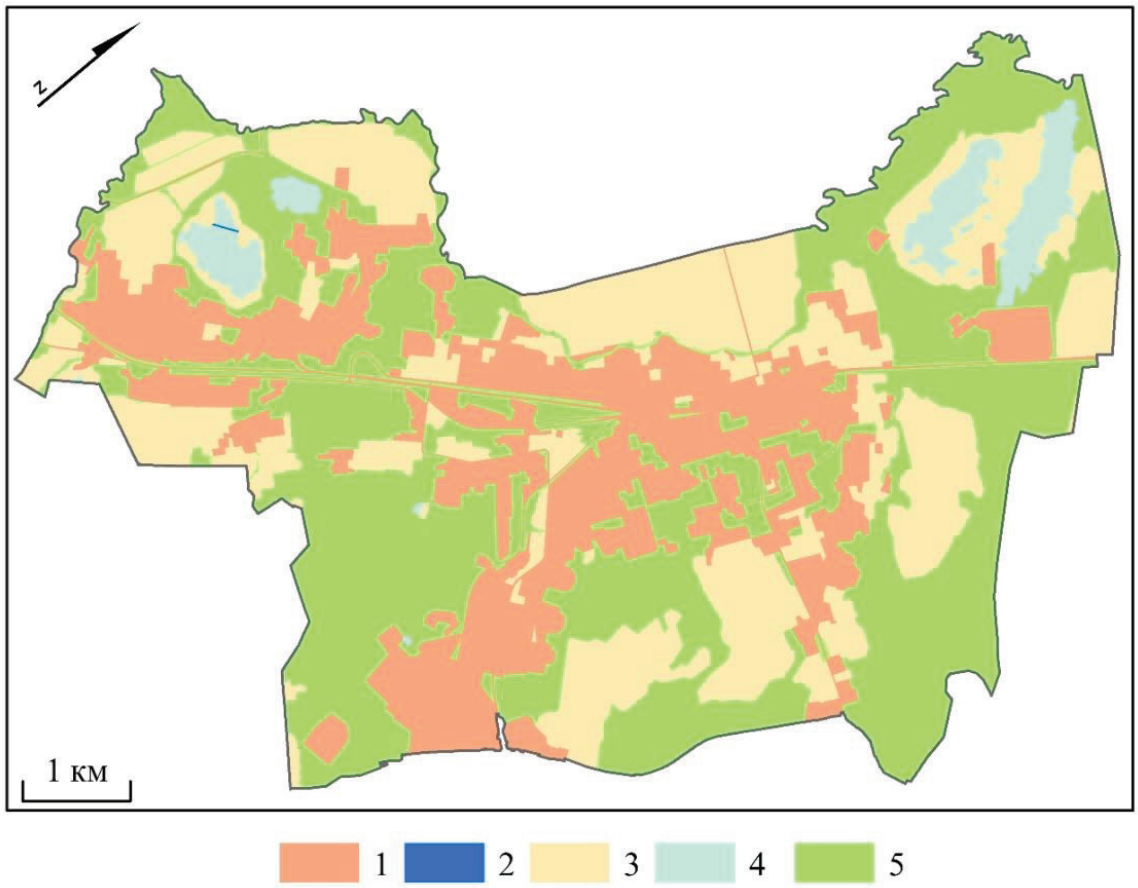


Рис. 2. Антропогенные геокомплексы городского округа Спасск-Дальний (Приморский край): 1 - природно-технические наземные урочища, 2 - природно-технические земноводные урочища, 3 - техно-природные наземные урочища, 4 - техно-природные земноводные урочища, 5 - природные урочища.

Освоенные земли на месте преобладания в прошлом широколиственных лесов, их редколесий и порослевых зарослей в комплексе (вдоль русел рек) с вейниковыми, осоково-вейниковыми и разнотравно-злаковыми лугами и низинными осоковыми болотами, сельскохозяйственными угодьями занимают 20 км^2 и антропогенно преобразованы на 57%. Здесь преобладают природно-технические классы урочищ (68%), главным образом за счет малоэтажной производственной застройки на покатых участках.

Освоенные земли на месте преобладания в прошлом луговых степей, остепненных лугов, редколесий и кустарниковых зарослей в комплексе (вдоль русел рек) с вейниковыми, осоково-вейниковыми и разнотравно-злаковыми лугами с низинными осоковыми болотами занимают менее 5 км^2 и трансформированы на 60%. Преобладают техно-природные классы урочищ в основном, представленные обнажениями рыхлых горных пород покатыми (40%) и водоёмами в карьерах и котлованах (42%).

Остепненно разнотравно-злаковые луга в комплексе с остатками луговых, кустарниковых степей и сельскохозяйственными угодьями занимают 18 км^2 и антропогенно-преобразованы на 56%. Здесь преобладают техно-природные классы урочищ за счет пригородов на покатых участках (62%).

Выводы

Подготовлена геоинформационная система «Антропогенные геокомплексы городского округа Спасск-Дальний». Её основное содержание составляют следующие наборы слоёв: «антропогенные урочища» (304 полигона), слои с космическими снимками, транспортной сетью, географической характеристикой.

В процессе ландшафтного картографирования установлено, что антропогенные урочища занимают 25 км^2 или 57% площади исследуемого района. Ландшафтный спектр антропогенных урочищ показал, что освоенность рассматриваемого района в основном связана с городским строительством, сельским хозяйством, добычей и переработкой полезных ископаемых. Выполнен анализ освоенности природных ландшафтов. Установлена степень и характер антропогенной трансформации для каждого из видов ландшафтов.

Литература

1. Гуров, А. А. Ландшафтное картографирование горнопромышленных территорий и их природного окружения / А. А. Гуров, С. В. Осипов, Е. В. Ивакина, Е. А. Жарикова, В. Т. Старожилов // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. – 2022. – № 2. – С. 47-59.

2. Жучкова, В. К. Природная среда – методы исследования / В. К. Жучкова, Э. М. Раковская. – Москва : Мысль, 1982. – 163 с.

3. Исаченко, А. Г. Теория и методология географической науки / А. Г. Исаченко. – Москва : Издат. центр «Академия», 2004. – 400 с.

4. Мильков, Ф. Н. Общее землеведение / Ф. Н. Мильков. – Москва : Высшая школа, 1990. – 334 с.

5. Моторина, Л. В. К вопросу о типологии и классификации техногенных ландшафтов / Л. В. Моторина // Научные основы охраны природы. Вып. 3. – Москва : ЦЛОП Министерства сельского хозяйства СССР, 1975. – С. 5-32.

6. Николаев, В. А. Природно-антропогенные ландшафты : промышленные и транспортные геотехнические системы, геоэкологические основы ландшафтного строительства : учеб. пособие / В. А. Николаев, Л. К. Казаков, Н. Г. Украинцева. – Москва : Географический факультет МГУ, 2013. – 88 с.

7. Осипов, С. В. Геоэкологические оценка и мониторинг территории : технология на основе ландшафтного картографирования антропогенных геокомплексов / С. В. Осипов, А. А. Гуров // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. – 2022. – Т. 67, вып. 4. – С. 631-651.

8. Осипов, С. В. Классификация географических фаций горнопромышленных территорий (на основе исследований в Дальневосточном регионе) / С. В. Осипов, А. А. Гуров // Известия РАН. Серия географическая. – 2018. – № 5. – С. 91-103.

9. Осипов, С. В. Ландшафтное картографирование антропогенных урочищ для оценки состояния и мониторинга территории Сихотэ-Алинского биосферного района / С. В. Осипов, А. А. Гуров // География и природные ресурсы. – 2019. – № 3. – С. 41-48.

10. Рева, М. Л. Антропогенные ландшафты Донбасса / М. Л. Рева // Географические исследования в Донбассе / науч. ред. Я. И. Бондаренко. – Донецк : Геогр. об-во СССР, 1975. – С. 62-69.

11. Старожилов, В. Т. Карта ландшафтов Приморского края. Карта. Масштаб 1 : 1000000. / В. Т. Старожилов. – Владивосток : Изд-во Дальневост. ун-та, 2009. – 1 л.

12. Федотов, В. И. Антропогеогенез – рукотворный процесс в географической оболочке Земли / В. И. Федотов // Естественные и технические науки. – 2019. – № 2. – С. 105-110.

УДК 502.75. [571.6] DOI: 10.35735/9785605515623_206

К ВОПРОСУ О НЕОБХОДИМОСТИ СОЗДАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТРОП НА О. РУССКИЙ И ПРИЛЕГАЮЩИХ МАЛЫХ ОСТРОВАХ (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Л.А. Майорова [1], Л.И. Варченко [1], К.Е. Яковлева [2]
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН[1], Институт туризма и креативных индустрий ВВГУ[2], Владивосток

Аннотация. Организация экологических троп в городской среде города Владивостока, где активно развивается рекреация, особенно неорганизованная, в настоящее время является очень актуальным и важным вопросом. Особенно сильно при бурном развитии рекреации страдают экосистемы больших и малых островов залива Петра Великого, территориально относящиеся к городу Владивостоку. Экологические тропы (специально оборудованные пути) в данном случае призваны выполнять роль эколого-информационных, просветительных, обучающих, оздоровительных и в конечном итоге, природоохранных целей, способствующих сохранению биоразнообразия уникальной природы островов залива Петра Великого.

Ключевые слова: *Владивосток, залив Петра Великого, о. Русский, о. Шкота, островные экосистемы, экологическая тропа, туризм, рекреация, биоразнообразие.*

ON THE NEED TO CREATE ECOLOGICAL TRAILS ON RUSSKY ISLAND AND ADJACENT SMALL ISLANDS (PETER THE GREAT BAY, SEA OF JAPAN)

L.A. Mayorova [1], L.I. Varchenko [1], K.Ye. Yakovleva [2]
Pacific Institute of Geography Far East Branch of the Russian Academy of Sciences[1], Institute of Tourism and Creative Industries of VVSU[2], Vladivostok

Abstract. The organization of ecological trails in the urban environment of the city of Vladivostok, where recreation is actively developing, especially unorganized, is currently a very relevant and important issue. Especially strongly with the rapid development of recreation, the ecosystems of the large and small islands of Peter the Great Bay, geographically related to the city of Vladivostok, suffer. Ecological trails (specially equipped paths) in this case are designed to play the role of environmental information, educational, educational, health and, ultimately, environmental goals that contribute to the preservation of biodiversity of the unique nature of the islands of Peter the Great Bay.

Key words: *Vladivostok, Peter the Great Bay, Russky Island, island ecosystems, biodiversity, ecological trail, tourism, recreation.*

Введение. Залив Петра Великого – самый большой залив Японского моря у берегов России, расположен на юге Приморского края. В связи с активным социально-экономическим развитием Приморского края, усилением сотрудничества со странами Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР) и высоким природно-рекреационным потенциалом прибрежных и островных территорий, развитие туриндустрии в настоящее время становится одним из важнейших направлений развития экономики и социальной инфраструктуры Приморского края. Анализ местных экологических туров показывает, что примерно 2/3 всех турпотоков в Приморском крае, в летнее время осуществляются на побережье и островах Японского моря. В условиях современности экологические туры предлагаются отдыхающим как альтернатива традиционным дальним путешествиям в зарубежные страны.

За последние 8-10 лет антропогенная и рекреационная нагрузка на островные экосистемы возросла в десятки раз. В летние месяцы на асфальтированной дороге о. Русский, Университетскому проспекту наблюдаются многокилометровые «пробки», а все доступные пляжи заставлены машинами и палатками. На пляжах о-вов Русский, Рейнеке и Попова без соблюдения природоохранного законодательства и развития туристической инфраструктуры, без создания элементарных очистных сооружений и дорог активно ведется строительство несертифицированных баз отдыха, кемпингов и жилых коттеджей.

Нашествие на уникальную природу островов, расположенных в непосредственной близости от города, началось, и, если не принять срочные меры по её охране, в ближайшие пять-десять лет от красот островных пейзажей ничего не останется. При этом, уникальный растительный покров в буквальном смысле гибнет под ногами и колесами, а живописные бухты теряют былую привлекательность. Редкие краснокнижные виды и еще сохранившиеся искусственные посадки хвойных пород вырубаются и горят в туристических кострах [1].

Цель нашего доклада – обоснование необходимости организации экологических троп (специально оборудованных путей и маршрутов) на островах Русский и Шкота, как одного из видов сохранения и рационального использования уникальных природных территории в городской среде.

Материалы и методы. Островные территории города Владивостока (острова Русский, Попова, Рейнеке) и прилегающие акватории Японского моря – своеобразная система природных комплексов, в мире нигде более не встречающихся и обладающих неповторимой по красоте природой с благоприятным климатом. Песчаные пляжи и удивительное по красоте побережье, удобные бухты и заливы являются хорошим приложением к природно-климатическим особенностям островов. Обилие солнца и тепла, морская вода, обширные пляжи создают благоприятные условия для экономического развития островных территорий, строительства инновационно-развлекательных центров, туристических баз и массовой рекреации в самом широком понимании этого слова. Это делает наш город привлекательным для русских и иностранных туристов, эколого-познавательного и научного туризма [2].

О-в Русский (площадь 14 тыс. га, наибольшая высота гор около 300 м над. ур. моря) располагается в заливе Петра Великого и относится к Владивостокскому городскому округу. Сочетание равнинного и горного рельефа делает возможным сохранение дикой природы в непосредственной близости от урбанизированной территории города Владивостока (рис.1).

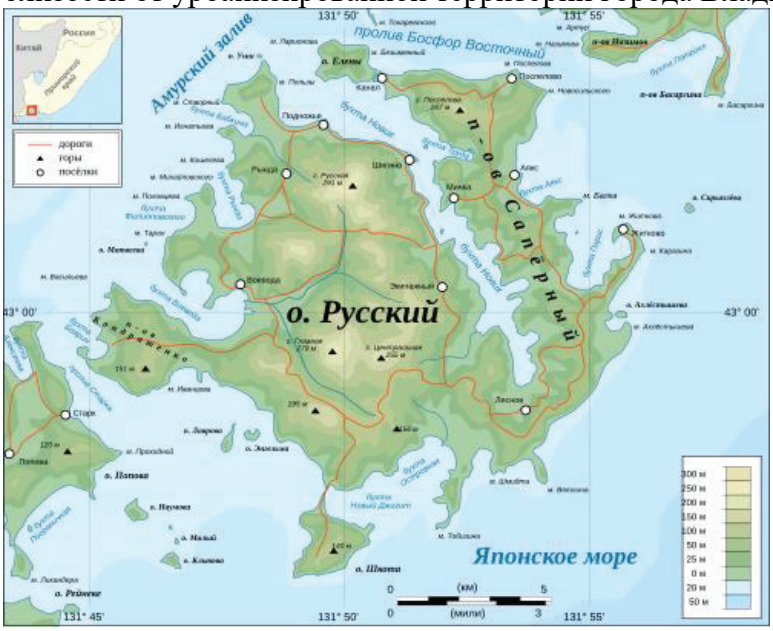


Рис. 1. Карта островов Русский и Шкота

Современная изученность ландшафтов и акватории острова, в том числе, растительного и животного мира, учитывая вековые разработки ученых, довольна высока. В настоящее время на острове Русском ведутся научные работы ботаниками Центра биоразнообразия ДВО РАН, ландшафтоведами и биологами ДВФУ, географами и почвоведами Тихоокеанского института географии ДВО РАН. Под редакцией член. корр. К.С. Ганзея, в 2016 году составлена и опубликована подробная ландшафтная карта о. Русский, так необходимая для устойчивого природопользования и градостроительства [3]. А.Г. Киселева с соавторами ведут активную работу по инвентаризации искусственных посадок хвойных пород, заложенных Военным лесничеством ещё в прошлом веке [4].

Флора острова Русский включает 859 видов из 123 семейств. Краснокнижных сосудистых растений, которые нуждаются в охране более 30 видов. Это сосна густоцветковая (*Pinus densiflora*), берёза Шмидта (*Betula schmidtii*), груша уссурийская (*Pyrus ussuriensis*), вишня Саржента (*Cerasus sargentii*), абрикос маньчжурский (*Armeniaca mandshurica*), калопанакс семилопастной (*Kalopanax septemlobus*), мелкоплодник ольхолистный (*Micromelis alnoflora*), лимонник китайский (*Schizandra chinensis*), актинидии полигамная (*Actinidia polygama*) и острая (*A. arguta),* абелия корейская (*Abelia coreana*)**,** леспедеца плотнокистевая (*Lespedeza cyrtobotrya*), рододендрон остроконечный (*Rhododendron micronulatum*), сирень Вольфа (*Syringa wolfii*), двухколосница незамеченная (димерия) (*Dimeria neglecta*), симплокарпус вонючий (*Symplocarpus foetidus*)**,** несколько видов лилий**,** рябчики уссурийский и камчатский (*Fritillaria ussuriensis, F. camschatcensis*) касатик мечевидный (*Iris ensata*), башмачки вздутый и крупноцветковый (*Cypripedium calceolus, C. macranthon*), пионы молочноцветковый и обратнояйцевидный (*Paeonia lactiflora, P. obovata*), сассапариль Максимовича (*Smilax maximowiczii*), китагавия прибрежная (горичник) (*Kitagawia litoralis*), десмодиум Оулдхэма *(Desmodium oldhamii*), аралия материковая (*Aralia continentalis*), кислица обратнотреугольная (*Oxalis obtriangulata),* фиалка Росса (*Viola rossii*), бузульник Воробьёва (*Ligularia vorobievii*), водяной орех (рогульник) (*Trapa incisa*) и др. [5]. Самыми массовыми краснокнижными видами являются актинидии, калопанакс, вишня, лилии, симплокарпус, десмодиум, подмаренник удивительный (*Galium paradoxum*). Достаточно много ясеня густого (*Fraxinus densata*), который тоже должен быть включён в исчезающие виды.

Лесная растительность по описаниям В.М. Урусова … «может быть оценена теперь, как преимущественно дубравная с калопанаксом, видами вишни, других розоцветных, видами лип амурской, маньчжурской, монгольской, ясеня маньчжурского, горного, густого, орехом маньчжурским, лианами и обилием граба. Доминируют дубняки (несколько тыс. га). Горных и маньчжурских ясеневников, белоберезняков, липняков, ильмовиков и ольшаников, примерно поровну, но есть и леса с преобладанием кленов, яблони, граба, ореха, тополя, наконец, маакии, абрикоса, бересклета Максимовича, осины. Кустарниковый ярус состоит из леспедецы, лещины, жимолостей, барбариса амурского, малины сахалинской, аралии, смородины, калины, боярышника, а на крутых склонах северных экспозиций ещё можно встретить рододендрон даурский. Коренные растительные сообщества острова: локальные тростниково-вейниковые луга в заболоченных низинах и на берегах лагун острова; супралиторальные луга из колосняка, чины японской, льнянки японской, горичника и глении прибрежных; гмелинополынники; заросли розы морщинистой и полыни Гмелина на галечниках и скалах; заросли лиан на скалах; петрофитные сообщества скал с преобладанием или значительным участием гвоздики амурской, качима тихоокеанского, видов овсяниц, горноколосников, горичников длиневидного и формозского, камнеломки кортузолистной, лука стареющего; ольшаники из ольхи японской и красильной с широколиственными породами» [2].

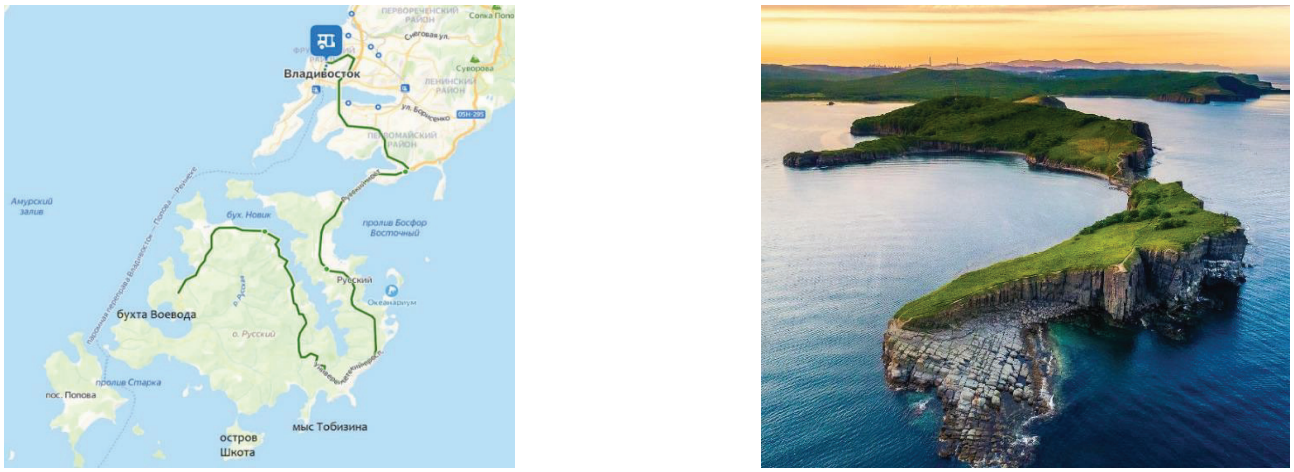
Результаты и их обсуждение. Остров Русский очень удобен для продолжительного отдыха и длительных экологических маршрутов с осмотром береговой полосы, рододендровых дубняков, грабово-лиановых широколиственных лесов, эфемероидной флоры.

Зона наиболее интересных природных комплексов расположена в самом центре острова Русский в окрестностях г.г. Русских, Центральной и Главной. Северный склон г. Русских – место произрастания калопанакса, единичных деревьев берёз Шмидта (железной) и жёлтой, видов липы и клёна.

Острова Русский и Шкота относятся к природоохранной зоне со средней степенью остроты проблем охраны флоры. С интенсификацией антропогенного воздействия на природную среду островных территорий и активным развитием массовой рекреации, существенно необходима инвентаризация, постановка на кадастровый учет и придание официального статуса как перспективным памятникам природы, так и организации экологических троп на островах Русский и Шкота. Из всех категорий «особоохраняемых природных территорий» (ООПТ), именно памятники природы и экологические тропы представляют особую значимость для массовой рекреации. Они не отчуждаются от природопользования, и в большинстве своём предназначены не только для сохранения биоразнообразия, но и для просветительских целей, экологических экскурсий и экологического туризма.

Маршруты экологических троп необходимо выбирать в зависимости от поставленной цели таким образом, чтобы в них были представлены участки естественной природной среды. Важным условием выбора места расположения экологической тропы является ее доступность для прохождения, привлекательность ландшафтов и ее информационная насыщенность [6].

В методическом плане очень показательно проведена разработка и описание экологической тропы на полуострове Муравьева-Амурского в пригороде Владивостока, где авторами для организации экотропы было проведено маршрутное исследование территории: составлена схема тропы с условными обозначениями, указан рельеф, описан почвенно-растительный покров, на определенных участках дано полное описание типов леса и их характеристики, показатели лесистости (Л, %) и степень антропогенного воздействия (АИТ, %) [7]. По соответствующей методике авторами данной статьи на основе рекогносцировочных маршрутов по часто посещаемых рекреантами и живописным пешеходным тропам предлагается организация и последующая подробная разработка маршрута экологической тропы на полуострове Тобизина (о. Русский) (рис. 2 а, б).



а б

Рис. 2. Схема (а) и фото (б) мыса Тобизина (южная оконечность о. Русский).

В теплый период года (начиная с апреля по октябрь) в данном районе можно наблюдать массовое паломничество отдыхающих и туристов. Пешеходная тропа протяженностью около

6 км начинается от бухты Карпинского и заканчивается на самой южной оконечности полуострова, около заброшенного старого маяка.

На о-ве Русский департаментом природных ресурсов и охраны окружающей среды Приморского края утверждены всего 3 памятника природы регионального значения – геологические разрезы площадью 4,65 га. Самый крупный "Геологический разрез Тобизинский" в своих обнажениях демонстрирует отпечатки древних раковин аммонитов и двустворчатых моллюсков.

Другим, часто посещаемым туристами и рекреантами, является о. Шкота (см. рис. 1). Остров Шкота расположен к югу от о. Русский и отделен от мыса Забытый проливом шириной до 780 м. В 20 веке аккумулятивная форма (томболо), образованная в зоне волновой тени и дамба соединяли о. Шкота с о. Русский. В настоящее время дамба (на участке длиной 120 м) размыта и коса осушается только в сильный отлив [8]. Площадь острова 2.46 км^2, рельеф низкогорный, максимальная высота 147 м. В центральной части острова расположена наивысшая точка (147 м), которая является водоразделом между восточными и западными макросклонами. Система поверхностного стока практически не развита и представлена несколькими овражно-балочными образованиями с временными водотоками. Климат муссонный, со средним количество осадков около 800 мм/год, 85% которых приходится на летний период. Среднегодовая температура воздуха около +6^0 С. Для почв свойственны особенности «островного» почвообразования, обусловленные природными факторами и влиянием моря. Территория острова занята широколиственными лесами с преобладанием дуба монгольского с участием граба сердцелистного, липы амурской, ясеня носолистного, кленов мелколистного, ложно-Зибольдова и зеленокорого, ильма японского. Единично встречается сосна густоцветковая (*Pinus densiflora*). Кустарниковые, полукустарниковые и луговые сообщества сформированы гмелинополынниками леспедецево-разнотравными из полыни Гмелина (*Artemisia gmelinii*), леспедецы двуцветной (*Lespedeza bicolor*), малины боярышниковолистной (*Rubus crataegifolius*), лещины маньчжурской (*Corylus mandshurica*) и др. Травяной ярус состоит из полыни побегоносной (*Artemisia stolonifera*), гвоздики китайской (*Dianthus chinensis*), яснотки бородатой (*Lamium barbatum*) и др. [9].

Экологическую тропу, протяженностью около 4,5 км авторами предлагается заложить в западной части острова, начиная от косы, которая частично осушается в сильный отлив и до самой южной оконечности острова, на которой расположен заброшенный маяк.

Рис. 3. Чаны для засолки рыбы на косе (начало маршрута).

В XX веке остров активно использовался в военных целях. Здесь существовали военный городок, наблюдательный пункт и артиллерийская батарея №904 Владивостокского сектора береговой обороны, которые в настоящее время заброшены. С восточной стороны перешейка в начале косы сохранились многочисленные бетонные чаны, использовавшиеся в 1930-е годы для засолки рыбы [10]. В настоящее время ведущий фактор антропогенной

трансформации природных комплексов – нерегламентированная рекреационная деятельность. Показано, что более 50% территории острова характеризуется высокой степенью рекреационной дигрессии растительности. На долю антропогенно-измененных ландшафтов приходится 2.12 % площади острова. [9].

Выводы

Природно-рекреационный потенциал о-вов Русский (уникальные флора и фауна) и Шкота (бирюзовое море, живописные скалы и кекуры) довольно высок. Несмотря на интенсивное хозяйственное освоение островов в 20 веке и активное использование территории в рекреационных целях в настоящее время, отмечается сохранение природного каркаса. Последующее развитие островных экосистем должно базироваться на всесторонней оценке их современного экологического состояния и проведением функционального зонирования территорий с четким определением типов природопользования, и нормированием предельно-допустимых нагрузок на ландшафты.

В связи с резким возрастанием антропогенной нагрузки на экосистемы островов залива Петра Великого сохранение биоразнообразия растительного покрова и рекреационного потенциала островов является насущным вопросом, которым должны заниматься не только ученые, экологи, но и государственные власти. Для сбалансированного природопользования прибрежных территорий и акваторий, в первую очередь необходимо выделить на островах как особо охраняемые природные территории (памятники природы), так и приступить к организации и обустройству экологических троп.

Литература

1. Майорова Л.А., Варченко Л.И. О сохранении природно-рекреационного потенциала и биоразнообразия растительного покрова острова Русский // Геосистемы Северо-Восточной Азии: особенности их пространственно-временных структур, районирование территории и акватории. – Владивосток: ФГБУН Тихоокеан. ин-т географии ДВО РАН, 2019. – С. 263-268.

2. Урусов В.М. Экологу о природном комплексе района Владивостока. –Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2002 а. – 86 с.

3. Ганзей К.С., Киселёва А.Г., Пшеничникова Н.Ф. Ландшафты о-ва Русский. Карта. Масштаб 1:2500. Владивосток: ООО «Калорит», 2016.

4. Ганзей К.С., Киселёва А.Г., Пшеничникова Н.Ф., Лящевская М.С., Родникова И.М., Ухваткина О.Н., Юрченко С.Г. Геоэкологическое состояние посадок пихты цельнолистной и их роль в восстановлении хвойно-широколиственных геосистем о. Русский //География и природные ресурсы. – 2019а. – № 2. – С. 59–68.

5. Недолужко В.А., Денисов Н.И. 2001. Флора сосудистых растений острова Русский (залив Петра Великого в Японском море). Владивосток: Дальнаука, 98 с.

6. Ломакин И.А., Попова Е.И. Экотропа как средство формирования экологической культуры и рационального природопользования // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 11. – С. 146–150.

7. Киселева А.Г., Пшеничникова Н.Ф. Экологическая тропа «Седанка» в пригороде Владивостока // Биологические науки, 2025. – С. 37-41.

8. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Макарова Т.Р., Корнюшенко Т.В., Кудрявцева Е.П., Ганзей К.С., Судьин В.В., Харламов А.А. Палеоозеро острова Шкота: природный архив изменений климата и ландшафтов. Геосистемы переходных зон. – 2020. – Т. 4. – № 2. – С. 230–249.

9. Ганзей К.С., Киселёва А.Г., Пшеничникова Н.Ф., Родникова И.М. 2019б. Геоэкологический анализ ландшафтов острова Шкота (Японское море). Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология, 3: 63–74.

10. Стратиевский О.Б. Русский – остров архипелага Императрицы Евгении. – Владивосток: Изд. дом ДВФУ, 2012. – 704 с.

УДК 55.556 DOI: 10.35735/9785605515623_212

АНТРОПОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ НА ПРОЦЕСС ВЫСВОБОЖДЕНИЯ МАРГАНЦА ИЗ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В РЕКЕ ЧЕРНАЯ (Г. ХАБАРОВСК)

И. С. Синькова, О. И. Каминский, К. С. Макаревич, О. С. Хомченко, Е. А. Кириченко
Хабаровский Федеральный исследовательский центр ДВО РАН, Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск, Россия

Аннотация. В статье, на примере р. Черная, дренирующей окрестности г. Хабаровска, представлены результаты исследования пространственно-временной динамики содержания марганца в водах малых реках урбанизированных территорий юга Дальнего Востока России. Учитывая отсутствие в этом районе техногенных источников марганца, можно предполагать, что марганец высвобождается из продуктов гидролитической деструкции железомарганцевых конкреций. Показано, что наиболее интенсивно процесс протекает в зимний период.

Повышение значений перманганатной окисляемости на каждые 10 единиц приводит к высвобождению от 83 мкг Mn (летний период) до 387 мкг Mn (зимний период). Максимальное зарегистрированное содержание составило 1198 мкг/л Mn. Важно, что даже после возвращения в водотоке уровня оксигенации к стабильно-высоким значениям, динамика уменьшения содержания марганца, вследствие его окисления, не наблюдается. Этот факт демонстрирует возможность формирования на территории данного региона новых путей миграции марганца, инициированных техногенным воздействием. Таким образом, опасность марганцевой интоксикации при его содержании, превышающем природный фон в 40-120 раз, может возникнуть на значительном удалении от места высвобождения марганца.

Ключевые слова: *малые реки, марганец, поллютант, антропогенное влияние, восстановительная среда.*

ANTHROPOGENIC INFLUENCE ON THE RELEASE OF MANGANESE FROM BOTTOM SEDIMENTS IN THE CHERNAYA RIVER (KHABAROVSK)

I. S. Sinkova, O. I. Kaminsky, K. S. Makarevich, O. S. Khomchenko, E. A. Kirichenko
Khabarovsk Federal Research Center of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Institute of Water and Ecology problems FEB RAS, Khabarovsk, Russia

Abstract. Using the example of the Chernaya River draining the vicinity of Khabarovsk, the article presents the results of a study of the spatial and temporal dynamics of manganese content in the waters of small rivers in urbanized territories of the south of the Russian Far East. Given the absence of man-made sources of manganese in the area, it can be assumed that manganese is released from the products of hydrolytic degradation of ferromanganese nodules. It is shown that the process proceeds most intensively in winter.

An increase in the values of permanganate oxidability for every 10 units leads to the release of 83 micrograms of Mn (summer period) to 387 micrograms of Mn (winter period). The maximum recorded content was 1,198 micrograms/l of Mn. It is important that even after the oxygenation level in the watercourse returns to stably high values, the dynamics of a decrease in the manganese content due to its oxidation is not observed. This fact demonstrates the possibility of the formation of new migration routes of manganese in the territory of this region, initiated by anthropogenic impact. Thus, the danger of manganese intoxication with its content exceeding the natural background by 40-120 times may occur at a considerable distance from the place of release of manganese.

Key words: *small rivers, manganese, pollutant, anthropogenic influence, regenerative environment.*

Введение. В земной коре марганец занимает третье место (после железа и титана) среди наиболее распространенных переходных металлов [9]. В токсичных дозах марганец проявляет свойства политропного яда, поражающего ткани лёгких, сердечнососудистую и гепатобиллиарную системы, при этом усугубляет течение аллергических процессов. Марганец также может обладать мутагенной активностью, а его чрезмерное содержание в питьевой воде оказывает токсичное воздействие на поджелудочную железу, печень и может вызвать кожные заболевания [17]. Всемирная организация здравоохранения установила максимальную концентрацию марганца 0,1 мг/л для систем питьевого водоснабжения [15].

Марганец является элементом с переменной валентностью. В природных биогеоценозах и геологических формациях, как правило, складываются условия, приводящие к формированию соединений марганца (II) и марганца (IV) [16]. При низких концентрациях марганец является незаменимым микроэлементом и усваивается водными организмами главным образом в ионной форме Mn^{2+}. Однако, при концентрации 9.4 мг/л марганец может являться токсичным элементом с LC50 за 48 ч (летальной концентрацией), например, для большой дафнии [12]. Марганец (II) поступает в организм в основном с пищей и питьевой водой, поэтому его регулярный мониторинг в таких объектах имеет важное значение для безопасности человека [11].

Как показывают экспериментальные исследования и компьютерное моделирование, растворенный марганец является очень подвижным в катионной форме Mn^{2+}. В этом состоянии он менее склонен к образованию хелатных соединений по сравнению с другими микроэлементами, такими как Cu, Co, Ni, Pb или Zn [8, 10, 13]. Вследствие этого, марганец в растворимой форме способен относительно долго оставаться в подвижном состоянии и переноситься в водных объектах на значительные расстояния.

Марганец является примером металла, для которого влияние содержания органических поллютантов на его миграционную активность является особенно значимым. Это связано с тем, что он активно взаимодействует с органической составляющей загрязнения, участвуя в окислительно-восстановительных гидрохимических процессах. При этом, происходит его высвобождение из донных отложений и переход в подвижную ионную форму Mn^{2+}. При насыщении воды кислородом происходит обратный процесс. Марганец претерпевает окисление и переходит в нерастворимую форму MnO_2, оказываясь в составе донных отложений.

Для пресных вод юга Дальнего Востока России характерны повышенные фоновые значения марганца. Это связано с тем, что геохимической особенностью этого региона является наличие железомарганцевых конкреций (ЖМК), приуроченных к почвам и нижней части толщи плиоценовых глин. Соответственно, г. Хабаровск и его окрестности расположены на территории, так называемой провинции железомарганцевых пресных вод [5, 7]. В подземных водах не редко регистрируется до 5000-8000 мкг/л марганца. Это, является значимой проблемой для водоподготовки таких вод для питьевого использования.

Большая часть литературных данных о подвижности различных форм марганца и его миграции в водотоках описывает поведение этого элемента для значительно меньших концентрационных диапазонов, чем приведены выше. Например, верхний предел содержания марганца в водах Европейских рек редко превышает 40 мкг/л [14]. В результате, выводы о подвижности марганца, полученные в таких исследованиях, невозможно корректно перенести на концентрационный диапазон характерный для вод Приамурья.

Объекты и методы исследования. Река Черная дренирует территорию города Хабаровска и его окрестностей (Рисунок 1). Данный водоток характеризуется значительной протяженностью по сравнению с другими малыми реками, дренирующими этот район. Река Черная подвержена различному антропогенному воздействию, однако в нее отсутствует поступление промышленных сточных вод, несущих повышенное содержание тяжелых металлов, в том числе и марганца. Сточные воды на исследуемом участке реки содержат не

более 1,5-2 фоновых значений марганца (10 мкг/л [6]). Для удобства обозначения точки пробоотбора обозначены от №1 до №7. Сброс сточных вод происходит на участке реки, ограниченном точками пробоотбора №2 и №3. Таким образом, из семи точек пробоотбора две находятся выше поступления таких вод (точки №1 и №2), а остальные пять, соответственно, ниже по течению.

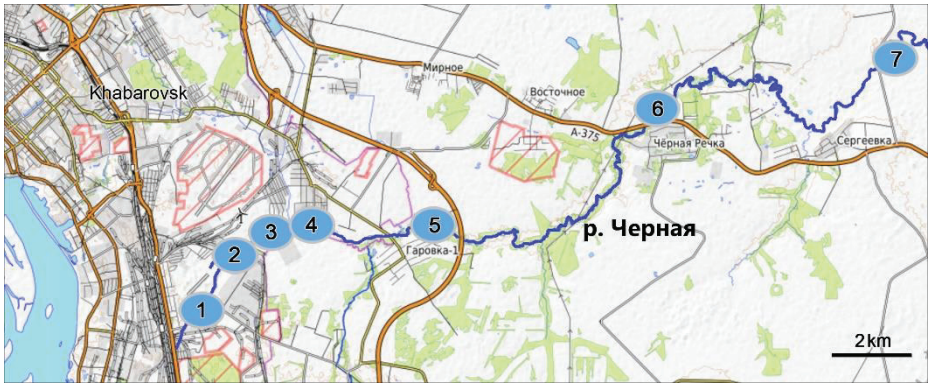


Рис. 1. Карта-схема расположения точек отбора проб из основного русла р. Черная на территории г. Хабаровска и его окрестностей

Химический состав вод определялся в лаборатории Центра коллективного пользования ИВЭП ДВО РАН при помощи стандартных методов гидрохимического анализа [3]. Отбор проб производился согласно нормативно-правовым документам [1, 2, 4] в период 2023-2024гг.

Определение концентрации марганца осуществлялось с помощью Agilent Technologies atomic absorption spectrometer: SpectrAA 240 FS AA.

Результаты и обсуждение. Результаты проведенного мониторинга показывают, что превышение фоновых значений марганца в изучаемом водотоке отмечается на всем протяжении периода наблюдения, включающем как весенне-летний, так и осенне-зимний периоды. Увеличение содержания марганца, ниже основного места поступления сточных вод составляло от 3 до 12 раз. При этом максимально зарегистрированное содержание составляло 1198 мкг/л. Анализ самих сточных вод, индуцирующих такое высвобождение марганца, показал, что содержание в них марганца не превышает 9-17 мкг/л.

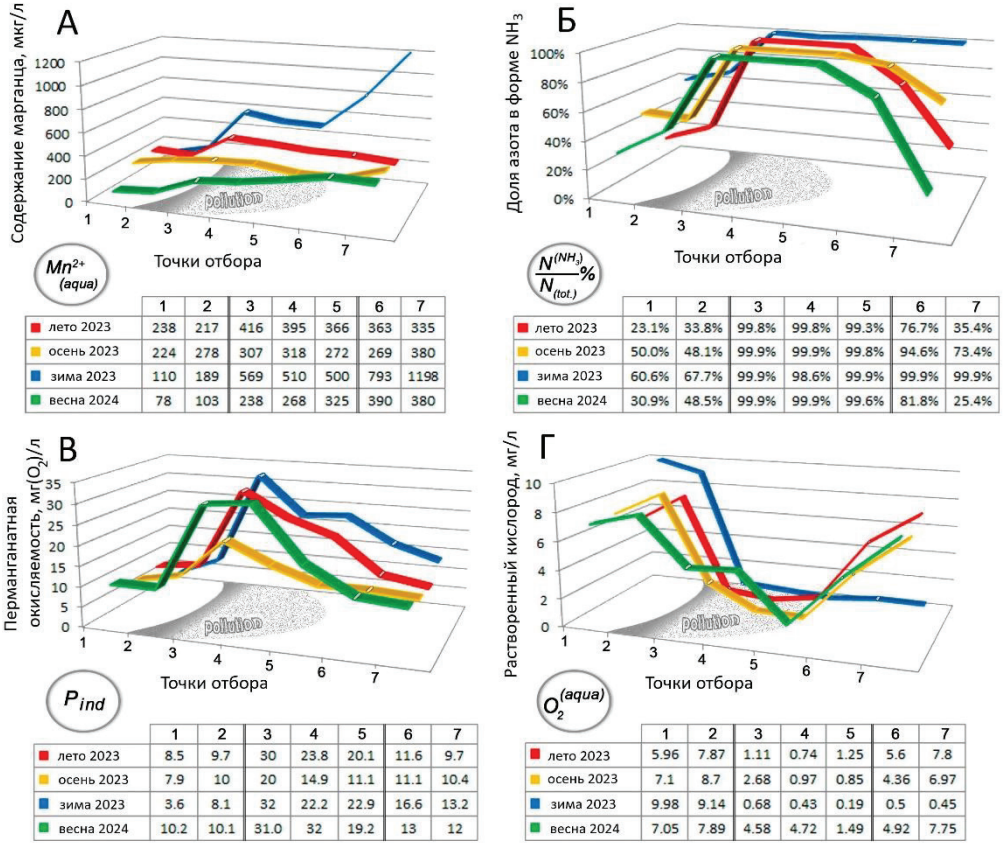
На рисунке 2А представлены данные пространственно-временной динамики изменения концентрации марганца в водах р. Черная. На рисунках 2Б, 2В, 2Г представлены гидрохимические показатели, оказывающие наибольшее влияние на миграцию марганца.

На всех представленных графиках можно выделить 3 участка, отличающихся динамикой изменения регистрируемых показателей:

- Участок (I), заключенный между точками №1 и №2, имеет протяженность 2.2 км. Он характеризуется минимальной антропогенной нагрузкой и относительно стабильными величинами, как гидрохимических показателей, так и содержания, марганца.

- Участок (II) ограничен точками №3-№5 и имеет протяженность 3.8 км. Он характеризуется максимальной антропогенной нагрузкой, поскольку поступление сточных вод осуществляется между точками пробоотбора №2 и №3. На этом участке отмечается наибольшее изменение значений, как содержания марганца, так и величин гидрохимических показателей. Поступление стоков увеличивает значение перманганатной окисляемости (ПО) в интервале от 3 до 11 раз, при этом большая часть неорганического азота присутствует в аммонийной форме (более 90% от $N_{общ.}$). На окисление поступающего органического вещества расходуется значительная часть растворенного кислорода и его содержание падает в 6-20 раз. В результате, этот участок водотока характеризуется выраженной восстановительной гидрохимической средой, которая способствует процессу восстановления марганца и высвобождению его из донных отложений.

- На последнем участке (III), ограниченном точками №5-№7, протяженностью 23.2 км, отмечается стабилизация гидрохимических показателей, их величины возвращаются к значениям, характерным для первого участка. Важно отметить, что содержание марганца в воде на этом участке либо значимо не снижается, либо продолжает свой рост.



А	1	2	3	4	5	6	7
лето 2023	238	217	416	395	366	363	335
осень 2023	224	278	307	318	272	269	380
зима 2023	110	189	569	510	500	793	1198
весна 2024	78	103	238	268	325	390	380

Б	1	2	3	4	5	6	7
лето 2023	23.1%	33.8%	99.8%	99.8%	99.3%	76.7%	35.4%
осень 2023	50.0%	48.1%	99.9%	99.9%	99.8%	94.6%	73.4%
зима 2023	60.6%	67.7%	99.9%	98.6%	99.9%	99.9%	99.9%
весна 2024	30.9%	48.5%	99.9%	99.9%	99.6%	81.8%	25.4%

В	1	2	3	4	5	6	7
лето 2023	8.5	9.7	30	23.8	20.1	11.6	9.7
осень 2023	7.9	10	20	14.9	11.1	11.1	10.4
зима 2023	3.6	8.1	32	22.2	22.9	16.6	13.2
весна 2024	10.2	10.1	31.0	32	19.2	13	12

Г	1	2	3	4	5	6	7
лето 2023	5.96	7.87	1.11	0.74	1.25	5.6	7.8
осень 2023	7.1	8.7	2.68	0.97	0.85	4.36	6.97
зима 2023	9.98	9.14	0.68	0.43	0.19	0.5	0.45
весна 2024	7.05	7.89	4.58	4.72	1.49	4.92	7.75

Рис. 2. Данные пространственно-временной динамики изменения концентрации марганца и гидрохимических показателей в воде р. Черная

Анализ данных, полученных в зимний период, показывает, что их динамика имеет ряд принципиальных отличий от остальных периодов наблюдений. Например, динамика изменения концентрации марганца показывает, что на участке (I) его содержание сопоставимо (или даже ниже), чем на том же участке в другие периоды наблюдения. Далее, на участке (II) наблюдается экспрессивный рост концентрации марганца в 2-5 раз, а на участке (III) происходит еще большее увеличение его содержания, которое достигает 1198 мкг/л.

Изменение остальных гидрохимических показателей свидетельствует о том, что на участке реки после точки №3 формируется выраженная восстановительная гидрохимическая атмосфера водной среды. В отличие от других сезонов содержание растворенного кислорода остается очень низким (0.19-0.68 мг/л) не только непосредственно после места сброса сточных вод, но и ниже по течению. Неорганический азот продолжает находиться в восстановленной аммонийной форме. В результате, такая выраженная восстановительная среда в водотоке индуцирует наибольшее высвобождение марганца в зимний период.

Таким образом, интенсивность высвобождения марганца в зимний период оказывается наибольшей. Формирование максимального зарегистрированного значения происходит за счет повышения содержания марганца на 1088 мкг/л относительно точки №1. Такой прирост сопряжен с повышением значений ПО на 28.4 мг O_2/л. Из этого следует, что в зимний период повышение значений ПО на каждые 10 единиц дополнительно высвобождает до 387 мкг Mn.

Анализ данных, полученных в летний период, показывает, что их наибольшая динамика приурочена не только к участку непосредственной области поступления сточных вод, но и к последнему интервалу области мониторинга. Сброс стоков также приводит к формированию восстановительной гидрохимической среды. Однако, в отличие от зимнего периода, на последнем участке мониторинга (точка №7) наблюдаются возвращения к исходным значениям (точка №2), как уровня оксигенации воды (7.80 мг/л), так и содержания аммонийного азота (до 35.4%). Таким образом, в летний период выраженность восстановительных гидрохимических процессов значительно меньше. Участок водотока, на котором преобладает такая восстановительная среда, значительно короче. Это приводит к тому, что высвобождение марганца происходит не столь эффективно: максимальная зарегистрированная концентрация 416 мкг/л является в 3 раза меньше зимней, кроме того, формируется слабо выраженный тренд, приводящий к её снижению до 335 мкг/л.

Таким образом, высвобождение марганца в летний период происходит наименее интенсивно. Формирование максимального зарегистрированного значения происходит за счет увеличения содержания марганца на 178 мкг/л относительно точки №1. Это сопряжено с повышением значений ПО на 21.5 мг O_2/л. Из этого следует, что в летний период повышение значений ПО на каждые 10 единиц дополнительно высвобождает до 83 мкг Mn.

Анализ данных, полученных в весенний и осенний периоды, показывает, что их динамика близка к летнему периоду. При этом, в весенний период отмечается минимальное содержание марганца (78 мкг/л) среди зарегистрированных значений. На последнем участке также наблюдения формирование окислительной гидрохимической среды. Несмотря на это, в отличие от летнего периода наблюдений, даже слабо выраженного тренда на снижение содержания марганца весенне-осенний период не прослеживается.

Таким образом, в весенний и осенний периоды наблюдается схожее высвобождение марганца. Формирование максимального зарегистрированного значения происходит за счет увеличения содержания марганца на 312 мкг/л (весна) и на 187 мкг/л (осень) относительно точки №1. Такое приращение сопряжено с повышением значений ПО на 21.8 мг O_2/л (весна) и 12.1 O_2/л (осень). Из этого следует, что в весенний и осенний периоды повышение значений ПО на каждые 10 единиц дополнительно высвобождает 143-155 мкг Mn.

Выводы

Оценивая токсикологическую опасность, которую несет процесс высвобождения марганца, можно сказать, что наибольшая интоксикация для гидробионтов наблюдается в зимние месяцы, когда содержание марганца достигает более 1000 мкг/л. Высвобождение марганца является следствием активации восстановительных процессов в условиях поступления поллютантов и одновременно ограниченного из-за ледяного покрова доступа кислорода. Интенсивность высвобождения марганца при этом оказывается максимальной. В среднем, в зимний период повышение значений ПО на каждые 10 единиц дополнительно высвобождает до 387 мкг/л Mn.

При отсутствии ледяного покрова в весенне-летний и осенний периоды интенсивность восстановительных процессов снижается. В результате, высвобождение марганца происходит с меньшей интенсивностью. В летний период интенсивность является минимальной, когда в среднем высвобождается не более 83 мкг Mn при повышении ПО на каждые 10 единиц. В остальной период теплого времени года (весна и осень) высвобождение марганца составляет 143-155 мкг при повышении ПО на каждые 10 единиц.

Отмечено, что последствия антропогенного влияния на водоток достаточно быстро нивелируются в весенний, осенний и летний периоды. Это можно наблюдать на третьем участке маршрута пробоотбора. Характерным является снижение величины ПО и доли аммонийного азота.

Важно отметить, что даже после возвращения в водотоке уровня оксигенации к стабильно высоким значениям, не наблюдается динамика на снижение содержания марганца, вследствие его окисления до нерастворимой формы MnO_2. Этот факт вызывает особую озабоченность, поскольку демонстрирует возможности формирования на территории этого региона новых путей миграции данного элемента, инициированных техногенным воздействием. Таким образом, опасность марганцевой интоксикации при его содержании, превышающем природный фон в 40-120 раз, может возникнуть на значительном удалении от места высвобождения марганца.

Благодарность. *Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда № 24-17-20002, https://rscf.ru/project/24-17-20002/ и соглашения с Правительством Хабаровского края № 100С/ 2024.*

Литература

1. ГОСТ 17.1.5.05-85 «Гидросфера. Общие требования к отбору поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков» (с 01.01.2023 ГОСТ Р 70282-2022)
2. ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб» (с 01.01.2023 ГОСТ Р 59024-2020)
3. РД 52.18.595-96 «Федеральный перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды»
4. РД 52.24.353-2012 «Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод»
5. В.М. Новиков, Е.Л. Школьник, Е.А. Жегалло, В.К. Орлеанский, Особенности формирования гипергенных железомарганцевых конкреций (Дальний Восток России, Вьетнам), Тихоокеанская геология, 2008, №. 27, № 5. с. 53-64. - EDN LMCBFX.
6. А.П. Соловов и др., Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых, Недра Москва, 1990. 335
7. В.В. Кулаков, Использование внутрипластовой очистки подземных вод от железа и марганца (на примере водоснабжения г. Хабаровск), Вестник ДВО РАН, 2013
8. Abbasse, G., Ouddane, B., Fischer, J.C., 2002. Determination of total and labile fraction of metals in seawater using solid phase extraction and inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP-AES). J. Anal. At. Spectrom. 17:1354–1358. https://doi.org/10.1039/B203407G
9. F.A. Armstrong, Why did nature choose manganese to make oxygen? Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci. 363 (2008) 1263 – 1270, https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2223
10. Charriau, A., Lesven, L., Gao, Y., Leermakers, M., Baeyens, W., Ouddane, B., Billon, G., 2011. Trace metal behaviour in riverine sediments: role of organic matter and sulfides. Appl. Geochem. 26:80–90. https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2010.11.005
11. Robert D. Crapnell, Craig E. Banks, Electroanalytical overview: The determination of manganese, Sensors and Actuators Reports, Volume 4, 2022, 100110, ISSN 2666-0539, https://doi.org/10.1016/j.snr.2022.100110
12. Howe P., Malcolm H., Dobson S. Manganese and its compounds: environmental aspects. – World Health Organization, 2004. – №. 63.
13. J.J. Morgan, 2000. Manganese in natural waters and earth's crust: its availability to organisms. Metal Ions in Biological Systems. Manganese and Its Role in Biological Processes Volume 37 (New York - Basel)
14. Pierre-Jean Superville, Anastasia Ivanovsky, Pratima Bhurtun, Jean Prygiel, Gabriel Billon, Diel cycles of reduced manganese and their seasonal variability in the Marque River (northern France), Science of The Total Environment, 624 (2018) 918-925 https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.189

15. Usepa, Drinking Water Health Advisory for Manganese, U.S. Environ. Prot. Agency Off. Water Washington, DC EPA-822-R-04-003, 2004, pp. 1 – 49. doi:EPA- 822-R-04-003

16. Aolan Ma, Yao Huang, Shengjun Mao, Shuang Li, Zichao Zhu, Minjing Li, Hui Liu, "Mn(II) Curtain" in the riparian sediment at the lower reaches of the Hanjiang River, China, Journal of Hydrology, Volume 625, Part A, 2023, 130047, ISSN 0022-1694, 10.1016/j.jhydrol.2023.130047

17. Ying, S.C., Schaefer, M.V., Cock-Esteb, A., Li, J., Fendorf, S., 2017. Depth stratification leads to distinct zones of manganese and arsenic contaminated groundwater. Environ. Sci. Tech. 51 (16), 8926 – 8932. https://doi.org/10.1021/acs.est.7b01121

УДК 911.3:504.4 (571.63)
DOI: 10.35735/9785605515623_219

ФАКТОРЫ, ОГРАНИЧИВАЮЩИЕ РАЗВИТИЕ ПЛЯЖНОЙ РЕКРЕАЦИИ В ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЕ Г. ВЛАДИВОСТОКА (АМУРСКИЙ ЗАЛИВ, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Сорокин П.С.,
ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

Аннотация. Морское побережье г. Владивостока освоено не только портово-промышленным и жилым комплексом, но имеет исторически обособленные прибрежные территории для организованного отдыха населения, а также необустроенные прибрежно-морские участки, используемые для любительского рыболовства, плавания и прогулок вдоль берега моря. Такие участки практически не контролируются муниципальными службами за соблюдением санитарно-гигиенических требований. Рекреационное использование сезонное, преимущественно в летне-осенний период, но даже за этот период берег подвергается антропогенному прессу в виде замусоривания, в первую очередь бытовыми отходами. Исследование направлено на выявление факторов, ограничивающих развитие рекреационной деятельности и разработку мероприятий по комплексному использованию побережья в районе исследования.

***Ключевые слова**: пляжная рекреация, пригород г. Владивостока, Амурский залив, санитарно-экологическая характеристика.*

LIMITING FACTORS OF THE RECREATION USING OF THE SUBURBAN VLADIVOSTOCK SEASHORE (AMUR BAY, SEA OF JAPAN)

Sorokin P.S.,
Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok

Annotation. Vladivostok's coastline is developed not only by the port, industrial, and residential complexes, but also includes historically isolated coastal areas for organized recreational activities, as well as undeveloped coastal areas used for recreational fishing, swimming, and coastal walks, which are not monitored by municipal services for compliance with sanitary and hygienic requirements. Recreational use is seasonal, primarily during the summer and autumn, but even during this period, the coastline is subject to anthropogenic pressure in the form of litter, primarily from household waste. The study aims to identify factors limiting the development of recreational activities and the development of measures for the integrated use of the coast in the study area.

***Keywords*:** *beach recreation, Vladivostok suburbs seashore, Amur Bay, sanitary and environmental conditions.*

Введение. Прибрежно-морские участки г. Владивостока характеризуются разнообразием хозяйственного использования. Морское побережье застроено малоэтажным и высотным жилым комплексом, здесь расположены производственные, складские, энергетические объекты. Кроме этого, берег повсеместно используется в качестве мест отдыха, рыболовства и организации спортивных мероприятий. Южная часть города приобретает современный образ мегаполиса и привлекательна для застройщиков, в то время как его северная пригородная часть побережья остаётся забытой и заброшенной. Актуальность исследования обусловлена наличием фактически свободного прибрежно-морского пространства в пригороде г. Владивостока для организации культурного времяпровождения и создания спортивно-оздоровительных комплексов на берегу моря. Потребность морского

побережья у населения эпизодическая, а рекреационная емкость прибрежной полосы различная в силу природных особенностей морского берега и ограничивающих факторов - элементов городской и транспортной инфраструктуры. Проекты по организации комфортных условий для комплексного использования городского побережья направлены на развитие автотранспортных сообщений [4], улучшения условий использования набережных и мест отдыха [2], определения оптимальных прибрежных районов для стоянки маломерного флота [1]. При этом рекреационная деятельность на берегу не проявляет конфликтных отношений, а напротив позволяет при организации определенных мероприятий использовать прибрежную территорию круглогодично [3].

Материал и методы исследования. Материалом для исследования послужили наблюдения автора по освоенности побережья в границе района исследования за более чем 20-ти летний период (2004-2025 гг.). Методом исследования является сравнительно-описательный подход и интерпретация результатов фактического наблюдения в формате сложившейся системы прибрежно-морского природопользования. Для оценки замусоренности побережья применена экспертная система определения наличия чужеродных элементов природной среды (бытовой мусор, строительные материалы и т.п.). Рассмотрены прибрежные территории вдоль железнодорожных станций с позиции наиболее оптимальной транспортной доступности морского побережья для рекреантов.

Район исследования. Прибрежная территория Амурского залива в территориальных границах г. Владивостока (от железнодорожной станции Вторая Речка до станции Угольная) рассматривается в данной работе рассматривается в качестве района исследования. Для большей практической ценности работы предлагается использовать отправные точки остановочных пунктов железнодорожного транспорта для потоков рекреантов к прибрежно-морской полосе (как постоянный и доступный вид транспорта к морскому побережью) с описанием продолжительности маршрута и возможных видов использования побережья помимо пляжной рекреации.

Результаты исследования и их обсуждение. На основании анализа фактического использования и востребованности у населения прибрежных участков в границах района исследования было установлено:

1. Повсеместное использование морского побережья в рекреационных целях с различной интенсивностью и направлениях. Это и отдых на берегу в летний период, одиночные и семейные пикники преимущественно в выходные дни, видовые и экскурсионные места, пешие прогулки и пробежки вдоль моря, экстремальные поездки по морскому льду, современные виды водного спорта, любительское рыболовство и плавание.
2. Наличие водотоков, с незарегулируемым устьем препятствует проходу вдоль моря и снижает привлекательность пляжа для посещения. В местах массового отдыха необходима организация выпускных коллекторов участков этих водотоков с мостовыми переходами или переездом автотранспорта вдоль берега моря.
3. Наличие топкого и абразионного берега, перекрытого объектами производственного или жилого сектора не ограничивает проход к морю местному населению для любительского рыболовства или отдыха (Рис.1, А). Здесь скапливается мусор от посетителей и транзитный со стороны моря, включая атрибуты рыболовов (сети, леска с рыболовными крючками, поплавки, ловушки).
4. Практически во всех прибрежных участках требуется контроль за соблюдением чистоты, т.к. имеющиеся аншлаги с призывом «соблюдайте чистоту» не действуют на менталитет рекреантов. Только арендованные участки имеют места складирования ТБО и периодически очищаются. Было бы уместно в летние и праздничные дни посещать эти места неорганизованного отдыха населения сотрудниками органов правопорядка и пожарной безопасности. Возможно, протоколы об административном правонарушении исключат повторное замусоривание.

5. Наибольшие пространственные возможности и транспортные пути для развития пляжной рекреации, а также создания парков природы с сохранившимися лесными массивами в силу орографических особенностей берега присутствуют на побережье в районе ж/д ст. Садгород - Весенняя (севернее ул. Грязелечебница) и в районе б. Сокол. Эти прибрежные участки весьма интересны по природным характеристикам для создания круглогодичного использования - создания спортивно-оздоровительного комплекса, баз отдыха с сохранением экологического каркаса.

Основное использование берега в районе исследования представлено в табл. 1.

Таблица 1

Фактическое использование побережья в районе исследования

Наименование ж/д станции	Близость акватории к транспортным путям	Наличие рекреации	Направления хозяйственной деятельности на берегу
Вторая Речка	Имеется виадук и автодороги к берегу моря	Имеются элементы набережной и организованные участки для прогулок вдоль моря	Производственные, складские и гаражные комплексы, селитебные территории
Чайка	Имеются грунтовые дороги к местам отдыха на берегу моря	Со стороны ж/д ст. Вторая речка имеется рекреационная инфраструктура для отдыха населения на берегу моря	Малоэтажные жилые и научно-исследовательские здания, арендованные участки под рекреацию
Седанка	Проход к морю только через ж/д виадук или автотранспортом по грунтовой дороге вдоль моря со стороны ж/д ст. Чайка	Рекреационной инфраструктуры нет	Морской берег примыкает к железнодорожным путям, ограничивая создание здесь каких-либо видов хозяйственной деятельности
Санаторная	Проход к морю только через ж/д виадук или через регулируемый проход через ж/д пути от парковки автотранспорта со стороны ж/д. ст. Океанская	Имеются беседки для организации массового отдыха населения, парк с элементами отдыха населения, общественного питания и т.п.	Ведомственные, муниципальные территории, организованные рекреационные участки
Океанская	Проход к морю только через ж/д пути	В южном направлении имеются участки для неорганизованного отдыха на берегу моря и ведомственный лечебный пляж	Производственно-складские комплексы, железнодорожная станция и пути, малоэтажные жилые постройки и гаражи
Спутник	Проезд к морю автотранспортом по асфальтированной дороге в направлении ст. Океанская и через	Ведомственные, производственные и жилые объекты, препятствующие свободному прохождению к морю. Проезд к морю	Селитебная территория и режимные объекты

	грунтовые дороги к морю в направлении ул. Грязелечебница (р-н Садгород)	возможен автотранспортом или длительную прогулку через ул. Есенина и Инженерная (в направлении пляжа «Садгород»	
Садгород	Прогулка к морю от ж/д ст. займёт более 10 мин, оптимально использовать автотранспорт до мест организованного отдыха – пляжа «Садгород»	Протяженный участок лечебно-оздоровительного комплекса с беседками, и спортивно-оздоровительными объектами, возможностью использования акватории для водных видов спорта	Муниципальные предприятия, селитебная территория, рекреация
Весенняя	Проход к морю по грунтовой дороге со стороны ж/д ст. Садгород	Со стороны ж/д. ст Садгород имеется грунтовая автодорога и прибрежный участок (в районе пионер-лагеря) используемый для отдыха населения на морском берегу, плавания	Производственно-складские комплексы, малоэтажные жилые строения
Угольная	Проход к морю через ж/д виадук или автотранспортом со стороны ж/д ст. Весенняя	Имеется участок для отдыха населения с элементами спортивно-оздоровительного комплекса	Малоэтажные жилые строения, производственные объекты

Санитарная оценка прибрежно-морской зоны и возможное рекреационное использование берега в районе исследования:

Ж/д ст. Вторая Речка. Акватория не пригодная для плавания, нет масштабного озеленения территории набережных, организация рекреации территориально ограничена иными пользователями. На организованных площадках отдыха населения уместно проведение научно-просветительских мероприятий в праздничные дни. Прибрежные участки здесь удалены от остановочных пунктов общественного транспорта, поэтому экскурсионные маршруты среди гостей города или учащихся были бы предпочтительней одиночных маршрутов к морскому берегу.

Ж/д ст. Чайка. Отсутствие бетонных лотков для регулирования водотоков, впадающих в море, создаёт периодические проблемы с проходом к морю. Этот район активно используется населением для отдыха у моря круглогодично, но рекреационная емкость пляжа ограничивается железнодорожными путями, автотранспорт оставляют вдоль грунтовой дороги (мест для парковки нет). В направление ж/д ст. Седанка существует необходимость в благоустройстве берега и автодорожном сообщении вдоль ж/д путей. Там есть участки песчано-галечникового пляжа с большей рекреационной ёмкостью и небольшой территорией для организации автопарковки.

Ж/д ст. Седанка. Акватория относительно чистая по прозрачности воды, имеются галечно-песчаные пляжи, активно используемые для отдыха. Участок для складирования мусора имеется. Благоустройство территории, например, оснащение берега беседками или скамейками, привлекло бы большее количество рекреантов в летний период.

Ж/д ст. Санаторная. Вода в акватории прозрачная, со стороны железнодорожных путей имеются скопления бытового мусора, несмотря на организацию сбора мусора в

установленных местах. За пределами рекреационных участков отмечается замусоренность побережья и лесо-кустарниковых массивов бытовым мусором. Проход к этим участкам побережья осуществляется через неорганизованные тропы пересекающие железнодорожные пути.

Ж/д ст. Океанская. Речной сток, впадающих в море водотоков приводит к заиливанию – органическому загрязнению морского берега. В южной и северной части акватории имеются участки песчаного пляжа вполне пригодные для рекреации. Здесь необходимы мероприятия по благоустройству территории и периодическая санация побережья: ликвидация морских выбросов (морской травы и водорослей), сезонная уборка территории от сухой растительности (для соблюдения требований пожарной безопасности), организация невозгораемых элементов мест отдыха (например, столиков и лавочек из каменно-валунных материалов).

Ж/д ст. Спутник. В районе б. Сокол комфортные условия для развития рекреационной деятельности с возможностью организации экскурсионных пеших прогулок вдоль моря со стороны ж/д ст. Океанская. Вдоль автодороги в направлении ж/д переезда к ст. Океанская имеется узкая полоска пляжа, подверженная размыву в период сильных дождей и морскому волнению (Рис.1, B). Здесь имеются крупные валуны, которые выполняют функцию волногасителей. Осыпка этого участка пляжа крупной галькой и оснащением бетонных или валунных конструкций столиков и лавочек, создаст не только места для отдыха населения у моря, но будет способствовать сохранению автодороги от сезонного подтопления и разрушения.

Ж/д ст. Садгород. По сравнению с другими прибрежными участками, пляж замусорен органическими морским мусором (водоросли, трава, медузы и пр.) Южная и северная часть прибрежной полосы от организованного рекреационного участка «курорт Садгород», не имеет элементов благоустройства (Рис.1, C, D), несмотря что есть интерес к этой территории у рекреантов и подъездные грунтовые автодороги к морскому берегу. Здесь есть возможность восстановления причалов для маломерного и экскурсионного морского флота. В южной части (от насосной станции) требуется благоустройство, отсыпка пляжа галькой или оснащение неразмываемым тротуаром вдоль береговой грунтовой дороги.

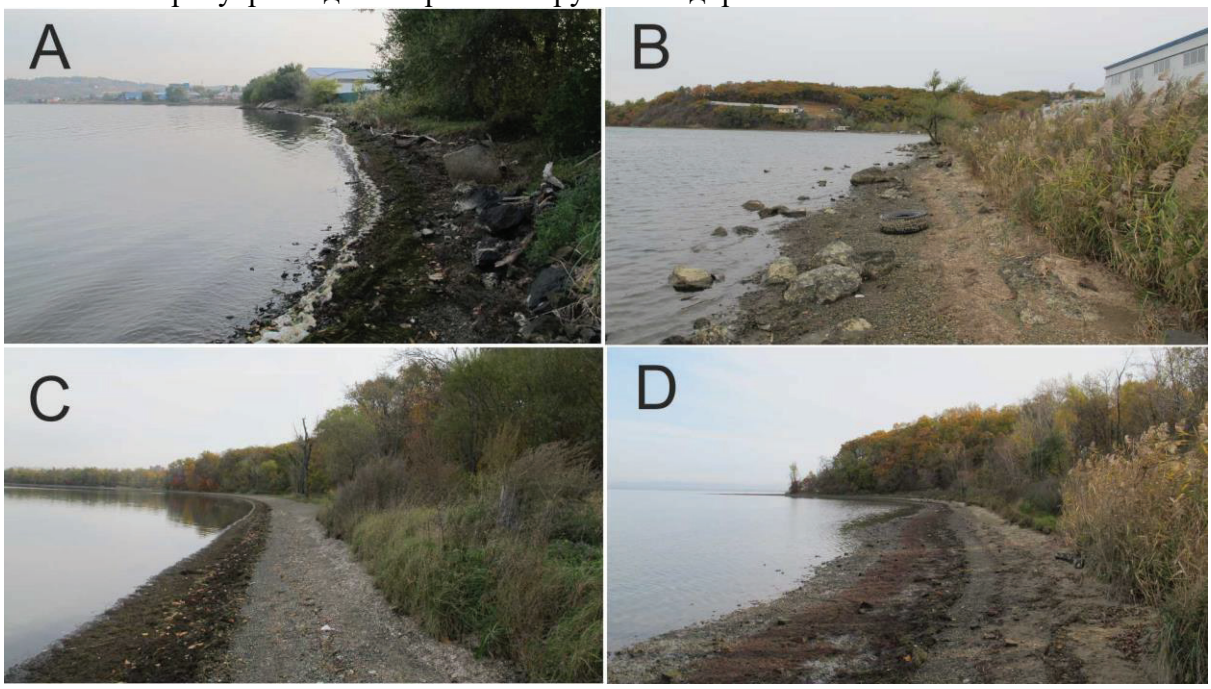


Рис. 1. Прибрежно-морские участки Амурского залива, используемые для неорганизованной рекреации и любительского рыболовства. (A – побережье вдоль ж/д ст. Океанская; B – прибрежный участок вдоль автодороги от ж/д ст. Спутник к ж/д переезду к ст. Океанская; C – побережье южнее и севернее (D) организованного пляжа «Садгород»).

Ж/д ст. Весенняя. Дно в устьях водотоков, впадающих в море илистое, вода в ручьях мутная, вода в морской акватории преимущественно прозрачная, но из-за поросшей травянисто-кустарниковой растительностью прибрежной территории проход к морскому берегу проблематичен. Из-за ограниченного прохода к морю и высокой степени заиленности морского берега, прибрежная полоса используется только для любительского рыболовства, одиночных прогулок и отдыха у моря среди местного населения.

Ж/д ст. Угольная. Прибрежная полоса вдоль автодороги, подвержена органическому загрязнению, территориально ограничена, берег топкий. Из-за селитебной территории проход к морю проблематичен. Требуется создание насыпных или берегоукрепительных конструкций, предотвращающих размывание берега в период сильных дождей и морского волнения. Среди населения есть спрос в использовании маломерного флота, швартовки лодок для любительского рыболовства. Имеются подъездные пути и места для видовых площадок, которые при благоустройстве прибрежной территории привлекут большее количество рекреантов.

Заключение

Исследованные участки побережья имеют рекреационную значимость для жителей г. Владивосток, но преимущественно спрос среди населения, проживающего вблизи акватории. Морское побережье подвержено сезонному органическому загрязнению (выбросы морских водорослей, медуз) и замусориванию бытовым мусором от отдыхающих. Поступление в акваторию отходов производства и потребления происходит также с ливневыми потоками от прилегающей селитебной территории через пресноводные водотоки. В некоторых прибрежных участках железнодорожные пути препятствуют свободному доступу населения к морскому побережью, небезопасны для пресечения и создают неблагоприятное шумовое воздействие на рекреантов.

На основе анализа наблюдений по использованию пляжной территории для рекреации на протяженном участке прибрежной полосы Амурского залива отмечается очень низкая востребованность многих прибрежных территорий для отдыха населения. Наблюдается замусоренность побережья от отдыхающих. Например, вполне доступная для рекреации, по транспортному сообщению, прибрежная территория в районе ж/д ст. Океанская – ж/д ст. Садгород практически не используется из-за отсутствия благоустройства, размываемого берега и его захламления. Несмотря на то, что здесь установлена водоохранная зона р. Богатая, наблюдается замусоривание акватории со стороны автодороги и со стороны пользователей прибрежных земельных участков.

Морское побережье в районе ж/д станций Спутник – Садгород характеризуется разнообразием прибрежного ландшафта, но, к сожалению, труднодоступно для посещения преимущественно из-за перекрытия объектами различной формы собственности, примыкающими к акватории. Здесь сохранился природный ландшафт, широколиственный лес, пляж выстлан окатанным материалом, дно акватории песчано-илистое, а вода прозрачная. Это оптимальное место для проведения научных и образовательных экскурсий среди учащихся и студентов, а также создания баз отдыха.

Имеющиеся рекреационные участки с сопутствующей инфраструктурой в р-не ж/д станций Чайка и Санаторная ограничены территориально для организации автопарковочных комплексов. Пляж в районе ж/д ст. Седанка недоступен маломобильной группе граждан, т.к. проход к морю осуществляется только через виадук.

Северные районы (ст. Весенняя и Угольная) не пригодны для плавания из-за илистого дна в акватории и не привлекательны для развития масштабной пляжной рекреации без берегоукрепительных конструкций, насыпных территорий и благоустройства прибрежных территорий.

Таким образом, основными факторами, ограничивающими развитие рекреационного использования прибрежной полосы являются природные (узкая полоска пляжа с низкой рекреационной емкостью и проблематичностью освоения территории в направлении моря или берега), санитарно-гигиенические (опасность для здоровья рекреантов из-за остатков мусора на дне акватории, органического загрязнения воды), а также транспортные (из-за отсутствия регулируемых проходов через ж/д пути и свободный проход через объекты различной формы собственности).

Благодарность. *Работа выполнена по теме НИР ФГБУН ТИГ ДВО РАН: Инерционность и динамика равноранговых территориальных акватерриториальных и трансграничных структур природопользования Тихоокеанской России, выявление детерминант и векторов их развития, стадий и вариантов трансформации в рамках моделей устойчивого природопользования в Северо-Восточной Азии. (FWMW-2025-0002)*

Литература

1. Драузин Я.Ю., Ерышева Е.А., Копьёва А.В. Аспекты поиска новых стоянок маломерного флота в структуре города Владивостока // Архитектура и дизайн: история, теория, инновации. – 2018. – № 3. – С. 109-115.

2. Иванова О.Г., Копьёва А.В., Масловская О.В. Организация доступной среды прибрежных рекреационных территорий г. Владивостока в учебном проектировании // Современные наукоемкие технологии. – 2020. – № 4. – С. 288-294.

3. Санин А.Ю. Некоторые проблемы рекреационного развития прибрежных зон морей России / Моря России: вызовы отечественной науки. – Севастополь. – 2022. – С. 351-355.

4. Талов Е. От подводных тоннелей до канатных дорог: детально разбираем нереализованные мечты транспортного Владивостока / Вечерний Владивосток. 28 апреля 2025 г. Электронный ресурс: https://vvo.live/post/ot-podvodnyh-tonnelej-do-kanatnyh-dorog-detalno-razbiraem-nerealizovannye-mechty-transportnogo-vladivostoka. [Дата обращения 25.02.2026]

Часть 4.
Территориальные социально-экономические геосистемы: типы, современное состояние и тенденции развития

УДК 913:314.9 DOI: 10.35735/9785605515623_226

ЭТНОКОНФЕССИОНАЛЬНОЕ ПРОСТРАНСТВО АЗИАТСКОЙ РОССИИ: ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ И СОВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА

Архипова А. С.,
Псковский государственный университет

Аннотация. Актуальность темы обусловлена ключевой ролью Сибири и Дальнего Востока как уникального макрорегиона, где на протяжении многих веков формировалось сложное полиэтничное и многоконфессиональное пространство. Изучение его исторических этапов развития является фундаментальной основой для понимания современных интеграционных процессов, управления культурным разнообразием и укрепления общероссийской гражданской идентичности.

Ключевые слова: *этноконфессиональное пространство, межконфессиональные отношения, Сибирь, Дальний Восток, коренные народы*

THE ETHNO-CONFESSIONAL SPACE OF ASIAN RUSSIA: HISTORICAL STAGES OF FORMATION AND CONTEMPORARY DYNAMICS

Arkhipova A. S.
Pskov State University

Annotation. The relevance of this topic stems from the key role of Siberia and the Far East as a unique macroregion, where a complex multi-ethnic and multi-religious space has developed over many centuries. Studying its historical stages of development is fundamental for understanding contemporary integration processes, managing cultural diversity, and strengthening a pan-Russian civic identity.

Key words: *ethno-confessional space, interfaith relations, Siberia, Far East, indigenous people*

Введение. Азиатская часть России, занимающая более 70% территории нашей страны, представляет собой этноконфессиональное пространство, насыщенное многообразием культур и религий, проживающих здесь многонациональных народов. Это уникальное разнообразие не только обогащает культурный ландшафт региона, но и создает сложные социальные и политические динамики. Важность формирования исторических этапов и развития этого пространства нельзя переоценить, так как оно закладывает основы для будущего сосуществования и устойчивого развития. Формирование современного пространства Сибири и Дальнего Востока происходило постепенно через ключевые исторические этапы.

Материалы и методы. В качестве материалов использована статистика по муниципальным образованиям субъектов с официального сайта переписи населения нашей страны [5].

С древних времен на территории Азиатской России обитали различные народности, каждая из которых имела свои собственные обычаи и верования. С проникновением торговли и миграцией людей здесь возникла сложная сеть взаимосвязей между этническими группами, что положило начало многонациональному обществу [1].

С XVI века, начиная с Ермака, и далее в XVIII-XIX веках, Российская империя начала активно осваивать Сибирь и Дальний Восток. Этот процесс привел не только к расширению границ, но и к территории, на которую пришли разные этнические группы: русские, татары, чукчи, буряты и многие другие. В этот период значительно изменились этноконфессиональные отношения, происходило формирование этноконтактных зон между местным коренным народом с традиционными верованиями, буддизмом и русскими переселенцами с христианством, что ярко выражается в начале процессов ассимиляции местного населения[3]. Советский период характеризовался политикой интернационализма и принудительного объединения различных народов. Официальная пропаганда подчеркивала равенство всех национальностей, но на практике возникали сложности: попытки искоренить традиционные верования и обычаи порой приводили к конфликтам.

Распад Советского Союза связан с переходом к новому этапу развития, процессу переосмысления идентичности. Следовательно, этнические и конфессиональные группы начали активнее проявлять свои права и интересы. В результате в Азиатской России наблюдается увеличение активности меньшинств, что порождает как возможности для диалога, так и конфликты [2].

Формирование и развитие этноконфессионального пространства способствуют социальной стабильности и мирному сосуществованию разных групп. На самом деле, понимание и уважение к культурным различиям способно предотвратить конфликты и напряженность и это особенно важно в условиях многообразия, характерного для Азиатской России.

Огромное разнообразие культур и наличие различных этнических традиций может стать основой для инноваций и экономического роста. Кроме того, ремесла, туризм и культурные инициативы могут привлечь внимание к регионам, где проживают этнические меньшинства [4].

Формирование исторических этапов и развитие этноконфессионального пространства Азиатской России несомненно играют ключевую роль в современном обществе. Уважение к культурному разнообразию, понимание исторических контекстов и активный диалог между этническими группами помогает создавать условия для мирного сосуществования, социальной устойчивости и успешного экономического развития в регионе. Понимание этих факторов позволяет не только сохранить историю, но и строить более светлое будущее.

Исследование динамики этноконфессионального пространства помогает прогнозировать риски и потенциал современных межнациональных и межрелигиозных отношений[1]. Это знание является основой для разработки эффективной государственной национальной политики, программ социально-экономического развития регионов Азиатской России, а также для гармонизации общественных отношений в условиях глобализации.

Результаты и их обсуждение. Территория Азиатской части России характеризуется относительно поздней хозяйственной освоенностью, связанной с миграционным притоком выходцев из европейской части России. На протяжении нескольких веков здесь создавались и развивались зоны контакта пришлого и коренного населения. И сейчас на данной территории проживает множество коренных народов, относящихся к разным языковым семьям и группам. Благодаря этому здесь сохраняется достаточно мозаичное этническое пространство, представляющее собой совокупность контактных зон между представителями разных этнических и метаэтнических групп [1].

Например, удельный вес восточнославянского населения, хотя и испытал небольшое падение между переписями, но не претерпел существенных изменений по регионам

Дальневосточного федерального округа. В Сахалинской области, Еврейской автономной области и Приморском крае произошёл даже небольшой рост доли данной группы населения. На карте, составленной на уровне муниципальных образований по итогам переписи населения 2021 г. (рис. 1, слева) хорошо видно доминирование восточнославянского населения в южных (преимущественно «русских») регионах Дальнего Востока, на значительной части территорий

Камчатского края, Магаданской области, а также на юге Республики Саха (Якутия). Карта, на которой представлена динамика доли восточных славян по муниципальным образованиям между переписями 2010 и 2021 гг. (рис. 1, справа), подтверждает отмеченные выше тенденции динамики на региональном уровне [1].

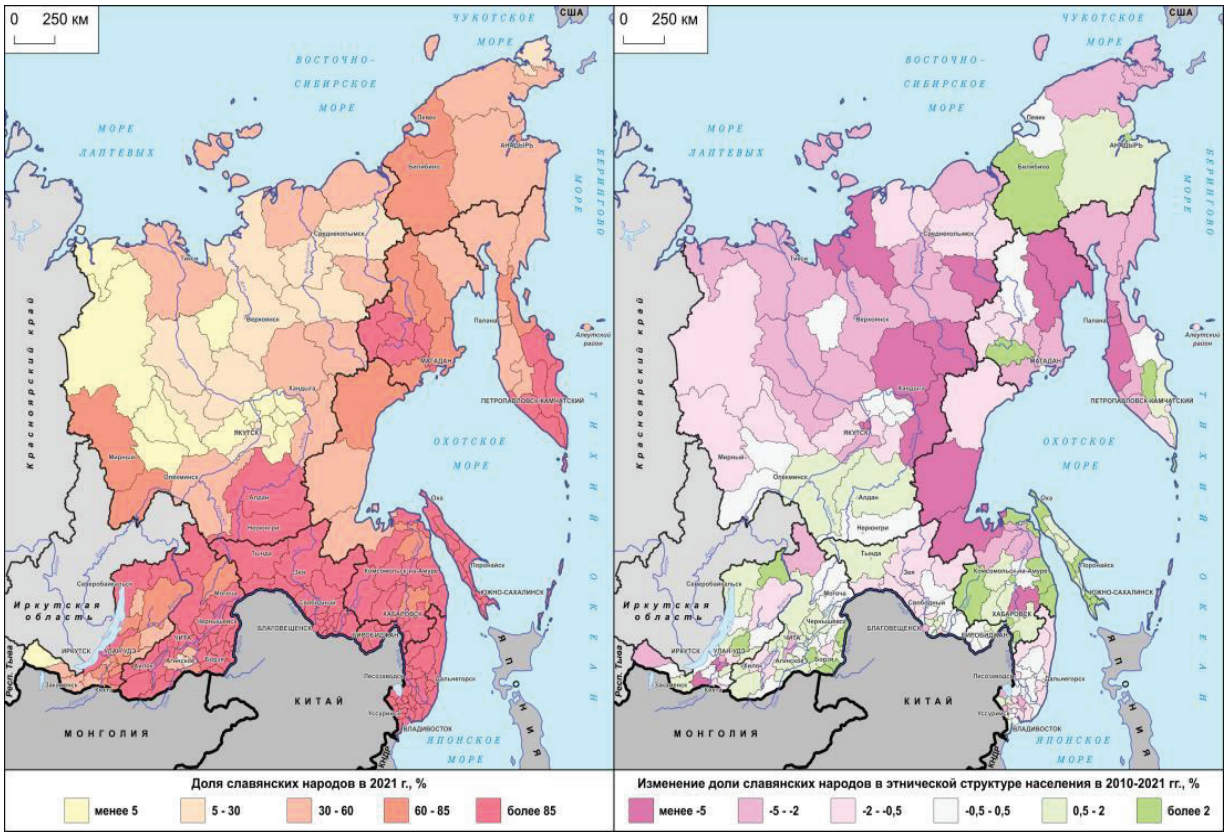


Рис. 1. Доля восточных славян (русских, белорусов и украинцев) в населении муниципальных образований Дальневосточного федерального округа по итогам переписи населения 2021 г. и изменение доли между переписями 2010 и 2021 гг. [1]

Выводы

Формирование исторических этапов развития этноконфессионального пространства Азиатской России представляет собой не только академический интерес, но и важнейший ресурс для обеспечения стабильности, национальной безопасности и дальнейшего успешного развития крупнейшего геополитического и экономического потенциала страны. Исторический опыт этого региона служит моделью для изучения практик мирного сосуществования различных этнических и религиозных групп в рамках единого государства.

Благодарности: *Автор выражает благодарность научному руководителю Манакову Андрею Геннадьевичу – профессору кафедры географии Псковского государственного университета.*

Литература

1.Архипова, А. С. Метаэтническая динамика муниципальных образований Дальневосточного федерального округа в 2010-е гг. / А. С. Архипова, А. Г. Манаков // Вестник Псковского государственного университета. Серия: Естественные и физико-математические науки. – 2025. – Т. 18, № 3. – С. 38-53.

2. Манаков А. Г. Выделение основных элементов территориальной структуры этнокультурного пространства Азиатской России конца XIX столетия // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. – 2023. – Т. 45. – С. 68-79.

3. Манаков А. Г., Теренина Н. К. Этническая неоднородность регионов России: динамика по десятилетиям в постсоветский период // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. – 2023. – № 68 (4). – С. 783-797.

4. Переписи населения / [Электронный ресурс] // Росстат - Федеральная служба государственной статистики: [сайт]. URL: https://rosstat.gov.ru/perepisi_naseleniya (дата обращения: 15.01.2025)

5. Теренина Н. К., Николаева Е. Д., Архипова А. С. Контактные зоны славян с коренными народами азиатской части Российской империи в конце XIX века // Тихоокеанская география. – 2025. – № 2. – С. 20-28.

УДК 614.2
DOI: 10.35735/9785605515623_230

АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ БЫТОВОЙ АЛЛЕРГИИ У ДЕТЕЙ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

Изергина Е.В.,
ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток

Аннотация. Положительные реакции на бытовые аллергены у детей дошкольного возраста наблюдаются практически во всех городах и районах Приморского края. Бытовые аллергены включают домашнюю пыль и клещей домашней пыли D. pteronyssinus. Данные получены по результатам обращаемости пациентов (детей 0-7 лет) в «Краевой клинический центр специализированных видов медицинской помощи» в г. Владивостоке в 2021 году. Предрасположенность к реакциям на бытовые аллергены у детей зависит от экологической обстановки в районе проживания и состояния жилья (старый жилой фонд и печное отопление). Самые высокие показатели реакций на бытовые аллергены зафиксированы в крупных промышленных городах Приморского края (источники загрязнения – автомобильный транспорт и промышленные предприятия) и районы с большим количеством неблагоустроенного жилья (с печным отоплением).

Ключевые слова. *Бытовые аллергены, дети дошкольного возраста, районы Приморского края.*

ANTHROPOGENIC RISK FACTORS OF HOUSEHOLD ALLERGIES IN CHILDREN IN THE SEASIDE REGION

Izergina E.V.
Pacific Geographical Institute Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences

Abstract. Positive reactions to household allergens in preschool children are observed in almost all cities and districts of Primorsky Krai. Household allergens include house dust and D.pteronyssinus house dust mites. The data were obtained based on the number of patients (children aged 0-7 years) who visited the Regional Clinical Center for Specialized Medical Care in Vladivostok in 2021. The predisposition to reactions to household allergens in children depends on the environmental conditions in the area where they live and the condition of their housing (old housing stock and stove heating). The highest rates of reactions to household allergens were recorded in the large industrial cities of Primorsky Krai (sources of pollution include motor transport and industrial enterprises) and areas with a large number of unsettled housing (with stove heating).

Keywords. *Household allergens, preschool children, districts of Primorsky Krai.*

Введение. Бытовые аллергии распространены среди населения всего мира. Основные проявления - аллергические риниты и бронхиальная астма. Количество больных с тяжелыми проявлениями астмы увеличивается ежегодно. Среди причин возникновения бронхиальной астмы выделяют инфекционно-аллергический компонент – когда инфекция и аллергия дополняют и усиливают степень выраженности клинических проявлений. Предрасположенность к этой категории заболевания выявляют врачи-аллергологи (при помощи кожных аллергопроб) в специализированных учреждениях, например, в «Краевом клиническом центре специализированных видов медицинской помощи» в г. Владивостоке. Бытовые аллергены – пыль домашняя и клещи домашней пыли D.pteronyssinus – существуют во всех домах, однако некоторые люди более чувствительны к ним. Накопление аллергенов в организме (сенсибилизация) возникает в организмах предрасположенных людей. Факторы

антропогенного (промышленного) загрязнения - выхлопные газы автомобилей, угольная и цементная пыль, твердые частицы дыма при сжигании угля в домах и котельных.

Материалы и методы. Результаты аллергопроб на бытовые аллергены (домашняя пыль и клещ домашней пыли D. pteronyssinus) получены по факту обращаемости в 2021 году в «Краевой клинический центр специализированных видов медицинской помощи» г. Владивостока. Полученные данные были сформированы в базу данных [1]. Целевая выборка детей (в возрасте 0-7 лет) сформирована методом «доступных случаев» по результатам обращаемости. Выполнена статистическая обработка (программа Microsoft Exel). Всего обратилось 2505 детей практически из всех районов Приморского края. Проведен расчет заболеваемости на 100 тысяч детского населения соответствующего возраста.

Результаты и их обсуждение. Чувствительность (сенсибилизация) к бытовым аллергенам (домашняя пыль и клещ домашней пыли D. pteronyssinus) выявлена во всех группах обратившихся детей (рис. 1). Наибольший процент среди групп обратившихся был отмечен в Партизанске, Кировском и Октябрьском районах. Чувствительность к определенным видам пыли закладывается на генетическом уровне, однако разные виды антропогенных загрязнений (продукты сгорания автомобильного топлива; сажа и газы, образующиеся при печном отоплении; цементная пыль) вызывают раздражение и воспаление слизистой оболочки дыхательных путей. Клинические проявления сенсибилизации организма разнообразны – аллергические риниты, поражение кожных покровов, возникновение симптомов бронхиальной астмы. В крупных городах Приморского края (Владивосток, Артем, Находка, Уссурийск, Спасск, Партизанск), кроме автомобильных выхлопов, наблюдаются следующие виды загрязнений: в Находке – угольная пыль (открытая перегрузка угля в большом объеме); в Уссурийске, Артеме и Партизанске- сажа и газы, выделяющиеся при сжигании бурого угля (как в котельных, так и в частных домах); в Спасске и его окрестностях – цементная пыль, возникающая при производстве цемента. Продукты сжигания бурого угля по-разному воздействуют на дыхательную систему человека – в условиях ТЭЦ дым выделяется на большей высоте, а при печном отоплении жилья – гораздо ближе к земле, что способствует попаданию в дыхательные пути не только сажи, но и газовых продуктов горения. Сажа, как и угольная пыль, накапливается на слизистой оболочке дыхательных путей, вызывая бронхиты. Цементная пыль не только накапливается на поверхности слизистой оболочке, но и всасывается в организм, вызывая различные нарушения обмена веществ.

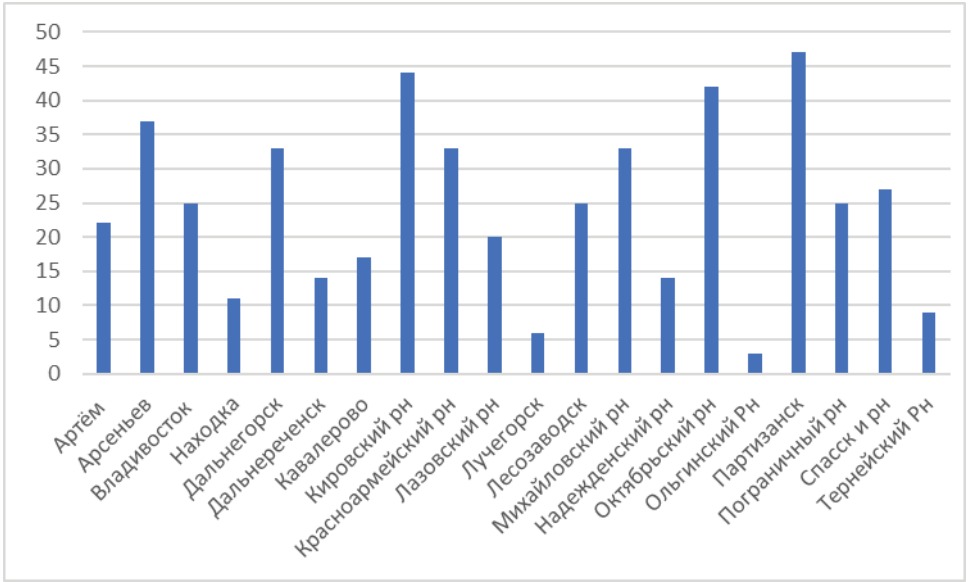


Рис. 1. Процент детей с положительными аллергопробами на бытовые аллергены.

В разных районах Приморского края процент соотношения сенсибилизации к домашней пыли и клещу домашней пыли D. Pteronyssinus отличались (рис.2). В Пограничном и Тернейском районах выявлена сенсибилизация только на пыль, а в Лучегорске и Ольгинском районе все обратившиеся показали положительные результаты на сенсибилизацию и домашней пылью, и клещом домашней пыли. Клещ домашней пыли D. pteronyssinus очень «чувствителен» к влажности воздуха, поэтому в высокогорных районах его нет. В Приморском крае распространен практически повсеместно. Сенсибилизация возникает у предрасположенных людей. Концентрация самого клеща в помещениях может быть достаточно высокой, но при отсутствии сенсибилизации никаких патологических проявлений не возникает. Также влияют социальные факторы – аварийное или ветхое жилье, печное отопление. Во многих городах и районах Приморского края процент детей с сенсибилизацией к пыли среди обратившихся достигает 100% (города Артем, Находка, Дальнереченск, Лучегорск, Михайловский, Надеждинский, Тернейский и Ольгинский районы). В этих городах имеются ТЭЦ и отдельные домохозяйства, использующие бурый уголь для производства и выработки тепла. В связи с пандемией Covid-19 в 2021 году уровень промышленного загрязнения (промышленное производство, грузоперевозки) был существенно снижен, и большинстве промышленных городов (Владивосток, Спасск) наблюдался более низкий уровень сенсибилизации к пыли [2].

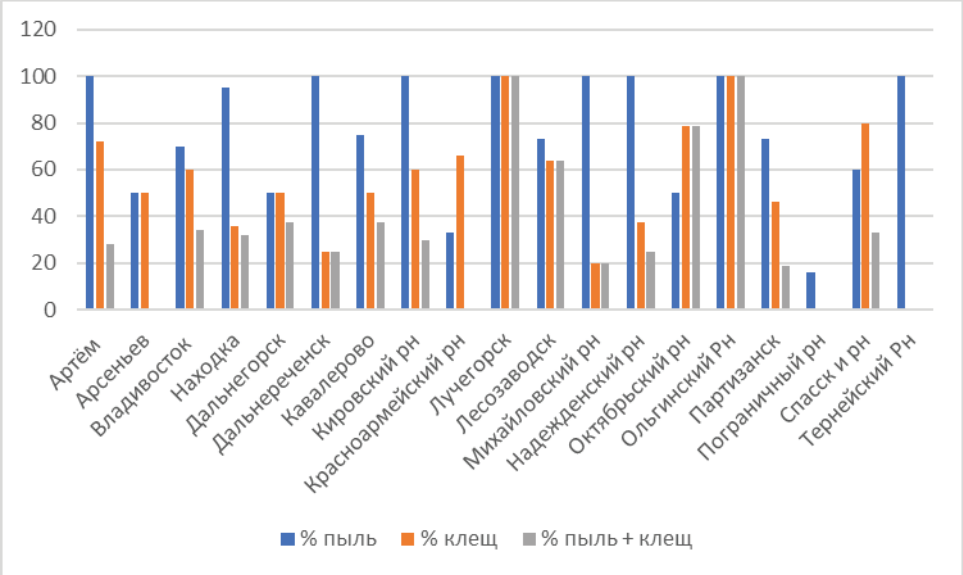


Рис. 2. Процентное соотношение сенсибилизации к пыли и клещу домашней пыли.

Оценка первичной заболеваемости бытовыми аллергенами (по данным обращаемости) в 2021 году выявила высокий уровень в городе Арсеньеве, Кировском, Лазовском и Спасском районах.

Уровень антропогенного загрязнения (промышленность и автотранспорт) невысокий, особенно в 2021 году, по причине спада производства и грузоперевозок из-за пандемии. Концентрация пыли была превышена только в городах Владивостоке и Уссурийске [2], в остальных городах она была понижена. Из антропогенных загрязнений, практически не учитываемый фактор состояния окружающей среды – дым печного отопления отдельные домовладений. Дымовая труба располагается гораздо ниже, чем труды ТЭЦ. Поэтому воздействующие факторы – не только сажа, но и газы, выделяющиеся при горении угля. В Приморском крае в большинстве районов используется бурый уголь – при его горении также выделяются пары ртути [3]. Тяжелые металлы накапливаются в организме, негативно влияя на

общий обмен веществ и состояние иммунитета человека в любом возрасте.

Выводы

Предрасположенность к бытовым аллергиям (пылевым) зависит от состояния окружающей среды – техногенного загрязнения атмосферного воздуха. Предрасположенность к сенсибилизации клещем домашней пыли D. Pteronyssinus зависит от климатических факторов и «аллергической настроенности» организма ребенка.

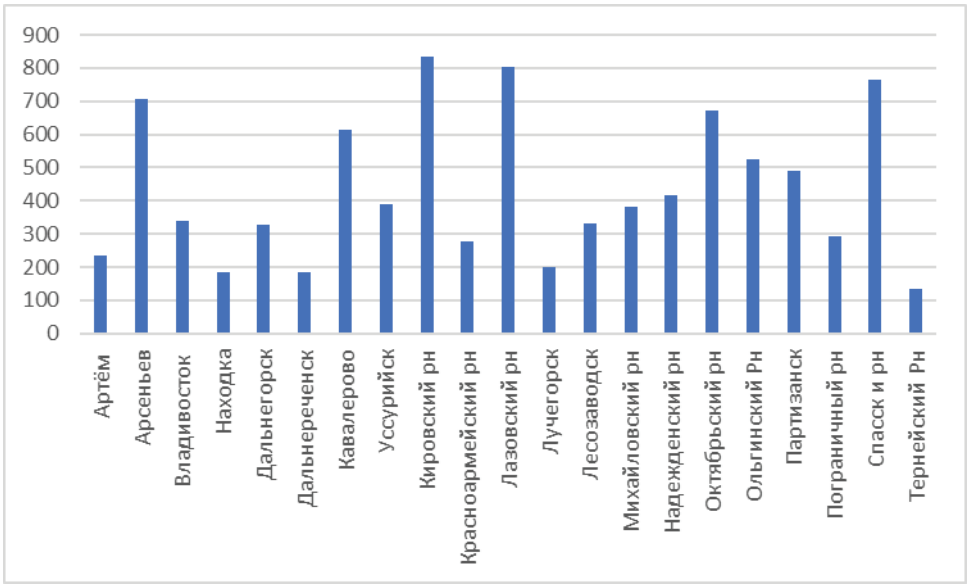


Рис. 3. Первичная заболеваемость бытовыми аллергиями (на 100 тыс. населения детского возраста 0-7 лет) в городах и районах Приморского края в 2021 году.

Литература

1. Аллергии у детей Приморского края до 7 лет в 2021 году. Изергина Е.В., Лозовская С.А., Цывкина Г.И., Григорьева Н.В., Гуляева Т.П. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2024621139, 18.03.2024. Заявка от 05.03.2024.

2. Доклад об экологической ситуации в Приморском крае в 2021. https://primorsky.ru/upload/medialibrary/f78/hi4bd22dgxn4w1ydsufhgotgz4rl6dmt.pdf

3. Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Ртуть в углях – серьезная экологическая проблема // Биосфера. 2009. №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rtut-v-uglyah-serieznaya-ekologicheskaya-problema (дата обращения: 27.02.2026).

УДК 314.15(571.53)
DOI: 10.35735/9785605515623_234

ГЕОДЕМОГРАФИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ (НА ПРИМЕРЕ УСТЬ-КУТСКОГО РАЙОНА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ)

Карань Е.С.,
Иркутский государственный университет, г. Иркутск

Аннотация. В статье рассматривается применение метода геодемографического прогнозирования для прогноза развития муниципальных образований. На примере Усть-Кутского района Иркутской области выполнен среднесрочный прогноз численности населения до 2040 года с использованием метода экспоненциальной экстраполяции.

Ключевые слова: *геодемографическое прогнозирование, геодемография, система расселения, Усть-Кутский район, Иркутская область.*

GEODEMOGRAPHIC FORECASTING OF THE DEVELOPMENT OF MUNICIPALITIES (USING THE EXAMPLE OF THE UST-KUTSKY DISTRICT OF THE IRKUTSK REGION)

Karan E.S.,
Irkutsk State University, Irkutsk

Annotation: The article discusses the application of the geodemographic forecasting method for forecasting the development of municipalities. Using the example of the Ust-Kutsky district of the Irkutsk region, a medium-term population forecast was carried out until 2040 using the exponential extrapolation method.

Keywords: *geodemographic forecasting, geodemography, settlement system, Ust-Kutsky district, Irkutsk region.*

Введение. В условиях динамичных социально-экономических изменений и глобальных вызовов демографическое прогнозирование становится важнейшим инструментом стратегического управления. Актуальность таких прогнозов обусловлена их непосредственным влиянием на планирование ключевых сфер общественной жизни: от экономики и здравоохранения до пенсионной системы и миграционной политики.

Демографический прогноз представляет собой научно обоснованное предположение о будущих параметрах демографической ситуации — численности населения, его половозрастной структуре, а также о тенденциях естественного и механического движения [2].

Прогнозирование динамики численности населения, его структуры и состава создает научную основу для выявления и последующего анализа тенденций в социальной, экономической, политической и других областях, обеспечивая тем самым информационную поддержку для стратегического управления и разработки государственной политики, направленной на устойчивое развитие и социальную стабильность.

Для анализа демографических явлений определенного региона необходимо учитывать различные демографические и социальные показатели: возрастную структуру населения, соотношение городских и сельских жителей, традиционно сложившиеся в процессе исторического развития демографические особенности и др. Новое направление исследований, выявляющее все эти особенности, изучающее демографические процессы на конкретной территории и их региональные особенности, дифференциацию, было названо геодемографией [3].

Геодемографическое прогнозирование – это метод прогнозирования демографических изменений на определенной территории, который основывается на анализе географических и демографических данных. Данный метод позволяет предсказать изменения в численности населения, его структуре, миграционных потоках и других демографических показателях на определенном участке земли с учетом современной и перспективной социально-экономической ситуации на этой территории.

Материалы и методы. В рамках данного исследования проводилось среднесрочное демографическое прогнозирование с использованием экстраполяционного метода, так как этот метод наиболее часто используется для прогнозирования численности небольших территорий. Вычисления производились по формуле:

$$P_t = P_0 \times e^{rt},$$

где P_t – прогнозируемая численность населения, P_0 – численность населения за определенный год, e – основание натуральных логарифмов, r – среднегодовые темпы прироста, t – время в годах. Среднегодовые темпы прироста рассчитывались по формуле:

$$r = \frac{lnP_t - lnP_0}{k},$$

где k - количество лет между взятыми переписями населения.

В качестве исходных статистических показателей использовались официальные данные Всероссийских переписей населения за 2002, 2010, 2021 годы [1].

Результаты и их обсуждение. Согласно составленному демографическому прогнозу, вплоть до 2040 года в районе сохранится устойчивая тенденция к сокращению численности населения. Ожидается, что за указанный период количество жителей района уменьшится на 22 % по сравнению с 2021 годом. Данная негативная динамика является продолжением существующих долгосрочных процессов и затрагивает все типы населенных пунктов.

Сокращение численности населения приведет к трансформации системы расселения – переход населенных пунктов из более людных в менее людные группы. Так, согласно прогнозу, 2 населенных пункта перейдут из категории 1-10 тыс. человек в категорию 500-1 тыс. человек, и 2 населенных пункта из последней категории перейдут в категорию ниже – 100-500 человек.

Наиболее негативная ситуация сложится в сельских населенных пунктах: в большинстве сел убыль населения составит более 50 % от численности 2021 года. Особенно остро депопуляция будет проявляться, как и ранее, в малых сельских населенных пунктах с численностью жителей менее 100 человек – их совокупная численность населения сократится на 50 %. Наиболее уязвимыми останутся поселения, удаленные от районного центра. Так, к прогнозному году, как минимум 4 населенных пункта полностью лишатся постоянного населения: п. Бобровка и д. Максимово Ручейского МО, с. Таюра Подымахинского МО и с. Тарасово, административно относящееся к межселенной территории (рисунок 1). После фактического опустения эти поселения будут официально упразднены, что является прямым следствием продолжающихся процессов сельской депопуляции и концентрации населения в более крупных центрах.

В городских населенных пунктах, в частности, поселках городского типа Звездный и Янталь, так же будет наблюдаться убыль населения в пределах 30-50 % от численности населения на 2021 год. Наиболее благоприятная ситуация сложится в районном центре – г. Усть-Кут, что связано с гораздо более высоким уровнем жизни, развитием промышленной, социальной и транспортной инфраструктуры. К 2040 году численность населения города сократится на 20 %. Наименьшая убыль в районе – менее 1 % – будет наблюдаться в п. Ния – единственном населенном пункте Нийского МО. Это обусловлено занятостью большей части трудоспособного населения в лесной промышленности и обслуживании транспортной инфраструктуры – основных отраслях специализации муниципалитета.

На административном уровне наиболее стабильными населенными пунктами останутся административные центры муниципальных образований. Убыль населения в данной категории составит менее 40 %. Стабильность таких населенных пунктов связана с концентрацией в них ключевых социально-экономических функций, в частности, административных и социальных. В то же время, административные центры муниципалитетов, где находится один населённый пункт, лишены этого эффекта центральности. Они выполняют только производственную функцию и не получают дополнительного притока населения с окружающих территорий. Так, в Звезднинском и Янтальском муниципальных образованиях убыль населения составит 63 % и 59 % соответственно.

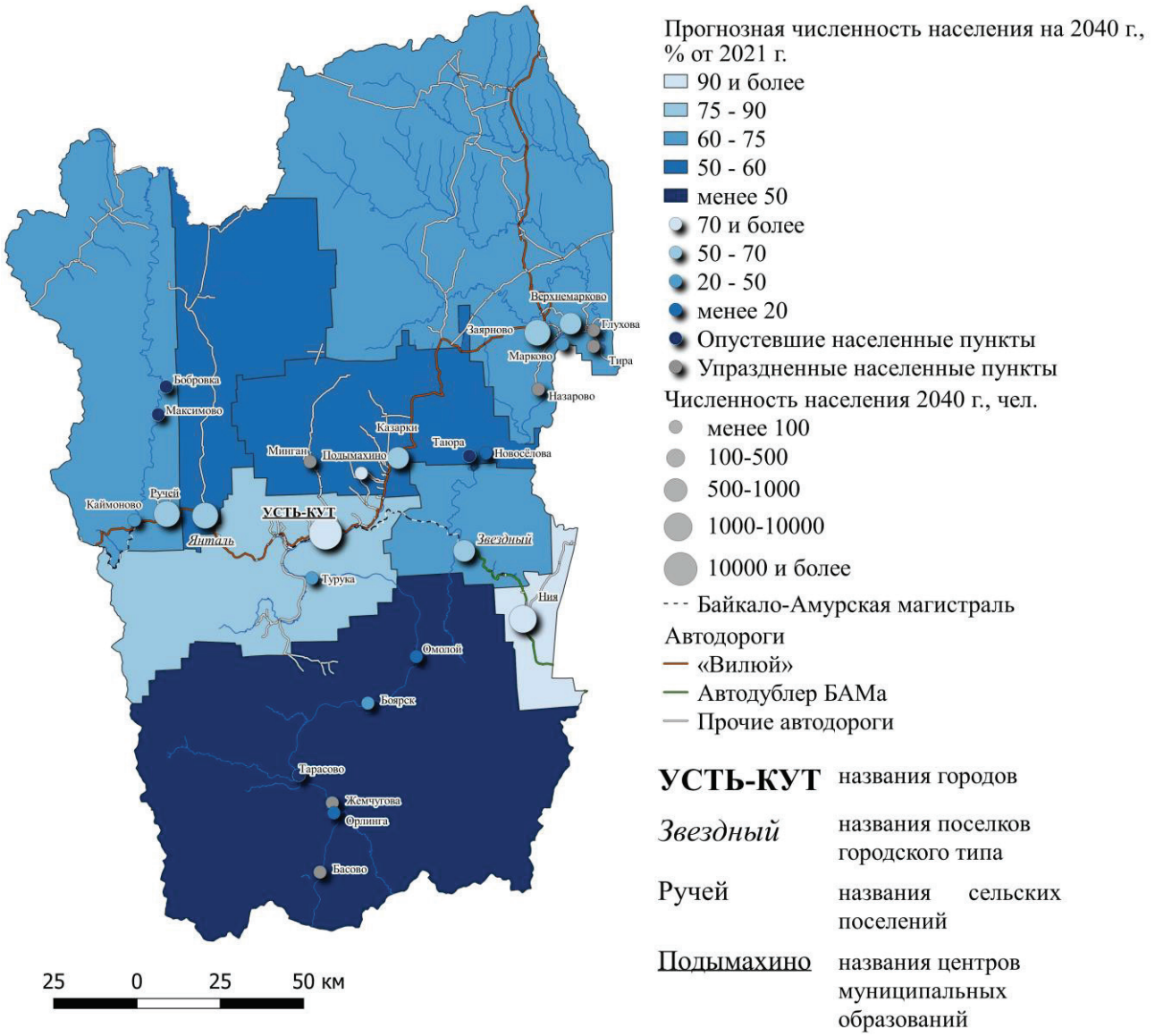


Рис. 1 Прогноз численности населения Усть-Кутского района до 2040 года.

Заключение

В развитии Усть-Кутского района до 2040 года можно выделить следующие тенденции:

- на протяжении прогнозного периода в районе продолжится повсеместное сокращение численности населения, связанное с естественной убылью и миграционным оттоком населения.

- сокращение численности населения приводит к трансформации системы расселения: переходу поселений из более людных в менее людные группы. За прогнозный период 2 населенных пункта перейдут из категории 1-10 тыс. чел. в категорию 500-1000 чел., и 2 населенных пункта из последней категории перейдут в категорию ниже – 100-500 чел.

- наиболее устойчивыми к депопуляции останутся крупные населенные пункты, центры административных образований, расположенные вдоль Байкало-Амурской магистрали и автодорог.

-наименее устойчивы к депопуляции малые сельские населенные пункты с численностью менее 100 человек, что связано с их удаленностью от районного центра и практически полным отсутствием инфраструктуры, в том числе круглогодичных дорог.

В районе сохранится тенденция сжатия системы расселения: оттока населения из отдаленных поселений – разрушение низовых систем расселения, концентрация населения в крупных населенных пунктах, часто административных центрах муниципалитетов, расположенных вдоль автомобильных и железнодорожных магистралей.

Литература

1. Всероссийские переписи населения // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Иркутской области. – URL: https://38.rosstat.gov.ru/folder/36510.
2. Медков В. М. Демография. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2011. – 448 с.
3. Сидоркина, З. И. Геодемография как основа развития географии детства / З.И.Сидоркина // Комплексные исследования детства. – 2019. – Т. 1, № 3. – С. 181-188.

УДК 911.3:338(571.63) DOI: 10.35735/9785605515623_238

ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ

Корниенко О.С.,
ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

Аннотация. В работе рассматривается современное состояние энергопроизводства и энергопотребления Дальневосточного федерального округа на региональном уровне. Проводится оценка самостоятельной энергоопеспеченности регионов. Выделяются энергодефицитные и энергопрофицитные регионы.

Ключевые слова: *Дальний Восток, энергообеспечение, энергетика*

ENERGY SUPPLY IN THE RUSSIAN FARS

Kornienko O.S.,
Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok

Annotation. This paper examines the current state of energy production and consumption in the Far Eastern Federal District at the regional level. It assesses the regions' self-sufficiency in energy supply and identifies regions experiencing energy shortages and surpluses.

Keywords: *Far East, energy supply, energy*

Введение. После объявления президентом страны Дальневосточного Федерального округа национальным приоритетом страны, темпы развития самого удаленного макрорегиона страны стали стремительно расти и в настоящее время опережают средний темп роста экономики по стране. Так ДФО занимает первое место среди федеральных округов по темпам роста инвестиций в основной капитал. Рост инвестиций на Дальнем Востоке в 3 раза выше, чем в среднем по России, промышленное производство выросло в полтора раза, также выросли темпы развития ряда отраслей: добычи угля – в 3 раза, золота – в 2 раза, за последние 5 лет удвоился ввод жилья [1]. Сегодня на территории Дальнего Востока эксплуатируется свыше 300 объектов генерации совокупной установленной электрической мощностью 18,5 ГВт.

Стремительное развитие макрорегиона, создаваемая инфраструктура и промышленные объекты требуют опережающий рост энергопроизводства и обусловили необходимость огромного энергообеспечения. Темпы потребления электроэнергии на Дальнем Востоке, растут намного быстрее, чем в среднем по России, - 3,9% против 1,5% в год в других регионах. По мнению экспертов, в дальнейшем, на горизонте до 2030 года, электропотребление будет прибавлять ежегодно в среднем около 5% - то есть, темпами в два раза выше среднероссийского показателя. Кроме того, отмечается высокий износ энергетической инфраструктуры. При этом большая часть территорий относится к энергоизолированным районам, имеет более сложную логистику и более высокую цену подключения.

Материалы и методы. Для данной работы применялись методы структуризации и обобщенного анализа официальных данных Федеральной службы государственной статистики. Для выполнения поставленной задачи была проведена оценка энергообеспеченности Дальнего Востока на регионального уровне, под которой понимается отношение собственного производства электроэнергии в регионе к ее потреблению.

Результаты и их обсуждение. В состав объединенной энергетической системы Востока (ОЭС Востока) входит 41 электростанция мощностью 5 МВт и более, 497 электрических подстанций класса напряжения 110-500 кВ общей мощностью 38008,5 млн кВА и 562 линии электропередачи 110-500 кВ общей протяженностью 43570,7 км. В составе технологически

изолированных территориальных энергосист**ем (**ТИТЭС) работают 20 электростанций мощностью 5 МВт и более, 24 электрических подстанций класса напряжения 220кВ и 57 электрических подстанций класса напряжения 110 кВ общей мощностью 6175,4 млн кВА и 101 линия электропередачи 110-220 кВ общей протяженностью 8076,87 км.

Суммарная установленная мощность электростанций ОЭС Востока и ТИТЭС по данным на 2025г. составляет 14440,0 МВт, из которых ОЭС Востока – 11343,5 МВт, ТИТЭС – 3096,5 МВт.

В структуре генерирующих мощностей ОЭС Востока преобладают тепловые электростанции (59,3 % от установленной мощности), оставшаяся часть (40,7 %) приходится на гидроэлектростанции. В установленной мощности ТИТЭС доля тепловых электростанций составляет 48,7 % (в т.ч. ГеоЭС), гидроэлектростанций – 48,9 %, кроме того, в составе ТИТЭС функционируют АЭС и ВЭС.

Лидерами по производству электроэнергии на Дальнем Востоке являются Амурская область, Хабаровский край, Республика Саха и Приморский край. Суммарно в 2024 году на Дальнем Востоке было произведено 78,5 млрд кВТ-ч. (табл. 1). Эти же 4 региона являются самыми энергопотребляющими.

Таблица 1

Производство электроэнергии, млрд кВТ-ч

Регион	**2000**	**2005**	**2010**	**2015**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**
Республика Бурятия	3,2	4	4,9	5,7	4,8	4,7	6,2	6,3	7,2
Республика Саха (Якутия)	7,6	7,7	7,3	9	10,1	10,2	10,3	12,1	11,5
Забайкальский край	5,9	6,2	6,7	7,3	7,3	7,3	7,6	7,9	7,8
Камчатский край	1,6	1,6	1,7	1,7	2	2	2	2,1	2,2
Приморский край	8,1	9,4	9,3	11,6	10,9	11,3	11,9	11,5	11,4
Хабаровский край	8,5	8	7,2	9,6	8,9	9,1	10,1	10,6	11,7
Амурская область	**6,9**	**8,2**	**12,8**	**12,1**	**16,4**	**19**	**19,9**	**18,1**	**17,4**
Магаданская область	2,8	2,3	2,2	2,3	3	3	3,1	3,2	3,3
Сахалинская область	2,7	2,7	4	4,2	4,8	4,6	4,7	4,8	5
Еврейская автономная область	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0
Чукотский автономный округ	0,6	0,6	0,5	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,2

Составлено по данным [3]

При этом в регионе продолжается рост спроса на электроэнергию и, как следствие, сохраняется проблема энергодефицита. По итогам 2024 г. энергодефицит составил 979 млн кВт*ч. Расчеты самообеспеченности регионов электроэнергией показали, что 6 субъектов Дальнего Востока являются энергообеспеченными, то есть производство электроэнергии превышает собственные потребности в ней или примерно равны производству. Это Забайкальский край, Камчатский край, Хабаровский край, Магаданская область, Сахалинская область и Амурская область (табл. 2). Существенно объемы производства превышают объемы потребления только в Амурской области. И только Амурская область экспортирует электроэнергию в Китай.

Таблица 2

Соотношение производства электроэнергии к потреблению в регионах Дальнего Востока

Регион	2005-2009	2010-2014	2015-2019	2020-2024
Республика Бурятия	0,84	0,95	1,00	0,94
Республика Саха (Якутия)	1,11	1,17	1,10	0,81
Забайкальский край	0,91	0,86	0,91	1,10
Камчатский край	1,92	1,00	1,00	1,00
Приморский край	0,79	0,79	0,83	0,81
Хабаровский край	1,02	0,96	1,01	1,04
Амурская область	1,33	1,83	1,71	1,87
Магаданская область	1,07	1,07	1,07	1,08
Сахалинская область	1,00	1,00	1,00	1,00
Еврейская автономная область	0,00	0,00	0,00	0,00
Чукотский автономный округ	1,02	1,04	1,02	0,97

Составлено по данным [2,3]

В настоящее время 5 регионов Дальнего Востока являются энергодефицитными и энергозависимыми от поставок электроэнергии из соседних регионов. Например, Приморский край и республика Саха, которые являются крупными производителями электроэнергии в макрорегионе лишь на 80% обеспечены электроэнергией. Наиболее сложная ситуацию наблюдается в Еврейской автономной области, где практически отсутствуют собственное производство электроэнергии и регион полностью зависит от соседних регионов.

Сложившаяся ситуация критична для активно развивающегося макрорегиона с растущим энергопотреблением, где вопрос энергетической автономии становится не просто экономической, а стратегической задачей.

Проблема недостаточной энергообеспеченности региона собственной генерацией электроэнергии в настоящее время решается преимущественно стандартными методами, когда дефицит энергии покрывается путем подключения энергосистемы региона к единой энергетической системе страны и последующего «перетока» электроэнергии из энергопрофицитных регионов в энергодефицитные.

Еще одной серьезной проблемой на пути к энергообеспечению макрорегиона является высокая изношенность энергетической инфраструктуры, в связи с чем эффективность тепловых электростанций Дальнего Востока на 30% ниже, чем в среднем по России, потери в электрических сетях составляют 9,5%.

Для регионов с высоким уровнем энергопотребления – промышленных центров, территорий с развивающейся добычей полезных ископаемых или растущей урбанизацией - такая модель несёт серьёзные риски, например, зависимость от внешних источников. Регион остаётся уязвимым к сбоям в работе магистральных ЛЭП, изменениям тарифной политики и решениям федеральных регуляторов. Кроме того, существуют риски в условиях геополитической нестабильности, поскольку для стратегически важных и приграничных регионов чрезмерная зависимость от централизованных энергопотоков создаёт дополнительные угрозы энергетической безопасности.

Растущий дефицит электроэнергии на Дальнем Востоке вызывает необходимость строительства новых энергомощностей. В настоящее время разработана программа развития электроэнергетики на территории Дальневосточного федерального округа на период до 2050 года. Одним из ключевых направлений программы является создание условий для строительства собственных объектов генерации крупными промышленными потребителями. Часть инвесторов на Дальнем Востоке уже начали принимать решения о строительстве

генерации собственными силами, среди них Русская медная компания, Эльга, АЛРОСА и другие. Ключевыми направлениями программы должны стать: строительство энергомоста из ОЭС Сибири в ОЭС Востока, строительство противопаводковых ГЭС, модернизация неэффективных тепловых электростанций, перевод неэффективных угольных ТЭС на газ, строительство атомных электростанций малой мощности на территориях, где это представляется экономически целесообразным. Документ также содержит меры по повышению эффективности использования существующих генерирующих мощностей.

К 2030 году, по оценкам Минэнерго РФ, в дальневосточных регионах в рамках существующих проектов должны быть построены генерирующие объекты общей мощностью 2,6 гигаватта (ГВт).

В начале XXI века правительство страны взяло курс на экологизацию экономики и последовательную реализацию принципов устойчивого развития. К такому решению можно отнести строительство электростанций, которые генерируют энергию от так называемых альтернативных источников энергии (ветряной, солнечной генерации), то есть задействуют возобновляемые энергетические ресурсы, которые могут являться дополнительными источниками энергии для энергодефицитных регионов.

Так, на Дальнем Востоке планируется построить ряд объектов возобновляемой энергетики. Программа поддержки зеленой энергетики, включающая строительство солнечных и ветряных электростанций, малых ГЭС с использованием договоров о предоставлении мощности действует с 2013 г., в рамках которой планируется создание ветроэлектростанций в Хабаровском крае и Амурской области.

Заключение. Для экономического развития любого региона электроэнергетика является одним из ключевых стимулирующих факторов. Рассматриваемый Дальний Восток в новых геополитических реалиях – это стратегически важный макрорегион с активно растущей экономикой, то здесь особо актуальным видится опережающее развитие энергосистемы и устранения лимитирующих её факторов. Первостепенной задачей стоит не просто нарастить объем энергопроизводства, но и стратегически важно повышать долю собственных генерирующих мощностей, диверсифицировать источники энергоснабжения, включая современные энергоэффективные и возобновляемые технологии, введения в эксплуатацию дополнительных электростанций, использующих возобновляемые альтернативные источники энергии, или увеличением мощности уже имеющихся электростанций. Реализация намеченных планов позволит уже в ближайшее время превратить Дальний Восток в менее энергодефицитный регион.

Благодарность. *Работа выполнена по теме НИР ФГБУН ТИГ ДВО РАН: «Географические и геополитические факторы в устойчивом развитии территориальных структур хозяйства и населения региональных и локальных уровней Тихоокеанской России (FWMW-2025-0003)»*

Литература

1. Корниенко О.С., Романов М.Т. Оценка потенциалов развития регионов Дальнего Востока и их внутренних взаимосвязей // Вестник Воронежского университета, Серия: География. – Геоэкология. – 2018. – № 2. – С. 40-50.

2. Росстат. Потребление электроэнергии по субъектам Российской Федерации 1990-2024, млн кВт-ч [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1lvZNZb1dJB0_AEdVNXqNrvvlIL8DkBnQSAP9z9HZb7M/edit?pli=1&gid=1375874936#gid=1375874936 (дата обращения: 12.02.2026).

3. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204 (дата обращения: 12.02.2026).

УДК 338.24(571.53) DOI: 10.35735/9785605515623_242

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ АЗИАТСКОЙ РОССИИ: СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

Кузьмина Н.А.,
ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

Аннотация. В статье представлены результаты интегральной оценки устойчивого развития субъектов Сибирского федерального округа, как составной части мегарегиона Азиатская Россия. Для характеристики достигнутого уровня устойчивого развития использовалась система показателей: демографических, экономических, социальных и экологических индикаторов. Информационную базу составили материалы статистического сборника Росстата «Регионы России. Социально-экономические показатели. 2023». Для обеспечения сопоставимости показатели нормированы методом min-max с учетом направленности влияния (стимуляторы и дестимуляторы). Блоковые индексы рассчитаны как средние арифметические нормированных индикаторов, интегральный индекс устойчивого развития как геометрическое среднее из четырёх блоков. Получены рейтинги регионов и выявлены различия структуры устойчивости по блокам.

***Ключевые слова**: устойчивое развитие, индексный метод, интегральная оценка, регионы СФО, Азиатская Россия, региональная экономика.*

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE REGIONS OF ASIAN RUSSIA: SIBERIAN FEDERAL DISTRICT

Kuzmina N.A.,
Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok

Abstract. The article presents the results of an integral assessment of the sustainable development of the subjects of the Siberian Federal District, as an integral part of the Asian Russia mega-region. A system of indicators was used to characterize the achieved level of sustainable development: demographic, economic, social, and environmental indicators. The information base was based on the materials of the Rosstat statistical collection "Regions of Russia. Socio-Economic Indicators. 2023". To ensure comparability, the indicators were normalized using the min-max method, taking into account the direction of influence (stimulators and destimulators). Block indices are calculated as the arithmetic means of normalized indicators, and the integral sustainable development index is calculated as the geometric mean of the four blocks. The regions are ranked, and the differences in the structure of sustainability by block are identified.

***Keywords**: sustainable development, index method, integral assessment, regions of the Siberian Federal District, Asian Russia, regional economy.*

Введение. Концепция перехода регионов Российской федерации на принципы устойчивого развития утверждена на самом высоком государственном уровне.[20] Предполагается возможным осуществить в Российской Федерации последовательный переход к устойчивому развитию, обеспечивающий сбалансированное решение социально-экономических задач и проблем сохранения благоприятной окружающей среды и природно-

[20] О концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию: указ Президента РФ от 1 апреля 1996 г. № 440 [Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/9017665?ysclid=mlrg14xfte303722166/. Обращение: 18.02. 2026 г.

ресурсного потенциала в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений людей.

В 1990-е гг. в мире стала утверждаться и парадигма (модель) устойчивого развития. Начало этому дала Конференция ООН по окружающей среде и развитию (июнь 1992 г., Рио-де-Жанейро). Его суть состоит в том, чтобы в течение длительного периода времени обеспечивались высокие показатели социального, экономического и экологического состояния страны или региона. Это новый тип общественного развития, при котором достижение стабильного социально-экономического состояния территории, составляя цель развития, в то же время должно создавать надежные предпосылки устойчивого развития в долгосрочном будущем [8]. Конференция в Рио-де-Жанейро дала мощный импульс теоретическим исследованиям сущности устойчивого развития, параметров и критериев, индикаторов, возможностей и путей его достижения в различных типах стран и регионов [1, 3-7]. Важнейший принцип устойчивого развития — это сохранение достаточного природно-ресурсного потенциала и высокого качества окружающей среды для будущих поколений. При этом, отмечается, что достижение устойчивого развития в пределах страны возможно только при условии достижения такого состояния во всех регионах.

Поэтому, важнейшая научно-практическая задача комплексного освоения и развития территорий Азиатской России (в составе Сибирского и Дальневосточного федерального округов) может быть эффективно решена если рассматривать этот мегарегион как целостное социально-экономическое и природное пространство, обладающее разнообразными природных, социально-демографическими, экономическими и экологическими условиями и факторами устойчивого развития. [7]. Комплексный подход в изучении территории мегарегиона предполагает соблюдение определенного баланса в развитии внутренних взаимодействий и внешних связей для обеспечения устойчивого развития как собственной экономик мегарегиона, так и России в целом. Оценка устойчивого развития на региональном уровне требует сопоставления неоднородных социально-экономических и экологических характеристик в единой системе показателей. Для регионов Азиатской России данная задача усложняется сочетанием различий в отраслевой специализации, плотности расселения и природно-климатических условий.

Цель исследования ─ провести сопоставимую интегральную оценку устойчивого развития субъектов Сибирского федерального округа (СФО) на основе официальных статистических данных и получить рейтинг регионов по уровню устойчивости, а также по отдельным блокам индикаторов.

В современной региональной политике понятие устойчивого развития трактуется как способность территории обеспечивать приемлемое качество жизни населения и экономическую динамику при сохранении экологических функций и минимизации рисков долгосрочных потерь. В практической плоскости это означает необходимость учёта разнородных индикаторов, относящихся к демографической динамике, уровню благосостояния и доступности социальных услуг, а также к силе экологической нагрузки.

Сибирский федеральный округ как часть Азиатской России характеризуется высокой пространственной неоднородностью: сочетанием крупных индустриальных центров и малонаселённых территорий, различиями в структуре экономики, плотности расселения и доступности социальной инфраструктуры. Поэтому использование интегральной оценки на основе индексного метода позволяет не только сопоставить регионы между собой в один момент времени, но и увидеть, за счёт каких сфер формируется итоговый результат ─ т.е. выделить индикаторы-драйверы и индикаторы, ограничивающие устойчивое развитие.

Научная новизна работы заключается в оценке чувствительности результатов к альтернативным трактовкам отдельных социальных и экологических индикаторов. Практическая значимость ─ в возможности применять рассчитанные индексы как инструмент мониторинга и сравнительной диагностики регионального дисбаланса.

Материалы и методы. Объект исследования — субъекты Сибирского федерального округа (10 регионов): Республика Алтай, Республика Тыва, Республика Хакасия, Алтайский край, Красноярский край, Иркутская область, Кемеровская область – Кузбасс, Новосибирская область, Омская область, Томская область. Источником данных является статистический сборник Росстата «Регионы России. Социально-экономические показатели. 2023» (М., 2023). Поскольку ежегодник публикуется с лагом, по ряду показателей используются последние доступные значения за 2022 г., а по ВРП на душу населения и фактическому конечному потреблению домашних хозяйств на душу населения — за 2021 г. [9].

Система индикаторов включает 4 блока (по 4 индикатора в каждом, всего 16). Для каждого показателя определена направленность влияния на устойчивость: стимуляторы (больше — лучше) и дестимуляторы (меньше — лучше). Для показателя «субсидии на оплату жилого помещения и коммунальных услуг на душу населения» в качестве базовой интерпретации принята стимулирующая роль (характеристика масштабов социальной поддержки); дополнительно выполнен проверочный расчёт, где данный показатель рассматривается как дестимулятор (индикатор нуждаемости).

Расчет индексов выполнен по индексному методу с нормированием показателей методом min–max [2]:

(1) для стимуляторов (больше — лучше): $I_i = (x_i - x_{min}) / (x_{max} - x_{min})$;

(2) для дестимуляторов (меньше — лучше): $I_i = (x_{max} - x_i) / (x_{max} - x_{min})$;

(3) индекс блока (среднее арифметическое по n показателям блока): $I_{блок} = (1/n) \times \Sigma I_i$;

(4) интегральный индекс устойчивого развития (геометрическое среднее по m=4 блокам): $I_{уст} = (\Pi I_{блок})^{(1/m)}$.

Расчетные показатели определялись по формулам (с сохранением исходных единиц измерения таблиц Росстата) [8]:

• субсидии ЖКУ на душу населения: S4 = (Сумма субсидий, млн руб. / Численность населения, тыс. чел.) × 1000;

• население на 1 врача: S1 = 10 000 / (число врачей на 10 000 населения).

Система индикаторов и совокупность социально-экономических показателей, использованных для характеристики социальной сферы, экономики и экологического состояние субъектов Сибирского федерального округа представлена в табл. 1.

Таблица 1

Система индикаторов и источники данных

Блок	Код	Показатель	Ед. изм.	Год	Направл.
Демография	D1	Коэффициент естественного прироста	‰	2022	стим.
Демография	D2	Коэффициент миграционного прироста	на 10 000	2022	стим.
Демография	D3	Коэффициент демографической нагрузки	на 1000	2022	дест.
Демография	D4	Уровень безработицы	%	2022	дест.
Экономика	E1	Индекс потребительских цен (декабрь к декабрю)	%	2022	дест.
Экономика	E2	Индекс цен производителей промышленных товаров (декабрь к декабрю)	%	2022	дест.
Экономика	E3	Фактическое конечное потребление домашних	руб.	2021	стим.

		хозяйств на душу населения			
Экономика	E4	ВРП на душу населения	руб.	2021	стим.
Соц. сфера	S1	Численность населения на 1 врача	чел.	2022	дест.
Соц. сфера	S2	Студенты вузов	на 10 000	2022/2023	стим.
Соц. сфера	S3	Доля населения с доходами ниже границы бедности	%	2022	дест.
Соц. сфера	S4	Субсидии ЖКУ на душу населения (расчет: сумма субсидий/население)	руб.	2022	стим. (А) / дест. (В)
Экология	Ec1	Выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников	тыс. т	2022	дест.
Экология	Ec2	Доля уловленных и обезвреженных веществ	%	2022	стим.
Экология	Ec3	Сброс загрязненных сточных вод	млн $м^3$	2022	дест.
Экология	Ec4	Площадь лесных земель, пройденная пожарами	га	2022	дест.

Составлено по: [9].

Результаты и обсуждение. На основе нормированных индикаторов рассчитаны блоковые индексы (демография, экономика, социальная сфера, экология) и интегральный индекс устойчивого развития для каждого региона СФО.

Основные результаты (вариант А, где показатель субсидий на оплату ЖКУ рассматривается как стимулятор) представлены в таблице 2 и на рис. 1–2.

Таблица 2

Блоковые индексы и интегральный индекс устойчивого развития (вариант А)

Ранг	Регион	I_дем	I_экон	I_соц	I_экол	I_уст
1	Новосибирская область	0.683	0.559	0.607	0.912	0.678
2	Томская область	0.467	0.551	0.961	0.675	0.639
3	Омская область	0.359	0.571	0.549	0.902	0.564
4	Кемеровская область	0.509	0.613	0.453	0.675	0.556
5	Красноярский край	0.718	0.772	0.589	0.275	0.547
6	Алтайский край	0.285	0.412	0.571	0.947	0.502
7	Иркутская область	0.451	0.565	0.546	0.396	0.485
8	Республика Тыва	0.430	0.367	0.326	0.819	0.453
9	Республика Хакасия	0.575	0.357	0.183	0.908	0.430
10	Республика Алтай	0.395	0.230	0.315	0.750	0.383

Примечание. Рассчитано автором по данным Росстата РФ [9].

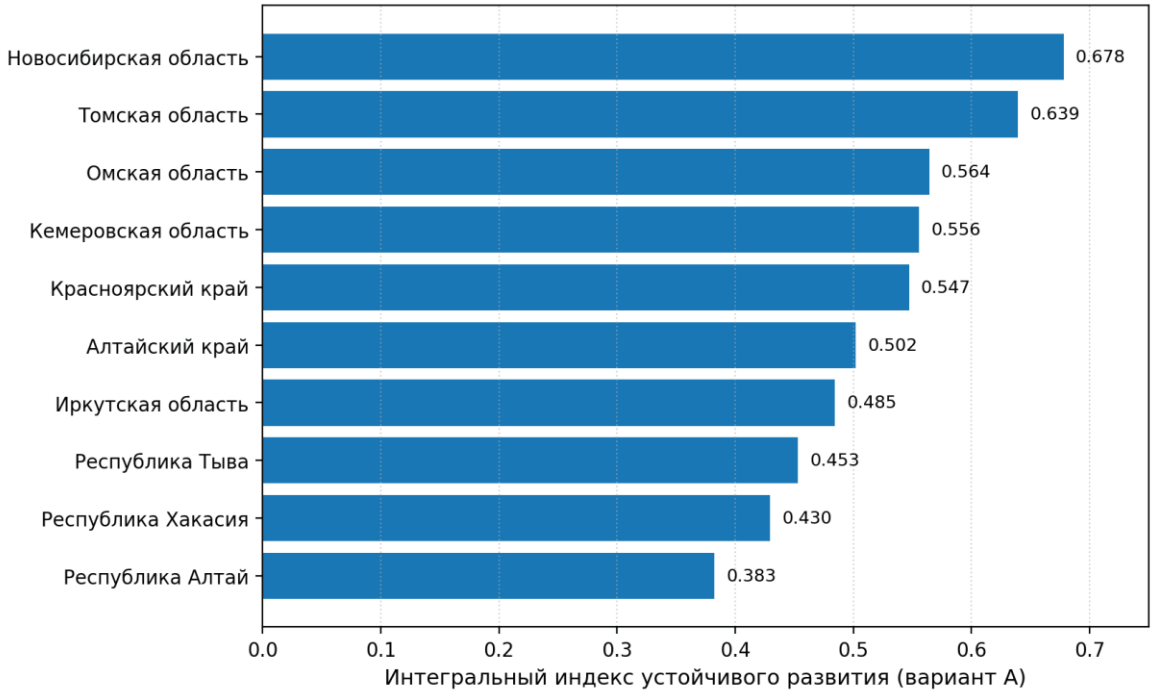


Рис. 1. Интегральный индекс устойчивого развития (вариант А)

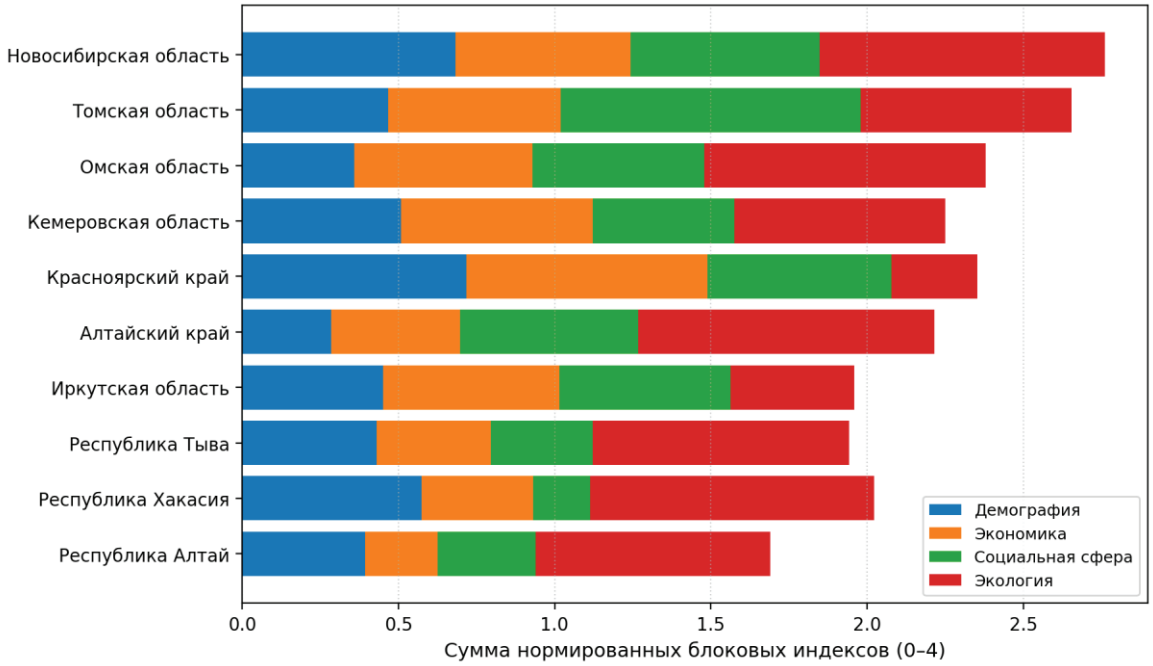


Рис. 2. Структура устойчивости по блокам (вариант А): суммарный вклад блоковых индексов.

Вариант А демонстрирует лидирующие значения интегрального индекса в Новосибирской и Томской областях, что отражает сравнительно высокие значения экономического и социального блоков при умеренных значениях демографического и экологического блоков. Для ряда регионов наблюдается выраженная асимметрия блоков: например, при высоком экономическом индексе экологический индекс может быть ниже среднего (в пределах выбранной системы индикаторов). Такая структура указывает на необходимость учёта компромиссов между блоками при интерпретации рейтингов.

Диаграмма на рис. 1 отражает распределение интегрального индекса по регионам СФО (вариант А). Верхняя группа формируется Новосибирской, Томской и Омской областями, тогда как нижняя — республиками Алтай, Хакасия и Тыва. Важно, что различия обусловлены не одним «решающим» показателем, а суммарным эффектом блоков, что подтверждает целесообразность разностороннего подхода при сравнительной оценке устойчивости.

Рисунок 2 позволяет интерпретировать итоговый рейтинг через структуру блоков. Для Томской области характерен максимальный социальный блок (I_соц = 0,961) при высокой экологической компоненте (I_экол = 0,705) и минимальной демографической нагрузке (721 на 1000 трудоспособных), что усиливает интегральный результат. Новосибирская область демонстрирует более «сбалансированный» профиль (I_дем = 0,683; I_экон = 0,559; I_соц = 0,607; I_экол = 0,912), что снижает риск перекоса в сторону одной сферы.

Отдельно выделяется Красноярский край: он имеет наивысший экономический индекс (I_экон = 0,772) и один из самых высоких демографических индексов (I_дем = 0,718), однако экологический блок является минимальным в выборке (I_экол = 0,275). Такой «диссонанс» соответствует типичной для индустриально развитых территорий ситуации, когда рост экономических показателей не сопровождается сопоставимым улучшением экологических характеристик (в пределах используемых статистических индикаторов). Аналогичный, но менее выраженный компромисс наблюдается у Кемеровской области: высокая экономика (I_экон = 0,613) сочетается со средним уровнем экологии (I_экол = 0,675).

Для регионов с сильной экологической составляющей (например, Алтайский край: I_экол = 0,947) ограничителем выступают демографический и/или социально-экономический блоки. Это показывает, что приоритеты повышения устойчивости не могут задаваться универсально: для одних регионов ключевой задачей становится снижение экологической нагрузки, для других — укрепление экономической базы и доступности социальной инфраструктуры.

Проверка устойчивости результатов (чувствительность). Для проверки устойчивости итогового ранжирования выполнены два дополнительных расчета: (1) вариант В, где показатель субсидий на оплату ЖКУ трактуется как дестимулятор (индикатор нуждаемости); (2) вариант А с приведением экологических нагрузочных показателей к душевым значениям (экология на душу населения). Сравнение интегральных индексов представлено на рис. 3.

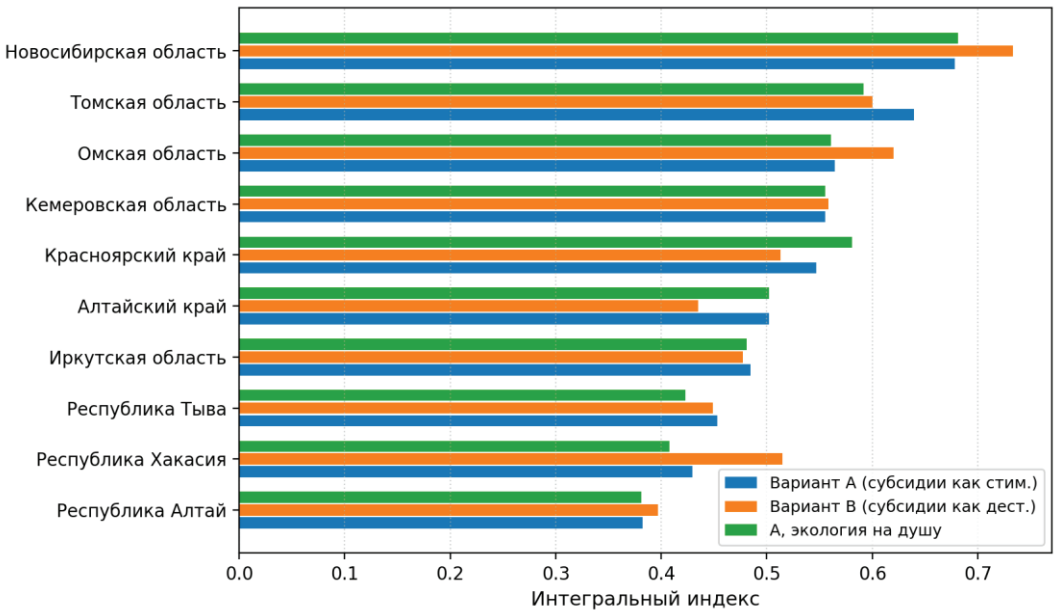


Рис. 3. Сравнение интегральных индексов: вариант А, вариант В и А с удельными экологическими показателями (на душу населения)

Чувствительность результатов к трактовке субсидий проявляется в изменении позиций части регионов, преимущественно за счёт социального блока. Вместе с тем верхняя и нижняя части рейтинга в целом сохраняют устойчивость, что свидетельствует о достаточной информативности многоблочной структуры индекса.

Заключение

В работе выполнена интегральная оценка устойчивого развития 10 субъектов СФО на основе 16 статистических индикаторов, сгруппированных в четыре блока (демография, экономика, социальная сфера, экология). Применение нормирования min–max и геометрического агрегирования блоков обеспечило сопоставимость разноразмерных показателей и позволило получить как общий рейтинг, так и «профиль» устойчивости по сферам.

По результатам расчетов (вариант А) лидерами рейтинга являются Новосибирская, Томская и Омская области. Наименьшие значения индекса получены для Республик Алтай, Хакасия и Тыва. Анализ структуры блоков показывает, что высокие итоговые позиции обеспечиваются либо сбалансированностью индексов, либо выраженной компенсацией слабых сторон сильными блоками. При этом выявляются компромиссы: для индустриально развитых регионов экономические преимущества могут сопровождаться более низкими значениями экологического блока, тогда как у экологически более благополучных территорий ограничителями выступают демографические и социально-экономические параметры.

Проверка чувствительности подтверждает, что изменение трактовки отдельных индикаторов (например, субсидий ЖКУ) преимущественно влияет на позиции регионов средней группы, тогда как крайние позиции рейтинга сохраняются. Полученные результаты целесообразно использовать как инструмент сравнительной диагностики и мониторинга, а при интерпретации учитывать временной лаг статистической публикации (2021–2022 гг.) и выбор формы экологических показателей (абсолютные или приведенные).

Благодарность. *Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН ТИГ ДВО РАН (FWMW-2025-0003): «Географические и геополитические факторы в устойчивом развитии территориальных структур хозяйства и населения региональных и локальных уровней Тихоокеанской России».*

Литература

1. Алексашин, К.Ю. Оценка устойчивости развития регионов Дальневосточного федерального округа // Прогрессивная экономика. — 2024. — № 10. — С. 144–163.
2. Беляев, Г.Я. Размерный анализ технологических процессов: курс лекций /Г.Я. Беляев. – Минск: БНТУ, 2010 – 164 с.
3. Бакланов, П.Я. Дальневосточный регион России: проблемы и предпосылки устойчивого развития. — Владивосток: Дальнаука, 2001. — 144 с.
4. Бакланов, П.Я., Мошков, А.В., Баденков, Ю.П., Бочарников, В.Н., Егидарев, Е.Г. Территории «зеленого» развития // География и природные ресурсы. — 2022. — № 3. — С. 7–19.
5. Коптюг, В.А., Матросов, В.М., Левшов, В.К., Демянко, Ю.Г. Устойчивое развитие цивилизации и место в ней России. Проблемы формирования национальной стратегии. — Владивосток: Дальнаука, 1997. — 83 с.
6. Корытный, Л.М., Машуков, М.Ю. О делимитации восточного пространства Евразии // Тихоокеанская география. — 2024. — № 2 (18). — С. 5-19.
7. Котляков, В.М., Глазовский, Н.Ф., Руденко, Л.Г. Географические подходы к проблеме устойчивого развития // Изв. РАН. Сер. геогр. — 1997. — № 6. — С. 8–15.
8. Медоуз Д. и др. Пределы роста. 30 лет спустя = Limits to growth. The 30-year update. — М.: Академкнига, 2007. — 342 с.
9. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2023: Статистический сборник. М.: Росстат, 2023. — 1126 с.

УДК 338.483(571.63) DOI: 10.35735/9785605515623_249

РЕКРЕАЦИОННО-ТУРИСТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ХАНКАЙСКОГО РАЙОНА (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)

Лозовская С.А., Латышева Л.А.,
ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

Аннотация. На территории Ханкайского района было выделено четыре рекреационных зоны с разной степенью привлекательности для туризма. Самыми перспективными направлениями в развитии рекреационно-туристского комплекса Приханкайской равнины являются экологический и охотничье-рыболовный туризм, как способные дать наиболее быстрый экономический эффект. Наличие же на территории района уникальных водно-болотно угодий привлекает огромный интерес специалистов-орнитологов и любителей природы во всем мире и создает перспективы для развития международного туризма в этом районе.

Ключевые слова: *Ханкайский район, туристические ресурсы, рекреационные зоны*

RECREATIONAL AND TOURIST RESOURCES OF THE KHANKAI DISTRICT (PRIMORSKY KRAI)

Lozovskaya S.A, Latysheva L.A.,
Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok

Annotation. The four recreational zones with varying degrees of attractiveness for tourism have been identified on the territory of the Khankai District. The most promising areas for the development of the recreational and tourist complex in the Prikhankai Plain are ecological and hunting and fishing tourism, as they can provide the fastest economic benefits. The presence of unique wetlands in the region attracts the great interest of ornithologists and nature lovers around the world and creates prospects for the development of international tourism.

Keywords: *Khankai District, Tourist Resources, and Recreation Zones*

Введение. Роль туризма как ведущего фактора социально-экономического развития отдельных стран и регионов в настоящее время быстро растет. Туризм способствует развитию как экономических, так и культурных отношений между регионами и странами, сопутствующей инфраструктуры, созданию новых рабочих мест. Он содействует возрождению исконных традиций каждого народа, что немаловажно в глобализовавшейся мировой экономике. Важным условием развития данной сферы является создание туристического продукта такого вида и качества, которое способно полностью предвосхитить потребность потенциальных клиентов.

Российские туристические фирмы и органы управления туризмом, вступающие на международный рынок, сталкиваются в своей деятельности с определением в своем регионе ведущих направлений (видов) туристического продукта, наиболее ярко выделяющегося на фоне других регионов (брэнда турпродукта) и проблемами, связанными с рекламой. Причем, для туристического бизнеса важна задача не только привлечения, но и сохранения постоянных клиентов, за счет создания положительного имиджа территории. Данные Международной ассоциации обслуживания клиентов показывают, что привлечение нового клиента стоит организации в пять раз дороже, чем сохранение уже имеющегося.

Реальным инструментом удержания потребителя для туристической фирмы в современных условиях является предоставление клиенту услуг такого качества, которое наиболее полно соответствует его ожиданиям. Удовлетворенный потребитель поделится в среднем с пятью другими своим положительным опытом общения с фирмой, в то время как неудовлетворенный клиент расскажет о своих проблемах и неудачах минимум девяти другим, свидетельствуют данные Института программных исследований по техническому содействию. До сих пор региональному туризму Приморья не удается выйти на устойчивый уровень развития, когда уже не важно помогают ли развитию финансовые вливания извне или нет, так как накоплен финансовый капитал, способный самостоятельно обращаться в турбизнесе, приумножая сам себя. Самоорганизация в самом зачаточном состоянии. Импульсом к такому движению может послужить инициатива граждан в создании мини-гостиниц на дому для обслуживания туристов, формировании на их основе легкой и пищевой промышленности, обеспечивающей питание и развлечение гостей [1].

В международной практике все больше укрепляется направление тематического туризма. Планирование развития этого вида туризма в крае затрудняется отсутствием специфических именно для данной местности туристических брендов. Однако, пути развития туризма в крае еще использованы не до конца. Решение проблемы видится в поиске, разработке и использовании отличительных особенностей территории в природном и социальном плане.

Результаты и обсуждение. Бассейн о. Ханка не относится к основным рекреационным зонам Приморского края, однако, само озеро и Приханкайская равнина представляют значительный интерес для российских и иностранных туристов. Самый молодой в Приморье Ханкайский заповедник, частично расположенный здесь, обладает наибольшими уникальными болотно-водными территориями мира и вызывает огромный интерес среди специалистов-орнитологов и любителей природы во всем мире. В его буферной зоне возможно развитие научного и экологического туризма; создание экологических троп, и специальных видовых площадок для популяризации сведений о уникальных водно-болотных угодьях и населяющих их животных и птиц.

Из природных отличий – это посещение мест обитания редких и исчезающих видов животных, заказников, национальных парков. Вторая отличительная особенность – это сложившаяся этническая структура населения. Район имеет значительные охотничьи угодья. На Приханкайской равнине, кроме оз. Ханка, имеющего международный статус, сконцентрировано еще около 40 памятников природы, имеющих краевое, республиканское и местное значение, зеленые зоны, водные объекты, представляющие значительный интерес для туристов, что предполагают развитие спортивной охоты и рыбалки, собирательной и лечебно-оздоровительной рекреации; научного, познавательного и экологического туризма. Кроме того, на территории Приханкайской низменности расположено много археологических и исторических памятников [2-3].

Однако, повышенная уязвимость местных природных комплексов к рекреационным нагрузкам заставляет очень внимательно и осторожно подходить к вопросу о возможности использования этой территории для целей туризма. Уникальные природные комплексы и памятники природы всегда привлекали и будут привлекать внимание любителей природы и путешественников во всем мире, поэтому полностью запретить рекреационно-туристскую деятельность в окрестностях заповедников, практически невозможно. В связи с этим, более приемлемым представляется решение - взять под строгий контроль и регламентировать все процессы, протекающие на граничащих с заповедниками территориях, чем допустить бесконтрольный наплыв массы неорганизованных туристов.

Приханкайская низменность лежит в зоне умеренно-континентального климата, который достаточно благоприятен для климатотерапии и спортивно-оздоровительной рекреации. В теплое время года она относится к наиболее комфортным районам Приморского

края. Районы Приханкайской равнины имеют невысокий уровень заболеваемости природно-очаговыми инфекциями (кроме Спасского района) и практически безопасны для населения и туристов.

Ханкайский район можно разделить на несколько рекреационных зон с разной степенью привлекательности для туристов.

1. Зона горно-лесной рекреации.

В первый район входит восточный макросклон и отроги Пограничного хребта. Рельеф, в основном, средне- и низкогорный. Здесь находится целый ряд вершин высотой до 300-600 м над уровнем моря и перевалов с хорошим панорамным обзором. Сопки сплошь покрыты лесом. Преобладают вторичные дубово-широколиственные леса, производные от коренных хвойно-широколиственных лесов. Преобладающей хвойной породой является могильная сосна, обычны небольшие чистые сосновые боры по солнечным каменистым склонам. В районе имеется сеть лесных и горных дорог, что позволяет планировать туристские маршруты: с. Дворянка – с. Комиссарово – с. Первомайское. В селах и на маршруте имеются исторические, археологические и природные памятники (см. список №5-7). В Барабаш-Левадском спортивно-охотничьем хозяйстве возможна спортивная охота (косуля, изюбр, пятнистый олень, кабан, фазан, заяц, пушной зверь). Район интересен также для фотоохоты, художественной фотосъемки, сбора дикоросов. Здесь растут: дикий виноград, шиповник, лимонник, лещина, грибы, лекарственные растения. Развита сеть лесных дорог, удобных для пешеходных, конных, велосипедные и автомобильных маршруов.

Второй район горно-лесной рекреации расположен южнее с. Комиссаровки и охватывает отроги хр. Синий и хр. Алексеевский. На средне- и низкогорье произрастают вторичные, в основном, дубово- широколиственные леса с островками сосны могильной. По крутым южным склонам часто встречаются небольшие чистые сосновые боры, обычны скопления обнажений, каменистые осыпи. Много солнечных полян, горных лугов, кустарниково-порослевых зарослей. Леса формируются здесь под сильным воздействием частых палов. Имеется целый ряд вершин (300-700 м над уровнем моря) и перевалов с хорошими панорамными обзорами. Развита сеть лесных дорог, удобных для пешеходных, конных, велосипедных и автомобильных маршрутов. Здесь можно посетить привлекательный уголок дикой природы - ущелье р. Комиссаровки. Живописные скалы «Щеки» по берегам реки и в самом урочище весной сплошь покрыты цветущим рододендроном. Местность здесь более гористая и лесистая: пихта, ель, кедры; встречается сосна могильная, дикий абрикос. Здесь планируется создать национальный парк.

Возможно проведение интересных экологическтх экскурсий между селами: Дворянка-Новоселище, Дворянка-Алексеевка, Комиссарово-Ильинка, Комиссарово-Алексеевка. В селах Ильинка, Алексеевка, Новоселище имеется ряд исторических и археологических памятников. Рекреационное освоение возможно по тем же направлениям, что и в массиве Пограничного хребта. С вершины открываются прекрасные панорамные обзоры Ханкайской низменности и долины р. Комиссаровки. Район эстетически привлекателен. Зимние виды отдыха в данных горных массивах мало перспективны из-за малоснежных зим, но возможны в отдельные зимние сезоны.

II. Зона луговой лесостепи.

Эта зона занимает небольшой по площади уголок в северной части района. Холмистая равнина и мелкосопочник покрыты суходольной степной растительностью в сочетании с ленточными лесами и рощами из дуба монгольского и абрикоса. Этот участок маньчжурской степи (монголо-даурская флора и фауна) - наиболее засушливый район в Приморье. Очень интересны пешеходные экскурсионные переходы между селами Первомайское - Турий Рог - Новокачалинск. Луговая лесостепь выходит к обрывистому холмистому берегу оз. Ханка. Здесь (особенно к северу от с. Новокачалинска) расположены лучшие, обычно песчаные, пляжи озера; много исторических, археологических и природных памятников. С обрывов

живописной береговой линии открывается величественная панорама самого большого на Российском Дальнем Востоке озера Ханка.

III. Зона водно-болотных угодий.

Эта зона состоит из двух подзон:

1. Объединенная пойма р. Мельгуновки и оз. Ханка.
2. Пойма р. Комиссаровки и низинные берега оз. Ханка.

Здесь расположены два участка Ханкайского госзаповедника. Местность представляет типичную Ханкайскую низменность: травяные болота, старицы с зарослями тростника, равнинные речки с медленным течением и тонкими камышовыми берегами; сырые, переувлажненные луга; осушительнные системы, дамбы, рисовые поля, чеки; сеть полевых дорог по дамбам; много полноводных каналов. Обилие водно-бродных и луговых видов птицна гнездовании и во время осенне-весенних перелетов (Амуро-Ханкайский перелетный путь - "экологическое русло") делают этот район особенно интересным для любителей наблюдать за птицами [4]. В окрестностях озера обитает 333 вида птиц, из них 44 краснокнижных. Во время пиков весенней и осенней миграции около 2 миллионов птиц посещают эти места. Возможна фотоохота и орнитологические экскурсии. На пролете и зимой - спортивная охота. По каналам летом привлекательны прогулки на лодках, катамаранах, водных велосипедах, каноэ, катерах.

На озере Ханка возможна рыбалка круглый год. Озера и реки имеют промысловое значение и представляют интерес для спортивной рыбной ловли. Охотничье-рыболовный туризм является одним из самых перспективных направлений в развитие рекреационно-туристского комплекса Приханкайской равнины, и способен дать быстрый экономический эффект. В многочисленных озерах и протоках встречается представитель глубокой древности – лотос, реликтовая дальневосточная черепаха. На открытой водной поверхности произрастают редкие и эндемичные виды: кувшинки, водяной орех, рдест, эвриала и др. Все это также является объектами научного и познавательного туризма. На мелких озерах и плавнях Ханки обитает много ондатры, встречается енотовидная собака, выдра. На заснеженных рисовых полях и равнинах охотится много рыжих лис, которые также являются достойным трофеем для охотников-любителей. Основная популяция фазана также обитает на этой территории (Пограничный, Ханкайский, Хорольский, Черниговский и Спасский районы).

По реке Мельгуновке проводятся сплавы на лодках. Здесь много природных, исторических и археологических памятников (см. списки). На каналах, по берегам рек и оз. Ханка имеются удобные места для купания. Все западное и юго-западное побережье озера Ханка от р. Тур до р. Илистая представляет собой живописный приозерный район с выдающимися озерными ландшафтами и красивыми речными долинами. Песчаные пляжи являются местами излюбленного отдыха местного населения и приезжих диких туристов. Озеро мелкое и хорошо прогревается. Температура воды поднимается до 30 С, однако из-за постоянного перемешивания в воде много взвешенных частиц, песка и ила, что значительно уменьшает ее прозрачность и рекреационную привлекательность.

Местное население Приханкайской равнины с успехом занимается собирательной рекреацией. Особенно много грибов, шиповника и других лекарственных растений в сопках и дубняках Ханкайского, Черниговского, Хорольского и Пограничного районов. В Спасском районе в тайге добывается кедровая шишка, папоротник, лимонник, актинидия, черемша. В Пограничном, Черниговском и Спасском районах встречается женьшень.

По полевым дорогам и дамбам возможны пешие, конные, велосипедные и автомобильные туры, панорамная художественная фотосъемка. Здесь предлагаются познавательные пешеходные и автомаршруты: Новоселище - Мельгуновка - Русловка-Владимиро-Петровка - Астраханка; Майское-Октябрьское – Новониколаевка - Троицкое; Майское -Платоно - Александровское - Новониколаевка.

IV. Зона озерно-речной рекреации

Прибрежная зона озера Ханка пригодна для водных прогулок на маломерных судах (катера, яхты). Привлекательны кольцевые маршруты из с. Камень-Рыболов к Ханкайскому заповеднику (м. Пржевальского - о. Сосновый - п-в. Стародевичанский); Новониколаевка - Платоно - Александровское; Новокачалинск - Турий Рог; Новокачалинск - о. Сосновый). Эти водные прогулки интересны в сочетании с высадкой в пляжных местах, рыбалкой, фотоохотой. Вдоль берегов озера возможны переходы по полевым дорогам (пешие, конные, велосипедные, автомобильные).

Для речной рекреации можно использовать всю долину р. Комиссаровки от с. Дворянка до устья реки (при расходе воды ≥ 3 м^3 /сек). Это сплав на лодках, плотах (с. Дворянка - с. Комиссарово - с. Ильинка-с. Троицкое), рыбалка, купание на живописных песчаных косах, окруженных дикими скалами, наблюдения за редкими водными животными и растениями.

Заключение

Экологический и охотничье-рыболовный туризм являются самыми востребованными направлениями в развитии рекреационно-туристского комплекса Ханкайского района, и способны дать быстрый экономический эффект. Наличие же на территории района уникальных водно-болотно угодий привлекает огромный интерес специалистов-орнитологов и любителей природы во всем мире и создает перспективы для развития международного туризма. В целом Ханкайский рекреационный район отличается хорошим сухим, жарким микроклиматом и может принимать поток рекреантов и туристов в начале летнего сезона при затяжных туманах и дождях в приморских районах.

Литература

1. Косолапов, А. Б. Бобрынова Е. В. Проблемы развития туризма на приморских территориях Дальнего Востока // Туризм и национальные проекты Российской Федерации: Материалы международной научно-практической конференции, Сочи, 03–06 октября 2022 года. – Сочи: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук», 2022. –С. 254-259.

2. Бакланов П. Я., Качур А.Н., Ермошин В.В. [и др.] Современные геоэкологические проблемы в бассейне озера Ханка // География и природные ресурсы. – 2019. – № 4(158). – С. 33-43. DOI 10.21782/GIPR0206-1619-2019-4(33-43).

3. Коженкова С.И., Сушицкий Ю.П., Тиунов И.М., Качур А.Н. Государственный природный биосферный заповедник "Ханкайский": история и современное состояние // Вопросы географии. – 2021. – № 152. – С. 379-404. DOI 10.24057/probl.geogr.152.14.

4. Редкие виды и ресурсы гусеобразных птиц на Ханкайско-Раздольненской равнине (западное Приморье) / В. Н. Бочарников, Ю. Н. Глущенко, Д. В. Коробов, К. Н. Мрикот // Русский орнитологический журнал. – 2020. – Т. 29, № 2001. – С. 5523. – EDN RDYSVB.

УДК 911.3:711.4(571.6)
DOI: 10.35735/9785605515623_254

ОПОРНЫЙ КАРКАС РАССЕЛЕНИЯ ВОСТОЧНОЙ ЗОНЫ ТРАНССИБА И БАМА: ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЦЕНТРАЛЬНОСТИ И ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ

Л.И. Рябинина[1], А.А. Чурзина[2]
[1] ФГАОУ ВО Дальневосточный федеральный университет, Владивосток
[2] ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток

Аннотация. Представлены результаты интегральной оценки опорного каркаса расселения восточной зоны Транссиба и БАМа (Приморский край, юг Хабаровского края, Амурская область, ЕАО). Методика основана на синтезе иерархического анализа (расчет интегрального индекса центральности с учетом внешнеэкономической деятельности), сетевого анализа (оценка связности узлов) и пространственно-транспортного анализа (ГИС-моделирование буферных зон и транспортной доступности). Выявлены главные особенности каркаса: двухполюсная структура (Владивосток – Хабаровск), «провал» среднего звена городов, гиперконцентрация населения и экономики вдоль Транссиба. На основе синтеза иерархического и пространственного анализа выделены четыре агломерации, различающиеся структурой внутренних связей, и шесть функциональных типов узлов. Показано, что агломерационные процессы не сглаживают, а воспроизводят деформации иерархии: региональные столичные центры стягивают ресурсы, консервируя периферийность нижних уровней. Полученные результаты могут быть использованы для дифференцированной региональной политики.

Ключевые слова: *опорный каркас расселения, иерархия городов, транспортная доступность, агломерационные процессы, интегральный индекс центральности, Транссибирская магистраль, БАМ, Дальний Восток*

THE SUPPORTING SETTLEMENT FRAMEWORK OF THE EASTERN ZONE OF THE TRANS-SIBERIAN RAILWAY AND BAM: INTEGRAL ASSESSMENT OF CENTRALITY AND TRANSPORT ACCESSIBILITY

Ryabinina L.I.[1], Churzina A.A.[2]
[1]Far Eastern Federal University, Vladivostok
[2]Pacific Institute of Geography, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok

Abstract. The article presents the results of an integral assessment of the supporting settlement framework in the eastern zone of the Trans-Siberian Railway and Baikal-Amur Mainline (Primorsky Krai, southern Khabarovsk Krai, Amursk Oblast, Jewish Autonomous Oblast). The methodology is based on a synthesis of hierarchical analysis (calculation of an integral centrality index considering foreign economic activity), network analysis (assessment of node connectivity), and spatial-transport analysis (GIS modeling of buffer zones and transport accessibility). Key features of the framework are revealed: a bipolar structure (Vladivostok – Khabarovsk), a «gap» in the middle tier of cities, and hyper-concentration of population and economy along the Trans-Siberian Railway. Based on a synthesis of hierarchical and spatial analysis, four agglomerations differing in the structure of internal connections and six functional types of nodes are identified. It has been shown that agglomeration processes do not smooth out but rather reproduce the deformations of the hierarchy: regional capital centers attract resources, preserving the peripheral nature of lower levels. The results obtained can be used for differentiated regional policy.

Keywords: *supporting settlement framework, urban hierarchy, transport accessibility, agglomeration processes, integral centrality index, Trans-Siberian Railway, BAM, Far East.*

Введение. Восточная зона Транссибирской и Байкало-Амурской железнодорожных магистралей представляет собой стратегически важный, но слабоосвоенный регион России. Ее система расселения формировалась не эволюционно, а дискретно, под влиянием крупных государственных инфраструктурных проектов и геополитических решений. Это привело к формированию специфической пространственной структуры, где классические модели (теория центральных мест В. Кристаллера, правило «ранг-размер» Дж. Ципфа) малоприменимы из-за исходных предпосылок об изотропности и зрелости территории [5; 8]. Целью данной работы является апробация методики интегральной оценки опорного каркаса расселения на основе синтеза иерархического анализа (с учётом внутреннего и внешнеэкономического потенциала), сетевого подхода и ГИС-картографирования. Исследование опирается также на теоретические разработки в области территориальных структур хозяйства [1; 2; 6; 7] и анализ реализации инфраструктурных проектов на Дальнем Востоке [9].

Материалы и методы. Проведение исследования основывалось на статистических данных Росстата за 2010-2023 гг., материалах региональных статистических сборников, данных ОАО «РЖД», геоданных OpenStreetMap и авторских расчётах.

Для анализа иерархии опорного каркаса зоны были выбраны 72 городских поселения с численностью населения от 3 тыс. чел. и более. Интегральный индекс центральности по уровню социально-экономического развития ($ИИЦ_{сэр}$) рассчитывался как взвешенная сумма восьми нормализованных показателей: численность населения с динамикой (вес 0,25), число занятых в экономике (0,15), бюджетная обеспеченность (0,15), количество предприятий (0,15), оборот розничной торговли (0,1), число больничных коек (0,1), число студентов вузов/ссузов (0,1). С учётом приморско-приграничного положения региона дополнительно вычислен интегральный индекс международной деятельности ($ИИЦ_{мд}$), включающий объём внешнеторгового грузооборота, количество логистических компаний и пропускную способность пограничных пунктов. Суммированием $ИИЦ_{сэр}$ и $ИИЦ_{мд}$ получен общий интегральный индекс центральности ($ИИЦ_{общ}$).

Для оценки связности городов и поселков в системе расселения был определён коэффициент связности k (число устойчивых транспортных лучей), позволивший составить топологическую схему и перейти от формальной иерархии к анализу реальных ролей городов («хабы», «мосты», «тупики»).

Пространственно-транспортный анализ проводился в ArcGIS. Построены буферные зоны (20, 50 и 100 км) вдоль Транссиба и БАМа. Для всех поселений рассчитан индекс транспортной доступности (ИТД) по формуле:

$$ИТД = 100 \times \exp\left(\frac{-t}{60}\right)$$

где t – время в минутах до ближайшей узловой станции; exp - экспонента

Оценка экономической активности для каждого поселения производилась расчётным методом на основе показателей объёма отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг, а также фонда оплаты труда с последующей дооценкой до показателей валового регионального продукта соответствующих субъектов Федерации [3; 4]. Такой подход широко применяется в исследованиях муниципального уровня ввиду отсутствия официальных данных о валовом муниципальном продукте. Результаты пространственно-транспортного анализа и расчётов экономической активности представлены в таблице 2.

Результаты и их обсуждение. Интегральная оценка центральности позволила выделить в восточной зоне Транссиба и БАМа пять иерархических уровней городских поселений (табл. 1). Главной ее особенностью является резкая поляризация, представленная

двумя надрегиональными центрами (Владивосток – $ИИЦ_{общ}$=1,49; Хабаровск – $ИИЦ_{общ}$ =1,05), которые концентрируют 42% городского населения, тогда как в поселениях IV-V уровней (84,7%) проживает только 36% горожан, что количественно подтверждает «провал» среднего звена поселений в опорном каркасе расселения.

Таблица 1

Иерархические уровни и функциональная типология узлов опорного каркаса восточной зоны Транссиба и БАМа (фрагмент)

Иерархический уровень (Значение $ИИЦ_{общ}$) / Город	$ИИЦ_{общ}$	$ИИЦ_{сэр}$	$ИИЦ_{мд}$	k	ИТД	Функциональный тип узла
I. Надрегиональные центры (региональные столицы) (> 0,90)						
Владивосток	1,49	0,89	0,61	>4	95,2	Ядро федерального значения, мультимодальный хаб
Хабаровск	1,05	0,80	0,25	>4	94,8	Ядро федерального значения, транспортный «крест»
II. Региональные центры (0,50 – 0,90)						
Находка	0,50	0,16	0,34	2-3	87,4	Региональный хаб («морские ворота»)
Благовещенск	0,45	0,42	0,03	3*	90,5	Приграничный транзитный узел
III. Субрегиональные (межрайонные) центры (0,20 – 0,50)						
Уссурийск	0,37	0,31	0,06	3	92,3	Транзитный узел, пригородная зона
Комсомольск-на-Амуре	0,29	0,23	0,06	2-3	91,7	Промышленный центр второго порядка
IV. Районные центры (0,05 – 0,20)						
Биробиджан	0,11	0,10	0,007	2	85,6	Локальный центр вдоль оси
Арсеньев	0,05	0,05	0,003	2	88,9	Локальный промышленный центр
V. Локальные центры и периферия (< 0,05)						
Советская Гавань	0,03	0,02	0,005	2	45,2*	«Тупиковый» узел, низкая связность
Чегдомын	0,04	0,04	0,001	1	40,5*	Удалённый периферийный центр

Примечание: *Для периферийных поселений (IV-V уровни) индекс транспортной доступности (ИТД) может быть ниже среднего.

Выявленная иерархия наполняется конкретным содержанием при анализе экономической специализации городов и их роли в агломерациях.

Надрегиональные центры (I уровень) формируют биполярную структуру, но механизмы их доминирования различны. Владивосток – это не просто административный центр Приморья и ДФО, а главный тихоокеанский форпост России. Здесь находятся

крупнейший торговый порт, средоточие науки (ДВФУ, ДВО РАН) и инвестиций (СПВ). Его высокий ИИЦ$_{мд}$ (0,61) обеспечивается тесной кооперацией с портами-сателлитами (Находка, Большой Камень), которые стягивают в ядро внешнеторговые потоки. При этом для Хабаровска, который утратил статус «столицы ДФО», наблюдается усиление приоритетности функции транспортного «креста», так как здесь сходятся Транссиб, линия на Комсомольск-на-Амуре и воздушные трассы, что делает его главными «воротами» для грузов, следующих на север и запад.

Региональные центры (II уровень) демонстрируют ярко выраженную специализацию. Так, Находка (ИИЦ$_{мд}$=0,34) является классическим примером монофункционального портового хаба: её высокий внешнеторговый потенциал сочетается со средним ИИЦ$_{общ}$, что отражает подчинённое положение по отношению к Владивостокской агломерации. В последние годы Благовещенск переживает существенную трансформацию благодаря вводу автомобильного моста через р. Амур в Китай (2022 г.). В результате областной центр преодолел тупиковость и повысил коэффициент связности с 2 до 3. Это, в свою очередь, запускает процессы формирования трансграничной агломерации с китайским Хэйхэ, превращая город из конечного пункта в сквозной транзитный коридор.

Субрегиональные центры (III уровень) находятся в зоне влияния Владивостока и Хабаровска. Город Уссурийск, обладая высокой транспортной доступностью (ИТД=92,3) и связностью (k=3), тем не менее имеет средний ИИЦ$_{общ}$ (0,37). Парадокс объясняется его положением в «агломерационной тени» Владивостока. Близость Уссурийска к сверхцентру, подавляя развитие у него собственных функций высшего порядка (административных, финансовых, образовательных) и закрепляя за городом роль логистического узла-распределителя и спального района, одновременно укрепляет его позиции как ключевого элемента логистической инфраструктуры агломерации, хотя и ценой утраты экономической и управленческой самостоятельности.

В Хабаровском крае Комсомольск-на-Амуре (ИИЦ$_{общ}$=0,29), напротив, выступает ядром изолированной промышленной агломерации (авиа- и судостроение, нефтепереработка). Однако его низкая связность (k=2-3) и удалённость от основной транспортной оси делают структуру уязвимой, воспроизводя модель «экономики одного завода».

Районные центры и периферия (IV-V уровни) либо «нанизаны» на Транссиб, выполняя базовые обслуживающие функции (Биробиджан, Облучье), либо представляют собой тупиковые узлы с k =1-2 (Советская Гавань, Чегдомын). Их существование полностью зависит от единственной транспортной артерии, а агломерационные эффекты здесь практически отсутствуют, что консервирует депрессивное состояние.

Анализ буферных зон подтвердил гиперконцентрацию вдоль Транссиба: в 20-километровой полосе проживает 68,5% населения и производится 77,9% суммарного ВРП (табл. 2). По мере удаления показатели резко снижаются: в зоне 50 км – 23,8% жителей и 17,3% ВРП, в зоне 100 км – лишь 7,7% населения и 4,8% ВРП. (табл. 2).

Таблица 2

Распределение населения и экономической активности в буферных зонах Транссиба и БАМа

Буферная зона	Доля поселений в выборке*, %	Доля населения в выборке**, %	Доля ВРП в выборке**, %	Средний ИТД
0 – 20 км	35,0	68,5	77,9	84,3
20 – 50 км	40,0	23,8	17,3	52,7
50 – 100 км	25,0	7,7	4,8	38,2

Примечание: *Выборка включает 72 городских поселения с численностью населения от 3 тыс. чел. и более; **ВРП рассчитан по методике долевого распределения [3; 4].

Расчет коэффициента связности выявил доминирование линейных (k=2) и тупиковых (k=1) структур. Наличие Владивостока и Хабаровска как «супер-узлов» с k>4 не компенсирует общую слабую связность периферии, создавая «древовидную», а не сетевую конфигурацию. Низкий коэффициент связности периферийных узлов является характерной чертой территорий нового освоения, что подтверждается выводами о специфике формирования опорного каркаса в восточных регионах страны [1; 9].

Синтез полученных данных подтвердил, что четыре агломерации в восточной зоне Транссиба и БАМа, различающиеся размером и структурой связей, могут рассматриваться как механизм воспроизводства иерархии (рис. 1).

ТРАНСПОРТНАЯ ДОСТУПНОСТЬ И БУФЕРНЫЕ ЗОНЫ
восточной зоны Транссиба и БАМа (на основе точечной типологии графа)

Рис. 1. Пространственная структура опорного каркаса расселения восточной зоны Транссиба и БАМа: агломерации, иерархия узлов и буферные зоны (составлено авторами)

Владивостокская агломерация (12 поселений, ~ 850 тыс. чел.) формирует полицентрическую структуру, внутри которой сложилось устойчивое функциональное разделение труда. Ежедневная маятниковая миграция здесь имеет ярко выраженный радиально-лучевой характер и служит основным механизмом интеграции городов-спутников в единый рынок труда и услуг.

Основной миграционный поток (до 35-40 тыс. чел. ежедневно) связывает город Артём и п. Угловое с Владивостоком, двигаясь вдоль автомобильной трассы А370 и железнодорожной ветки. Это типичная трудовая и учебная миграция, когда население спутников обеспечивает трудовые ресурсы для сферы услуг, торговли и административных учреждений ядра.

Посёлки, расположенные вдоль ветки Угловая – Дунай (Трудовое, Кневичи, Прохладное), интегрированы в агломерацию иначе. Маятниковая миграция здесь носит

преимущественно вахтово-логистический характер и завязана на работу в аэропорту «Кневичи», транспортно-логистических центрах и складских комплексах.

Особую роль в системе играет город Большой Камень. Расположенный на удалении, он включен в агломерационные связи через вахтовую и сезонную миграцию высококвалифицированных кадров, занятых на судостроительном комплексе «Звезда». В отличие от Артёма, где преобладает ежедневная маятниковая миграция, связь Большого Камня с ядром носит менее регулярный, но стратегически важный характер, обеспечивая перемещение технологий и управленческих кадров.

Таким образом, маятниковая миграция во Владивостокской агломерации не просто «перемещает людей», а выполняет конкретные функции: снабжает ядро трудовыми ресурсами, обеспечивает работу транспортных хабов и поддерживает высокотехнологичные производства на периферии.

Хабаровская агломерация, включающая 6 поселений и сосредоточивающая более 1020 тыс. человек, напротив, вытянута вдоль Амура и Транссиба, что ослабляет поперечные связи. Маятниковая миграция здесь имеет четко выраженный линейный характер, концентрируясь вдоль железнодорожной оси и реки, и практически не захватывает удаленные от магистрали территории.

Благовещенская агломерация (~300 тыс. чел.) сформировалась вокруг тупиковой ветки Белогорск – Благовещенск и имеет ярко выраженную приграничную специализацию. Её ключевая особенность – появление нового транспортного луча в Китай, что качественно меняет её роль в региональной системе. Специфика маятниковой миграции здесь начинает определяться не только внутрироссийскими, но и трансграничными связями: возрастает поток рабочей силы, ориентированной на обслуживание международной торговли и логистики.

Комсомольская агломерация (~350 тыс. чел.) выступает промышленным ядром (авиастроение, судостроение, нефтепереработка) и выполняет центральные функции для северной части Хабаровского края. Однако она имеет ограниченную связность (k=2-3), что делает её уязвимым и изолированным индустриальным форпостом. Маятниковая миграция здесь практически не выходит за пределы узкой промышленной зоны и ограничена слабой транспортной доступностью прилегающих территорий, что определяет замкнутость местного рынка труда.

Таким образом, агломерационные процессы на юге Дальнего Востока не сглаживают, а воспроизводят деформации иерархии. Региональные столичные центры стягивают ресурсы, усиливая «провал» среднего звена и консервируя периферийность нижних уровней.

Проверка по правилу «ранг-размер» подтвердила несбалансированность городской системы (рис. 2). Фактическое распределение городов резко отклоняется от идеальной модели Ципфа, что характерно для деформированных каркасов расселения с доминированием двух центров.

Выводы

Предложенная методика позволяет адекватно описать специфику опорного каркаса расселения восточной зоны Транссиба и БАМа. Его важнейшими чертами являются двухполюсность, «провал» среднего звена, гиперконцентрация вдоль Транссиба и низкая связность периферии. Агломерационные процессы, усиливая ядра, одновременно воспроизводят иерархические диспропорции.

Полученные результаты открывают возможности для дифференцированной региональной политики, адаптированной к выявленной конфигурации каркаса. Для надрегиональных центров (Владивосток, Хабаровск) приоритетом должно стать развитие их функций как мультимодальных хабов, усиливающих связанность магистральных зон в целом. В отношении региональных центров (Находка, Благовещенск) необходима поддержка их уникальной специализации – портовой и приграничной – с одновременным повышением транспортной связности для преодоления монофункциональности. Для субрегиональных

центров (Уссурийск, Комсомольск-на-Амуре) требуется стратегия, сочетающая интеграцию в агломерации (через развитие маятниковой миграции и логистики) с сохранением их промышленного потенциала. Основным вызовом остается периферия (IV-V уровни), где необходимы адресные меры по повышению связности (k) и снижению изоляции – строительство рокадных дорог, развитие местной транспортной сети, поддержка «точек роста» в тупиковых узлах.

Таким образом, понимание деформированной структуры опорного каркаса – ключ к региональной политике, которая должна не «исправлять» реальность под классические шаблоны, а адаптировать инструменты развития к уникальной конфигурации территории.

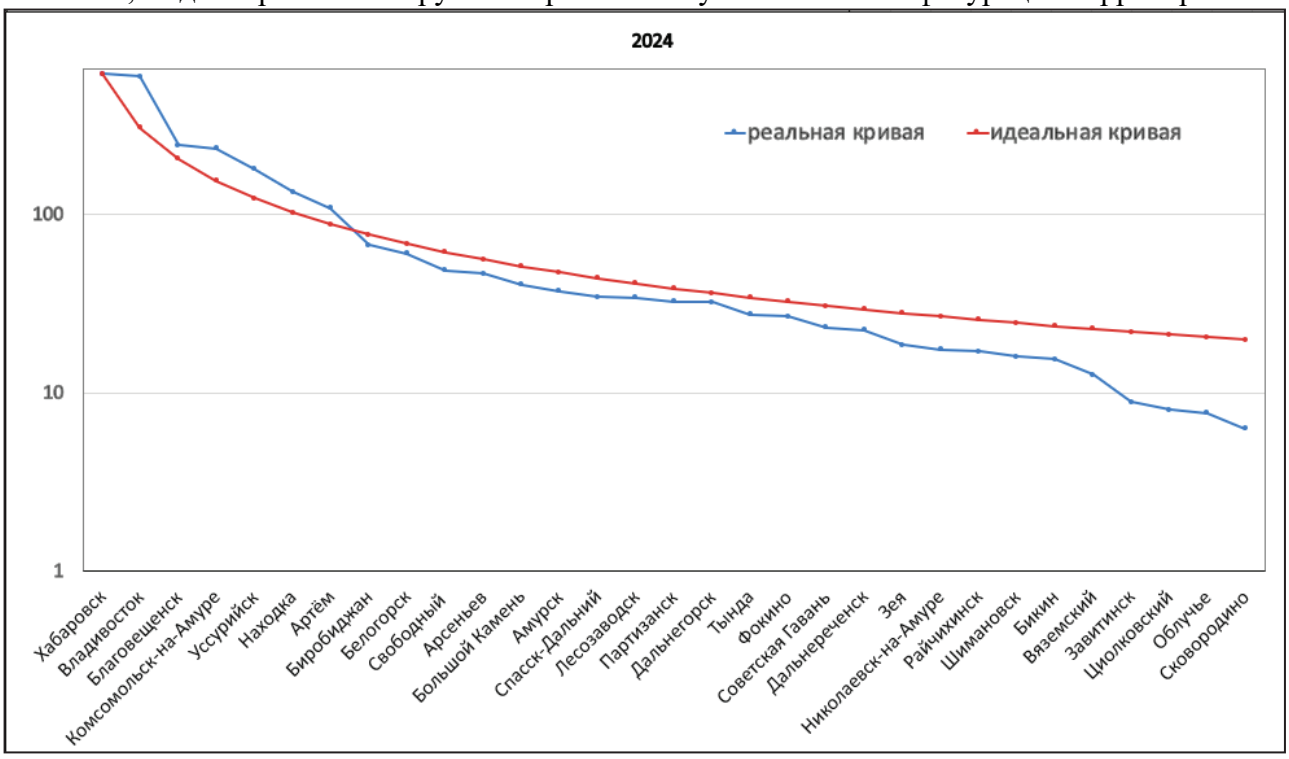


Рис. 2. Распределение городских поселений восточной зоны Транссиба и БАМа по правилу «ранг-размер» (в логарифмическом масштабе) (составлено авторами)

Литература

1.Бакланов П.Я. Территориальные структуры хозяйства в региональном управлении. – М.: Медиа-Полиграф, 2017. 244 с.

2. Зубаревич Н.В. Регионы России: неравенство, кризис, модернизация. – М.: Независимый институт социальной политики, 2010. – 160 с.

3. Киященко Т.А. Оценка валового регионального продукта (ВРП) с учётом показателей муниципальных образований // Экономика и социум. – 2014. – №2-2 (11). – С.545-551.

4. Колечков Д.В., Гаджиев Ю.А., Тимашев С.А., Макарова М.Н. Валовой муниципальный продукт: методы расчёта и применение // Экономика региона. – 2012. – №4. – С.49-59.

5. Кристаллер В. Центральные места в Южной Германии / пер. с нем. – М.: ЛИБРОКОМ, 2019. – 432 с.

6. Лаппо Г.М. География городов. – М.: ВЛАДОС, 1997. – 480 с.

7. Минакир П.А. Экономика регионов. Дальний Восток. – М.: Экономика, 2006. – 848 с.

8. Пивоваров Ю.Л. Основы расселения: урбанизация и городские системы. – М.: Мысль, 1976. – 220 с.

9. Развитие Байкало-Амурской и Транссибирской магистралей: комплексный анализ и перспективы / под ред. А.В. Алексеева. – М.: Институт экономики и транспорта, 2022. – 178 с.

УДК 913
DOI: 10.35735/9785605515623_261

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ АДМИНИСТРАТИВНЫХ ЦЕНТРОВ СУБЪЕКТОВ И БОЛЬШИХ ГОРОДОВ НА БЛИЖАЙШИЕ ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА)

Ушаков Е. А.,
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН

Аннотация: в статье рассмотрено социально-экономическое влияние административных центров субъектов и больших городов на ближайшие территории. В качестве примера был взят Дальневосточный федеральный округ (ДФО). Его территория отличается как природно-климатическими условиями, так и экономико-географическим положением рассматриваемых городов (континентальное и приморское положение). Как установлено степень влияния рассматриваемых городов на соседние территории зависит от их демографического и экономического потенциала, исторически сложившиеся структуры расселения возле этих городов. Особый фактор – административная статусность городов (центры субъектов РФ), которая значительно влияет не только на развитие самих рассматриваемых городов, но и соседствующих с ними районами.

Ключевые слова: *административные центры субъектов РФ, большие города, социально-экономические влияние, агломерационный эффект, расселенческая структура, Дальневосточный федеральный округ.*

THE SOCIOECONOMIC IMPACT OF REGIONAL ADMINISTRATION CENTERS AND LARGE CITIES ON SURROUNDING AREAS (BASED ON THE FAR EASTERN FEDERAL DISTRICT)

Ushakov E. A.,
Pacific Geographical Institute FEB RAS

Abstract: This article examines the socioeconomic impact of regional administrative centers and large cities on their surrounding territories. The Far Eastern Federal District (FFD) is used as a case study. Its territory differs in both natural and climatic conditions and the economic and geographical location of the cities in question (continental and coastal). The degree of influence of these cities on neighboring territories depends on their demographic and economic potential and the historical settlement patterns surrounding them. A special factor is the administrative status of these cities (as regional capitals), which significantly influences the development of not only the cities themselves but also their neighboring regions.

Key words: *administrative centers of the constituent entities of the Russian Federation, large cities, socio-economic influence, agglomeration effect, settlement structure, Far Eastern Federal District.*

Введение. Социально-экономическому влиянию больших и крупных городов на ближайшие территории в настоящее время посвящается много исследований и публикации. Особенно более актуальны исследования на эту тему посвящены городским агломерациям. Фактически эти города за счет своего демографического и экономического потенциала вовлекают ближайшие территории в свое социально-экономическое пространство. Развитие этих территории напрямую зависит от данных городов, выступающих драйвером их экономического роста. Населенные пункты, которые находятся в большей социально-экономической связи с этими городами специализируются на обслуживании потребностей этих городов. Города в зависимости от своих размеров, уровня социально-экономического развития, исторически сложившиеся расселенческой структуры могут по-разному оказывать

влияние на ближайшие территории как в площадном объеме, так и в какой степени зависит развитие пригородных территории от данных городов.

В работе рассматриваются административные центры субъектов Дальневосточного федерального округа (ДФО) – Владивосток, Хабаровск, Южно-Сахалинск, Магадан, Петропавловск-Камчатский, Анадырь, Биробиджан, Благовещенск, Якутск, Чита и Улан-Удэ. А также города с численностью населения не менее 100 тыс. чел. – Уссурийск, Артем, Находка и Комсомольск-на-Амуре. Эти города обладают двумя важными свойства для своего развития. Во-первых, это административный статус (центр субъекта РФ) большинства рассматриваемых городов. Во-вторых, демографический и экономический потенциал большинства этих городов. Каждый из этих городов отличаются своим уровнем социально-экономического развития, нахождением в природно-климатических условиях, ЭГП и факторами развития.

Своим наибольшим социально-экономическим потенциалом выделяются два города – Владивосток и Хабаровск. Они схожи по численности населения, но Владивосток выделяется более благоприятными факторами развития за счет наличия активной внешнеэкономической деятельности, благодаря приморскому положению. Схожими демографическими потенциалами (но меньшими по объему) имеют Якутск, Чита, Улан-Удэ, а также между собой еще более меньшим демографическим потенциалом схожи Благовещенск, Южно-Сахалинск и Петропавловск-Камчатский. Наименьшими демографическими потенциалами отличаются – Магадан, Биробиджан, и особенно Анадырь.

Также важно учитывать в каких природно-климатических условиях находятся рассматриваемые города. В зону наиболее благоприятных природно-климатических условий Дальнего Востока входят южные города Приморского края (Владивосток, Уссурийск, Артем и Находка). К условно благоприятным можно отнести Хабаровск, Благовещенск, Улан-Удэ, Южно-Сахалинск, Петропавловск-Камчатский. В меньшей степени к этим районам можно отнести также Читу и Комсомольск-на-Амуре. Менее благоприятные природно-климатические условия отмечаются в Магадане, и особенно в Якутске и Анадыре. Стоит отметить, что за счет теплого лета в пригородных территориях Якутска развита сельскохозяйственная деятельность. В свою очередь, в Магадане и Анадыре из-за холодного лета эту деятельность крайне сложно развивать.

Также важно учитывать приморское положение. Благодаря данному положению в городах развивается внешнеэкономическая деятельность за счет портовых функции и морского транспорта, а также действуют предприятия по вылову и переработке морских биоресурсов. Приморские города отличаются более высокими значениями социально-экономических показателей и динамикой своего развития. В эту группу городов входят - Владивосток, Находка, Петропавловск-Камчатский, Магадан, Анадырь. Также приморским положением обладает Артем, но он выходит на морское побережье в глубине Амурского залива и не имеет особых преимуществ от данного положения. Также отдельно необходимо выделить Южно-Сахалинск, который расположен в 20-25 км от залива Анива. Несмотря на то, что город не выходит на морское побережье, но в качестве преимущества здесь развита рыбопереработка, а также ведется организационная деятельность ряда крупных рыбодобывающих предприятий.

Материалы и методы. Использовался метод экономико-географического анализа, сравнительно-описательский, сравнительно-географический, синтеза, аналогов. Для анализа данных использовался картографический материал, первичные статистические данные предприятий и организации.

Результаты и их обсуждение. Владивосток является административным центром Приморского края, а также политическим и экономическим центром Дальневосточного федерального округа (ДФО). Здесь фиксируются самые большие объемы произведенных товаров и услуг (2,2 трлн. руб. за 2023 г) в ДФО. Стоит отметить, что социально-экономическое влияние города на ближайшие территории самое значительное на Дальнем

Востоке. Можно говорить о полноценном формировании Владивостокской агломерации. Изучению границ Владивостокской агломерации посвящено достаточно много работ [1-5,9,10,12]

В целом границы современной Владивостокской агломерации можно включать следующие муниципальные районы: Владивостоксий и Артемовский городские округа, Большой Камень, большая часть Надеждинского района (по линии трассы Раздольное-Хасан), большая часть Шкотовского района (по линии Большой Камень-Анисимовка), и северная часть Хасанского района (до Славянки).

Необходимо выделить зоны влияния Владивостока на ближайшие территории:

Это южная часть Надеждинского района, которая характеризуется наибольшим влиянием социально-экономического развития от Владивостока.

Другая часть, которая чуть в меньшей степени находится под актвным социально-экономическим влиянием города – центральная часть Надеждинского района (зона Кипарисово) и Тавричанское сельское поселение, Артемовский городской округ, северная часть Шкотовского района.

Косвенное влияние Владивостока – Раздольненское сельское поселение Надеждинского района, центральная часть Шкотовского района, Большой Камень, северная часть Хасанского района (рис. 1).

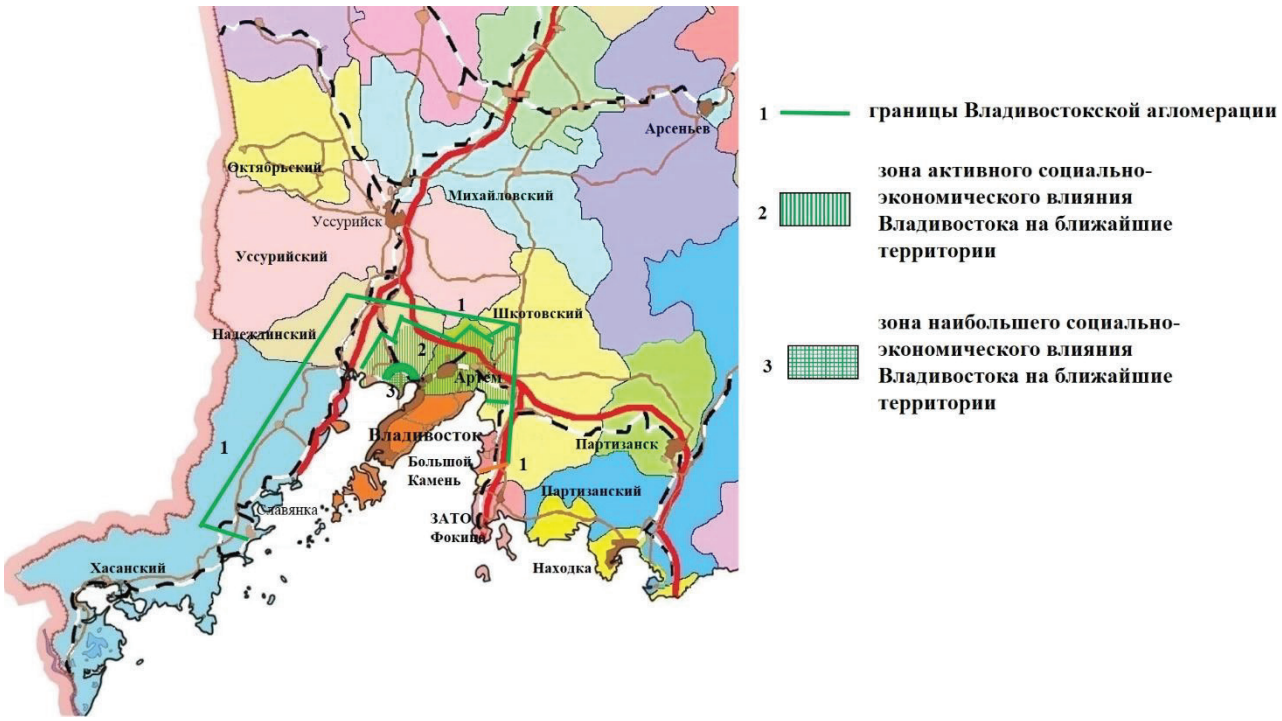
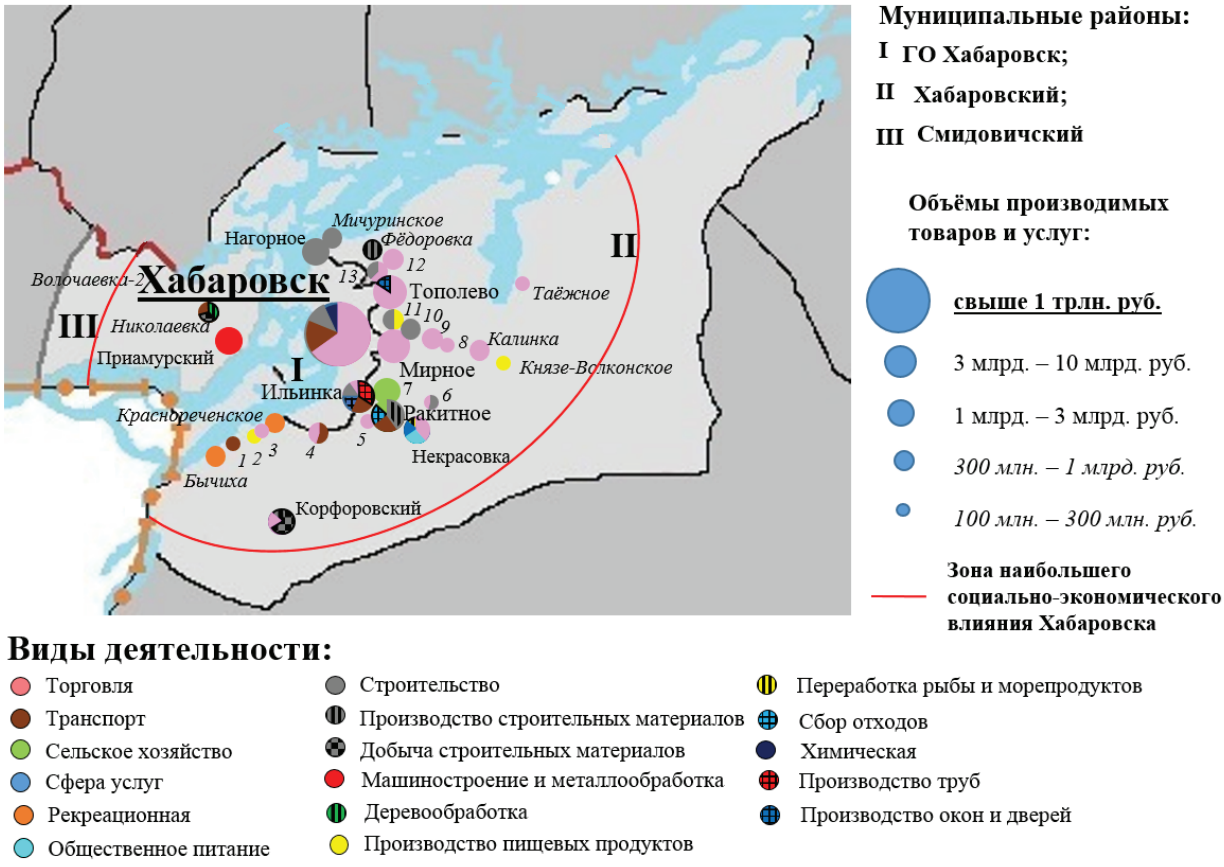


Рис. 1. Границы Владивостокской агломерации [12].

Хабаровск. Как считается в Хабаровскую агломерацию входят юго-западные районы Хабаровского края (Бикинский, Вяземский, район им. Лазо, Хабаровский), а также муниципалитеты Еврейской автономной области (Биробиджан, Биробиджанский, Смидовичский, большая часть Ленинского и восточная часть Облученского района) [6]. Но в большей степени на значительную часть агломерации приходится косвенное влияние. Наиболее активное влияние на социально-экономическое развитие ближайших территории приходится на Хабаровский район и восточную часть Смидовичского района ЕАО. Населённые пункты Хабаровского района специализируются на обслуживании самого Хабаровска. В этих населённых пунктах преобладает сфера оптовой торговли, производства

строительных материалов, производство пищевых продуктов, рекреационная. В последние годы активно развивается промышленное производство, благодаря созданию ТОР «Хабаровск» в ряде населённых пунктов (машиностроение, производство различных изделий). Восточная часть Смидовичского района не столь активно завязана на обслуживании Хабаровска в отличие от Хабаровского района, но на данной территории существует ряд производственных центров (Николаевка, Приамурский) экономические связи которых замыкаются на потребителей краевой столицы. В районных и локальных экономических центрах восточной части данного района развито растениеводство. В этой части района также расположены дачные участки жителей Хабаровска (рис. 2).



Населённые пункты: 1 – Осиновая Речка; 2 – Корсаково-2; 3 – Рощино; 4 – Сосновка; 5 – Гаровка-2; 6 – Дружба; 7 – Гаровка-1; 8 – Сергеевка; 9 – Чёрная Речка; 10 – Чистополье; 11 – Восточное; 12 – Заозёрное; 13 – Матвеевка.

Рис. 2. Хабаровская агломерация с ее экономическими центрами

Южно-Сахалинск как считается образует влияние на ближайшие следующие городские округа: Долинский, Невельской, Анивский, Корсаковский, Холмский [7]. Но в большей степени на административные центры этих муниципалитетов складывается не столь полноценное сильное влияние. Наибольшее социально-экономическое влияние Южно-Сахалинска на ближайшие территории происходит на все населенные пункты самого городского округа и территорию, граничащаю с ним - северная часть Анивского района и южная часть Долинского района. Именно здесь формируется производство товаров и услуг (сельское хозяйство, производство строительных материалов, производственные предприятия), которые полностью направлено на обслуживание Южно-Сахалинска.

Петропавловск-Камчатский в последние годы активно развивает свое влияние на соседние ближайшие населенные пункты Елизовского района. В обиходе даже именовалось как Петропавловск-Елизовская агломерация [8]. Но в силу не столь большой численности

населения и его отрицательного прироста в самом городе, становится под сомнение образование агломерации. Рассматриваемые населенные пункты Елизовского района имеют относительную стабильную численность населения и большие социально-экономические связи, ориентированные на центр Камчатского края. Фактически существуют начальные стадии образования агломерации с включением населенных пунктов, расположенных по линии Петропавловск-Камчатский- Елизово-Малки (рис. 3)

.

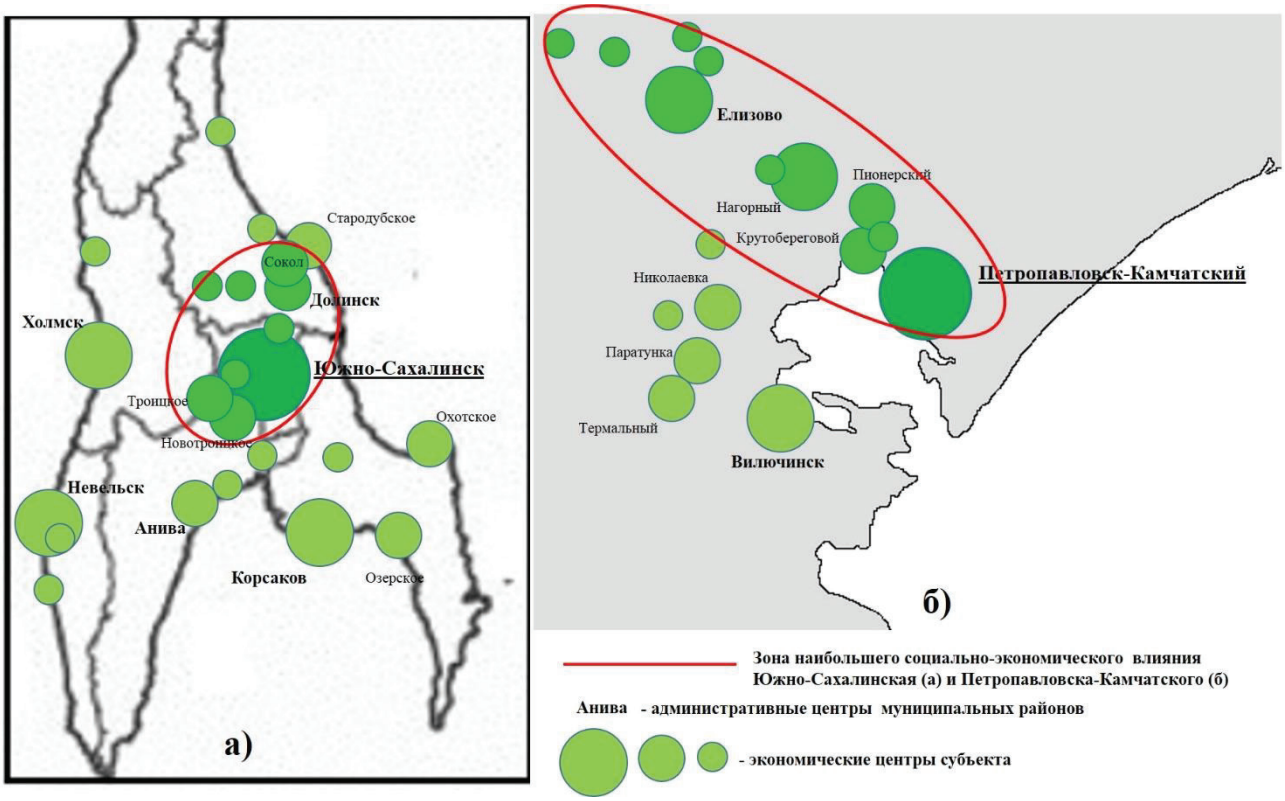


Рис. 3. Зоны наибольшего социально-экономического влияния Южно-Сахалинска (а) и Петропавловского-Камчатского (б) на ближайшие территории

Магадан фактически концентрирует большую часть населения Магаданской области. Для данного города нет предпосылков формирования агломерации ввиду малочисленности и практически полным отсутствием расселенческой структуры возле города. Фактически социально-экономическую взаимосвязь города с другими населенными пунктами поддерживается внутри городского округа. Это поселок Сокол, который взаимосвязан с городом за счет крупного аэропорта. А также поселок Уптар, который больше социально-экономическими связями взаимодействует с поселком Сокол.

Анадырь как в случае с Магаданом не имеет возле себя развитую расселенческую структуру. В его социально-экономические связи вовлечен лишь с. Тавайваам, который также входит в состав ГО Анадырь. Также взаимосвязь с пгт. Угольными Копями осуществляется через аэропорт общероссийского значения. И также с этого поселка идут поставки угля на потребности административного центра Чукотки.

Биробиджан является городом с депрессивными признаками в социально-экономической сфере. Численность населения снижается на 1% в год согласно переписям населения с 1989 г. Ранее город имел социально-экономическое влияние на ближайшие населенные пункты Биробиджанского района, западной части Смидовичского и восточной части Облученского районов. На современном этапе полные социально-экономические связи присутствуют лишь в населенных пунктах Птичник и Раздольное (строительство объектов и производственная деятельность).

Социально-экономическое влияние Благовещенска распространятся на ближайшие населённые пункты, которые расположены на территории Благовещенского района и южной части Ивановского района. Соответственно пригородный Благовещенский район специализируется на обслуживании потребностей жителей областной столицы – это как крупная оптовая торговля (большинство крупных населённых пунктов района), воздушный транспорт (Игнатьево), животноводческий комплекс (Грибское). Отдельно необходимо выделить п. Чигири как быстрорастущий населённый пункт (55% жителей района) и экономический центр района (71% производимых товаров и услуг района). Стоит отметить, что численность населения данного населённого пункта возросла с 2,6 до 18,5 тыс. чел. между переписями 2002 и 2020 гг. В целом наибольшее развитие и социально-экономическое влияние города распространяется на западное направление (п. Чигири), когда как роль восточного направления (п. Усть-Ивановка) стало постепенно снижаться.

Якутск является одним из быстроразвивающихся городов Дальнего Востока. Есть мнение о том, что в состав Якутской агломерации входят населенные пункты самого городского округа Якутск, а также ГО Жатай. Но фактически по своим социально-экономическим связям агломерация Якутска на современном этапе своего развития гораздо шире и включает в себя населенные пункты, расположенные вдоль реки Лены на территории южной и центральной части Намского улуса, Мегино-Кангаласского улуса и северной части Хангаласского улуса. Населенные пункты этих районов специализируются на производстве пищевых продуктов, строительных материалов, действуют различные производственные предприятия, а также активно развита деятельность предприятий в сфере строительства, транспорта и рекреации, оптовой торговли.

Чита в последние годы является активно развивающимся городом за счет миграционного притока населения из других районов Забайкальского края. Но при этом, происходит активный отток населения из самой Читы в сторону западных районов страны. В результате этого численность города между переписями 2010-2020 гг. выросла лишь с 323,9 до 334,4 тыс. чел. Само же наибольшее социально-экономическое влияние города практически не выходит за границы соседнего Читинского района. Наибольше развивается южная ветвь от Читы, которая идет на п. Горный, но не включая его в состав агломерации. Восточная ветвь идет от с. Атамоновка и заканчивается на трех крупных населенных пунктах Новокручининский, Маккавеево и Дарасун (Карымский район), задействованных на обслуживании Читы. Менее развита северная ветвь, которая оканчивается п. Шишкино. В населенных пунктах, специализирующихся на обслуживании потребностей Читы активно развиты предприятия оптовой торговли, сельского хозяйства, транспорта, строительства, рекреации и ряда производственных видов деятельности.

Как считается в состав агломерации **Улан-Удэ** входит г. Улан-Удэ, Иволгинский, Тарбатагайский, Заиграевский и Прибайкальский районы [11]. Но наибольшее социально-экономические влияние город оказывает на северную часть Иволгинского района (до Иволгинска), северную окраину Тарбатагайского района (Нижний Саянтуй, Саянтуй и Николаевский), восточную часть Заиграевского района (до Онохоя и Усть-Брянь). В этой зоне наибольшее развитие имеют предприятия и организации в сфере оптовой торговли и строительства, а также сельского хозяйства и транспорта (рис. 4).

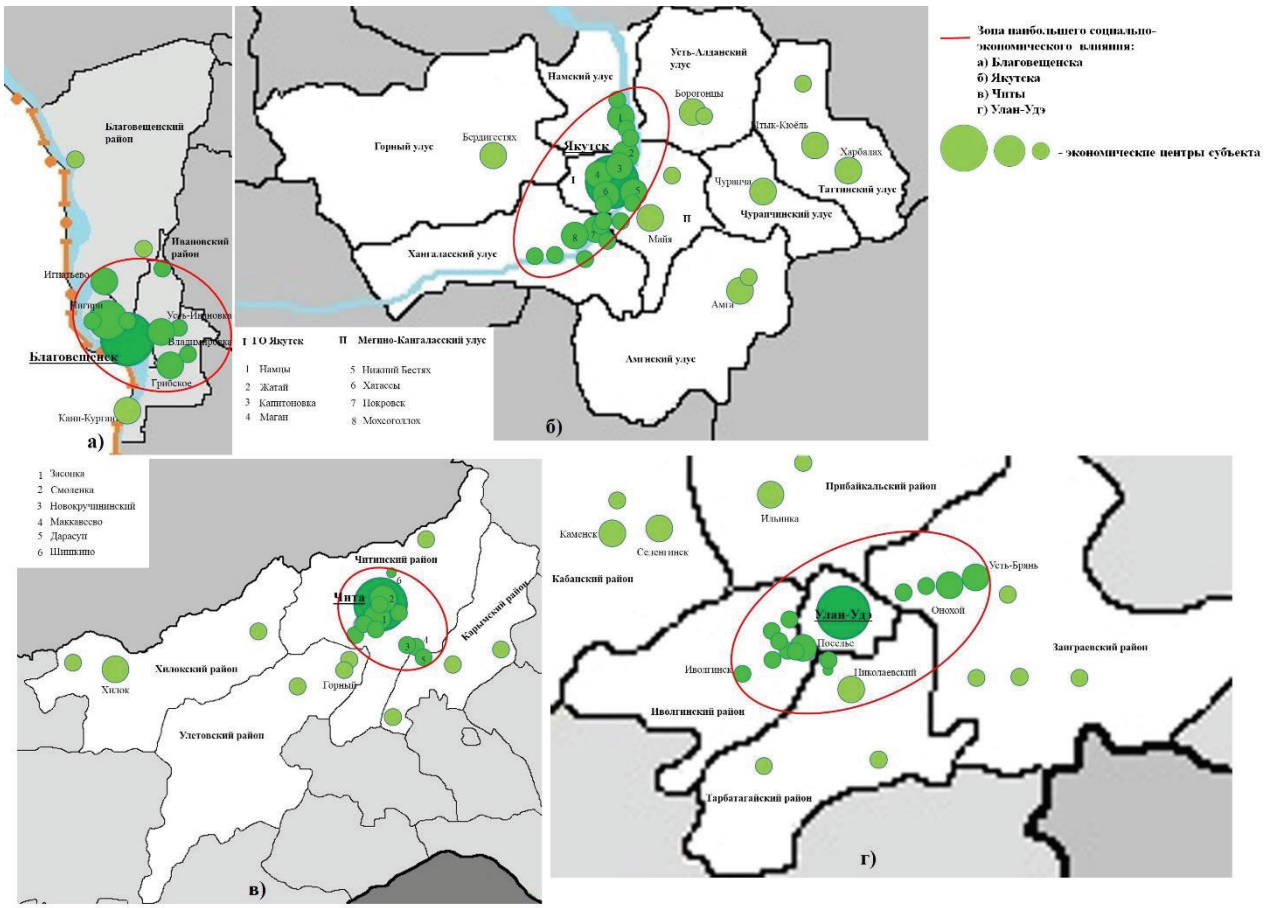


Рис. 4. Зоны наибольшего социально-экономического влияния административных центров субъектов РФ на ближайшие территории: а) – Благовещенска; б) – Якутска; в) – Читы; г) – Улан-Удэ.

Влияние больших городов, которые не являются административными центрами субъектов весьма ограниченно и составляет до 10-20 км от границы города вдоль основных транспортных путей. Так, Уссурийск влияет на ближайшие села собственного городского округа, а также южной части Михайловского района. Артем входит в состав Владивостокской агломерации. Поэтому сложно оценивать его полноценное влияние на ближайшие территории. Наибольшее социально-экономические связи прослеживаются с собственными населенными пунктами городского округа, а также северной части Шкотовского и западной части Надеждинского района.

Находка оказывало значимое влияние на населённые пункты южной части Партизанского района, но это влияние за последнее десятилетие значительно снизилось на фоне замедления развития города и увеличения миграционного оттока населения. Одним из показателей стало закрытие небольших предприятий по производству строительных материалов в населенных пунктах южной части Партизанского района. Но косвенное влияние сказывается главным образом в маятниковых поездках – многие лица трудоспособного возраста Партизанского района и г. Партизанска работают в портах Находки.

Комсомольск-на-Амуре оказывает влияние на ближайшие крупные населенные пункты Комсомольского района (Хурба, Пивань, Новый Мир). Главным образом за счет развитой сферы оптовой торговли и наличия дачных участков на территории данных населенных пунктов.

Заключение

Различия в социально-экономическом влиянии на ближайшие территории административных центров и больших городов зависят от внутренних и внешних факторов развития этих городов. Под внутренними факторами понимается демографический и экономический потенциал самих городов. Тем больше этот потенциал, чем больше их зона влияния распространяется на большее расстояние, в т. ч. исторически формируя расселенческую структуру в пригородных территориях. Ярким примером являются два крупных административных центра – Владивосток и Хабаровск. Особое внимание необходимо уделить административной статусности города (центра субъекта РФ), за счет которого создаются дополнительные факторы развития самого города и его соседних территории.

Внешние факторы также ощутимо влияют на развитие рассматриваемых городов и их соседних территорий. Это, прежде всего, более благоприятное приморское положение городов. Морская составляющая (портовые функции и вылов морских биоресурсов) дают более конкурентные преимущества в развитии приморских территорий. Другой важный внешний фактор – нахождение в природно-климатических условиях. В менее благоприятных природно-климатических условиях (северные территории ДФО) города характеризуются ограниченным потенциалом своего развития, обладают меньшей численностью населения и слаборазвитой расселенческой структурой расселения вокруг города. Ярким примером служат Анадырь и Магадан. Исключением является Якутск, для которого характерно теплое лето с развитой сельскохозяйственной деятельностью в соседних районах, где с преобладанием более равномерной расселенческой структуры.

В целом наибольшее социально-экономическое влияние больших и крупных городов распространяется на расстоянии 50-70 км от границ города. На примере ДФО это наибольшая зона выявлена на примере Владивостока, Читы, Якутска и Петропавловска-Камчатского. Их влияние максимально распространено вдоль основных транспортных путей, возле которых расположены населенные пункты, которые своими социально-экономическими связями полностью зависят от данных городов. Наименьшее влияние на ближайшие территории показывают населённые пункты, обладающие меньшим демографическим потенциалом, находящиеся в неблагоприятных природно-климатических условиях на территории со слаборазвитой расселенческой структурой (Магадан, Анадырь) или характеризуются «депрессивной стадией своего развития» (Биробиджан). Большие города, не имеющие административную статусность субъекта РФ, оказывают меньшее социально-экономическое влияние на соседние территории. Зона их наибольшего социально-экономического влияния составляет в пределах 10-20 км на ближайшие населенные пункты.

Благодарности. *Исследование выполнено при поддержке Минобрнауки РФ в рамках государственного задания: «Географические и геополитические факторы в устойчивом развитии территориальных структур хозяйства и населения региональных и локальных уровней Тихоокеанской России (FWMW-2025-0003)»*

Литература

1. Авдеев Ю. А. Владивостоксая агломерация: проблемы и варианты ее развития // Тихоокеанская география. – 2021. – №1. – С. 21-30.

2. Аникеев В. В. Территориальное развитие города Владивостока и его агломерации // Тихоокеанская география. – 2023. – №2. – С. 23-36.

3. Бакланов П. Я., Авдеев Ю. А., Романов М. Т. Новый этап в развитии г. Владивостока и его агломерации // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. – 2017. – №3. – С. 27-46.

4. Бакланов П. Я., Мошков А. В., Романов М. Т. Основные положения концепции социально-экономического и территориального развития Владивостока на новом этапе // Регионалистика. – 2017. – №2. – С. 11-25.

5. Ганзей К. С., Бакланов П. Я., Жариков В. В., Ушаков Е. А., Музыченко Т. К., Маслова М. Н., Ахмаева Э. Э. Функциональное зонирование Владивостокской агломерации: основа формирования устойчивой природно-хозяйственной системы природопользования // Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии. VII Мильковские чтения. 2023. – С. 201-203.

6. Демьяненко А. Н. Особенности формирования городского пространства Хабаровской агломерации // Тихоокеанская география. – 2021. – №3. – С. 51-63.

7. Живага А.Ю. Южно-Сахалинск: от города к агломерации // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2019. – № 7. – С. 59-69.

8. Илюшкина Л. М. Социально-экологические особенности развития Петропавловск-Елизовской агломерации. Автореф. дис. … канд. геогр. наук. – Санкт-Петербург: СПГУ, 2004. – 18 с.

9. Концепция социально-экономического развития г. Владивостока и его агломерации. – Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2002. – 60 с.

10. Крылов П. М. Концепция выделения Владивостоксой агломерации с позиции регионального развития и территориального планирования // Вопросы географии. – 2016. – №141. – С. 619-634.

11. Статных Е. А., Хандархаев А. С. Агломерация как способ инновационного развития территорий на примере г. Улан-Удэ // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и Менеджмент. – 2016. – №2. – С. 47-60.

12. Ушаков Е. А. Современные границы Владивостокской агломерации // Города на пути из настоящего в будущее. – М.: 2025. – С.135-141.

УДК 314. 72 (571.63)
DOI: 10.35735/9785605515623_270

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МИГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ГОРОДАХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Ушакова В. Л.,
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

Аннотация. В работе представлены результаты динамики численности населения городов Приморского края за период 2011-2023 гг. Приведена группировка городов по изменению численности населения с учетом естественного и миграционного движения населения. Рассмотрена территориальная структура миграционных потоков, которые обеспечивают миграционный прирост/убыль населения.

Ключевые слова: *города, миграционный прирост населения, миграционный отток населения, естественная убыль населения, территориальная структура миграционных потоков, Приморский край.*

CURRENT STATE AND TRENDS OF DEVELOPMENT OF MIGRATION PROCESSES IN THE CITIES OF PRIMORSKY KRAI

Ushakova V.L.,
Pacific Geographical Institute of FEBRAS, Vladivostok

Annotation. This paper presents the results of population dynamics in cities in Primorsky Krai for the period 2011–2023. Cities are grouped by population change, taking into account natural and migration movements. The territorial structure of migration flows that drive migration-related population growth and decline is examined.

Keywords: *cities, migration population growth, migration outflow of population, natural population decline, territorial structure of migration flows, Primorsky Krai*.

Введение. Разнообразие социально-географического пространства во многом связано с распределением сети городов и их разной ролью в организации территории. Ни по количеству, ни по характеру размещения (крайне неравномерному) их не хватает для обслуживания даже обжитой территории страны. И сами города очень разные и формируют контрастные городские среды [4].

Из 12 городов в Приморском крае, в 8 (67% их общего числа) проживало менее 50 тыс. человек, что составило 18,7% городского населения, хотя отчасти они поддерживают освоенность территории края.

Городов с населением 100 и более тыс. человек, которые выполняют роль центров опорного каркаса территории, – всего 4. В них сконцентрировано 1 014,4 тыс. человек (71.6% городского населения и 56,2% всего населения Приморского края.

Влияние больших городов на окружающую территорию определяет степень ее урбанизированности, распространение городского образа жизни и служит одним из показателей качества социально-экономической среды и населения среды [4]. Если в европейской части России среднее расстояние между городами не превышает 70 км, в том числе в наиболее освоенном Центральном районе – 45 км, то на Дальнем Востоке – 300 км. Дефицит городов испытывают все регионы страны, но особенно острый он в восточных районах. Не хватает крупных, больших городов, способных стать лидерами регионального развития [4].

Особую роль в формировании социально-географического пространства играют города с населением свыше 250 тыс. человек. В Приморском крае это региональный центр г. Владивосток. В нем проживает 41.8% городского населения. В России роль больших городов

велика, но сеть их редкая, что усиливает поляризацию социально-географического пространства.

Материалы и методы. В качестве информационной базы использовались официальные данные, содержащиеся в информационно статистических материалах, подготовленных Территориальным органом Федеральной службы государственной статистики по Приморскому краю за период 2011–2023 гг. Использованы статистический, сравнительно-географический методы исследования.

Результаты и их обсуждение. Приморский край является одним из самых населенных субъектов Дальневосточного федерального округа. За рассматриваемый период в результате естественной убыли и миграционного оттока край потерял 7,4% (144,1 тыс. человек). Городское население сократилось на 4,8% (72,1 тыс. человек), а сельское – на 15,6% (72,0 тыс. человек). В городах проживает 90,3% городских жителей края, причем 41,8% (591,6 тыс. человек) – население г. Владивостока.

Распределение городов Приморского края по группам людности на 1 января 2024 г. следующее:

Крупные города (свыше 500 тыс. человек) – Владивосток (591,6 тыс. чел.). Большие города (100-500 тыс. человек) – Уссурийск (179,9 тыс. чел.), Находка (134,3 тыс. чел.), Артем (108,5 тыс. чел.). Средние города (50-100 тыс. человек) – до 2019 г. в эту группу городов входил г. Арсеньев, с численностью населения 52,2 тыс. человек, но с 2020 г. его численность сократилась до 47,9 тыс. человек, и он вышел из группы средних городов. В настоящее время в категории средних городов не осталось ни одного города.

Малые города (до 50 тыс. человек) – Арсеньев (47 тыс. чел.), Большой Камень (40,7 тыс. чел.), Спасск-Дальний (34,8 тыс. чел.), Лесозаводск (34,6 тыс. чел.), Партизанск (32,8 тыс. чел), Дальнегорск (32,7 тыс. чел.), Дальнереченск (22,7 тыс. чел.), Фокино (19,4 тыс. чел.).

За период с 2011 по 2023 гг. в городах Приморского края можно выделить две группы городов, в первой отмечается рост населения – большие города Уссурийск (18,1 тыс. человек) и Артем (5,7 тыс. человек), вторая группа – остальные города края, в которых сокращение населения происходило с разной интенсивностью (табл. 1).

Таблица 1

Динамика численности населения городов Приморского края (2011-2023 гг.)

Города	Численность населения, тыс. чел.		Снижение (рост) численности населения, тыс. чел.	
	2011 г.	2023 г.	тыс. чел.	%
Владивосток	597,5	591,6	- 5,9	- 1,0
Уссурийск	161,8	179,9	+18,1	+11,2
Находка	158,9	134,3	-24,6	-15,5
Артем	102,8	108,5	+ 5,7	+5,5
Арсеньев	55,8	47,0	-8,8	-15,8
Спасск-Дальний	43,6	34,8	-8,8	-20,2
Партизанск	38,4	32,8	-5,6	-14,6
Дальнегорск	36,8	32,7	-4,1	-11,1
Лесозаводск	36,8	34,6	-2,2	-6,0
Дальнереченск	27,1	22,7	-4,4	-16,2

В данной работе гг. Большой Камень и Фокино не рассматриваются.

Проведена группировка городов по изменению численности населения с учетом их компонентов – естественного и миграционного движения. Были выделены четыре группы городов (табл. 2).

Для I группы, включающей два больших города – Уссурийск и Артем, характерно увеличение численности населения. Уссурийск – второй после Владивостока город по численности населения (179,9 тыс. чел., 2023 г.), который является важным транспортным узлом, стратегическое положение которого имеет большое значение для всего макрорегиона. Рост населения г. Уссурийска имеет устойчивую тенденцию благодаря миграционным процессам. Артем – один из немногих городов, показывающий не только положительную динамику рождаемости, но и рост численности населения за счет миграционного прироста [6].

II группа, где отмечается незначительное снижение численности населения, представлена региональным центром – г. Владивостоком. Основная черта города, оказывающая влияние на его демографическое развитие – его столичное положение в Приморском крае, дающее преимущества во многих аспектах социально-экономического развития. Растущий экономический потенциал и перспективы развития создают условия для миграционного прироста.

Пригородные территории города (Надеждинский МР, Артемовский ГО), входящие во Владивостокскую агломерацию, увеличивали численность населения за счет миграции из других муниципалитетов Приморского края. Краевой центр притягивает прежде всего молодое население, причем достаточно интенсивно, а также лиц активного трудоспособного возраста [5], а пригороды (Надеждинский МР, Артемовский ГО, Шкотовский МО) еще и лиц старше трудоспособного возраста благодаря субурбанизации.

Таблица 2

Группировка городов Приморского края по компонентам изменения численности населения (2011-2023 гг.)

	Компоненты изменения численности населения городов
I. Города, где отмечается рост численности населения	1. За счет миграционного прироста, превышающего естественную убыль населения: Уссурийск, Артем.
II. Города, где отмечается незначительное снижение численности населения (1,0%)	1. За счет естественной убыли, превышающей миграционный прирост населения: Владивосток.
III. Города, где отмечается значительное снижение численности населения (6,0% – 17,0%)	1. За счет миграционного оттока, превышающего естественную убыль: Лесозаводск, Находка, Дальнереченск. 2. За счет естественной убыли, превышающей миграционный отток: Дальнегорск, Арсеньев. 3. За счет естественной убыли, превышающей миграционный прирост: Партизанск.
IV. Города, где отмечается катастрофически быстрое снижение численности населения (более 20,0%)	1. За счет естественной убыли, превышающей миграционный отток: Спасск-Дальний.

Составлено автором по данным ТО ФСГС по Приморскому краю.

Миграционная ситуация в опорных центрах Приморского края – г. Владивостоке и г. Уссурийске складывается лучше, чем по краю в целом. В результате миграционного прироста половозрастная структура гг. Владивостока и Уссурийска улучшена по сравнению с Приморским краем в целом. Так, в 2022 г. доля трудоспособного населения в них выше (Приморский край – 58,7%, г. Владивосток – 61,3%, г. Уссурийск – 63,1%), доля населения старше трудоспособного возраста ниже (соответственно, 17,6%, 16,9%, 19.7%). Возрастная

группа моложе трудоспособного во Владивостоке ниже, чем в крае в целом (16,9% и 17,6%), в г. Уссурийске этот показатель выше среднекраевого уровня (19,7% и 17,6%).

III группа охватывает шесть городов со значительным снижением численности населения и является самой многочисленной: к ней относятся большой город – г. Находка и пять малых городов: Арсеньев, Дальнегорск, Лесозаводск, Партизанск, Дальнереченск. Самые большие потери населения среди городов Приморского края имеет г. Находка. За рассматриваемый период население города сократилось на 24, 6 тыс. человек, за счет миграционного оттока, превышающего естественную убыль в 2.9 раза. Основная причина – ликвидация предприятий, обеспечивающих населению достойную оплату труда. Поиск более перспективной и доходной работы, возможность профессиональной самореализации, отсутствие комфортной социальной среды – вот главные причины массовых устойчивых потоков молодежи.

Малые города, входящие в эту группу, играют роль «опорных точек» периферийных территорий, осуществляя экономическую и социокультурную взаимосвязь сельской местности с городами, часто являясь единственным центром обслуживания населения [3]. Большинство малых городов и сейчас с трудом адаптируются к изменившимся условиям, в силу чего возникает множество проблем, с которыми население не может справиться, что продолжает поддерживать в них отрицательный миграционный баланс. В совокупности с отрицательным естественным приростом, отток населения из малых городов приводит к их значительному сокращению.

Миграционный отток входящих в эту группу малых городов связан также с их удаленностью от краевого центра – при прочих равных условиях, чем дальше они расположены, тем интенсивнее отток. Так, например, отсутствие градообразующих предприятий на территории г. Лесозаводска (удален от Владивостока на 351 км), высокая стоимость жилищно-коммунальных услуг, высокий уровень безработицы неблагоприятно сказываются на уровне жизни населения, что приводит к оттоку населения из города. За рассматриваемый период население Лесозаводска сократилось на 6,0% (2,2 тыс. человек) за счет миграционного оттока, превышающего естественную убыль.

Среди малых городов, входящих в III группу два моногорода – Дальнегорск и Арсеньев. Дальнегорск относится к 1 категории – с наиболее сложным социально-экономическим положением, где градообразующие предприятия практически не работают, характерна массовая безработица и выбытие трудоспособного населения [1]. Убыль населения 11,1% (4,1 тыс. чел.) связана с долгой экономической депрессией, глубокими социальными проблемами и значительным старением населения.

Моногород Арсеньев относится ко второй категории. Это города с рисками ухудшения социально-экономического положения, где градообразующие предприятия существенно снизили объемы производства, отдельные находятся в стадии банкротства или реструктуризации. Население города сократилось на 15,8% (8,8 тыс. чел.) за счет естественной убыли и миграционного оттока.

IV группа, где отмечается катастрофически быстрое снижение численности населения, представлена малым городом, моногородом Спасском Дальним. За рассматриваемый период его численность сократилась на 20, 2% (8.8 тыс. чел.) за счет естественной убыли и миграционного оттока. Спасск-Дальний, как и Арсеньев относится ко второй категории моногородов.

Важным направлением развития моногородов является дополнение их экономической структуры новыми перспективными видами деятельности, что может инициировать и новые стадии их пространственного развития

Важным показателем оценки миграционной ситуации в городах является территориальная структура миграционных потоков (табл. 3).

По показателю территориальной структуры миграционных потоков за рассматриваемый период выделяется две группы городов:

I группа – миграционный прирост формируется за счет внутрирегионального и международного миграционных потоков, которые компенсируют межрегиональный поток: Уссурийск, Владивосток, Артем, Партизанск.

II группа – миграционный отток обеспечивается за счет отрицательного сальдо межрегионального и внутрирегионального миграционных потоков, которые не компенсируются международным миграционным потоком: Находка, Дальнереченск, Лесозаводск, Спасск-Дальний, Арсеньев, Дальнегорск.

Таблица 3

Территориальная структура миграционных потоков в городах Приморского края (2011-2023 гг.)

Города	Миграционный прирост (отток)	за счет передвижений миграционных потоков:		
		внутри-региональный	меж-региональный	между-народный
Уссурийск	14 495	15 588	-4 253	3 160
Владивосток	13 581	26 721	-17 338	4 198
Артем	4 978	5 253	-2 111	1 838
Партизанск	784	1 050	-536	270
Находка	-18 378	-9 179	-9 773	574
Дальнереченск	-2 956	-1 101	-2 051	92
Лесозаводск	-2 525	-742	-2 080	297
Спасск-Дальний	- 2 433	-1 130	-1 447	144
Арсеньев	-2 288	-354	-2 136	202
Дальнегорск	-1 268	-1 135	-1 114	981

Составлено автором по данным ТО ФСГС по Приморскому краю.

Выводы

Города Приморского края по характеру миграционной ситуации дифференцированы. Выделяются города с устойчивым миграционным приростом, где отмечается рост численности населения (гг. Уссурийск, Артем). Но преобладают города, которые теряют население в ходе миграции: Находка, Дальнереченск, Лесозаводск, Спасск-Дальний, Арсеньев, Дальнегорск.

В городах положительное сальдо миграции формируется за счет внутрирегиональной и международной миграции.

Все города, так же, как и Приморский край в целом, теряют население в ходе межрегиональной миграции.

Литература

1. Авдеев Ю.А., Ушакова В.Л. Демографический потенциал и его влияние на пространственное развитие //Пространственное развитие Тихоокеанской России: структурные особенности, факторы, основные направления/ колл. авторов; под ред. академика РАН, д.г.н. П.Я. Бакланова и д.г.н. А.В. Мошкова. Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2023. – С. 171-214.

2. Глезер О.Б., Вайнберг Э.И. Пространство жизнедеятельности населения и расселение как факторы и условия модернизации России //Регион: экономика и социология. – 2013. –№ 3(79). – С. 21-38.

3. Макарова М.Н., Пышминцева О.А. Роль малых и средних городов в системе расселения // Современные проблемы регионального развития. ИКАРП ДВО РАН –ФГБОУ ВПО «ПГУ им. Шолом-Алейхема». 2016. – С.468-471.

4. Нефедова Т.Г., Глезер О.Б. Трансформация социально-географического пространства России //Вызовы и политика пространственного развития России в XXI веке /ред. В.М. Котляков, А.Н. Швецов, О.Б. Глезер. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2020. – С.214-251.

5. Нефедова Т.Г., Трейвиш А.И., Шелудков А.В. Полимасштабный подход к выявлению пространственного неравенства в России как стимула и тормоза развития // Известия РАН. Серия географическая. – 2022. – Т. 86. – № 3. – С. 289-309.

6. Ушакова В.Л., Сидоркина З.И. Оценка внутрирегиональной дифференциации демографической ситуации (на примере муниципальных образований Приморского края) // Успехи современного естествознания. – 2022. – № 9. – С. 45-50.

УДК 630* (571.63)
DOI: 10.35735/9785605515623_276

О СОВРЕМЕННОМ СОСТОЯНИИ ЛЕСОВ ДАЛЬНЕРЕЧЕНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Харитонов А.М.,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

Аннотация. Дальнереченское лесничество Приморского края обладает крупными запасами древесины и недревесных лесных ресурсов. В советский период на этой территории проводились значительные заготовки грибов, ягод, лекарственного и других видов недревесного сырья, велась промысловая охота. Древесина от проводимых здесь лесозаготовок интенсивно использовалась лесной промышленностью района.

Ключевые слова. *Приморский край, лесные пожары, лесопользование, недревесные ресурсы леса, промысловая охота*

ABOUT THE CURRENT STATE OF THE FORESTS OF THE DALNERECHENSK FORESTRY OF PRIMORSKY KRAI

Kharitonov A. M.,
Federal state budgetary institution of science Pacific Institute of geography Feb RAS, Vladivostok, Russia

Abstract. The Dalnerechensk forestry of Primorsky Krai has large reserves of wood and non-wood forest resources. During the Soviet period significant harvesting of mushrooms, berries, medicinal and other types of non-wood raw materials was carried out in this territory, commercial hunting was conducted. The timber from the logging operations carried out here was intensively used by the forestry industry of the region.

Keyword. *Primorsky Krai, forest fires, forest management, non-wood forest resources, commercial hunting*

Введение. Комплексная оценка лесо-ресурсного потенциала территории предполагает учет взаимосвязей его различных составляющих: древесных и недревесных ресурсов леса. Выделенные нами лесо-ресурсные системы (ЛРС) позволяют выявлять не только значимость отдельных ресурсов, но и их динамку, особенности изменения в процессе лесного природопользования. [6]. Современное Дальнереченское лесничество образовано на базе двух рядом расположенных, но непохожих друг на друга в промышленном освоении лесхозов – собственно Дальнереченского и Малиновского. Общая площадь земель по лесничеству на 1.01 2018 г. - 895781 га (895812 га по предыдущему регламенту [5]). По проведенному нами лесоресурсному районированию территория лесничества сегодня относится к Внутренней лесоресурсной системе, хотя ранее мы включали Дальнереченский лесхоз в Западную ЛРС [см. 5].

Материалы и методы.

Лесные земли лесничества на 1.01 2018 г. составляли 872506 га (97,4% общей площади земель). Лесной растительностью были покрыты 867033 га (96,8%). Не покрытыми лесной растительностью оставались только 0,6% земель (5473 га), из них вырубки занимали 121 га. Среди нелесных земель преобладали болота – 12870 га (1,4%).

По состоянию на 1.01 2008 г. лесоустройство на территории лесничества проводилось в 1995 г. на площади 391,9 тыс. га, в 2006 г. - 435,9 тыс. га (соответственно Дальнереченский и

Малиновский лесхозы).

Показатель лесистости муниципальных территорий в рамках лесничества составлял для Дальнереченского муниципального района 78,7% при средней по Приморскому краю - 79, 4%.

По площадям лесных насаждений в лесничестве в 2009 г. преобладали следующие породы: хвойные - 368,4 тыс. га, твердолиственные - 329,1, мягколиственные - 168,8 тыс. га. Запас насаждений составлял в млн. $м^3$, хвойные - 62,08, твердолиственные – 41,44, мягколиственные - 20,8 [1].

На территории лесничества обитает 45 видов млекопитающих (в том числе четыре вида, занесенных в Красную книгу России – красный волк, амурский тигр, пятнистый олень и солонгой). Зарегистрировано 360 видов птиц (21 из них занесен в Красную книгу МСОП, 49 – в Красную книгу России и 80 – в Красную книгу Приморского края), 6 видов рептилий, 6 видов амфибий, 73 вида рыб.

Закрепленные и общедоступные охотничьи угодья в лесничестве занимают 1239294 га. Среди охотничьих ресурсов лесничества числятся, как и в других лесничествах края, лось, изюбр, пятнистый олень, косуля, кабарга, кабан, бурый и гималайский (белогрудый) медведи, лисица, ондатра, выдра, енотовидная собака, барсук, заяц, соболь, норка, колонок, белка, рысь, росомаха, харза, горностай, водоплавающая дичь и даже явно по ошибке упомянут кот лесной (внесен в Красную книгу).

Довольно высокими по меркам края были в лесничестве и размеры возможных сборов недревесных лесных ресурсов. Так, на землях лесничества, согласно последнему регламенту [4], возможен ежегодный сбор 1000 т кедровых орехов и до 100 т лещины, из ягод возможны к заготовкам актинидия (30 т), виноград (20 т), брусника, голубика, жимолость и калина (по 10 т), лимонник – 50 т в год. В советский период в 80-90 е гг. объем заготовок диких ягод по району достигал 50 – 100 т ежегодно – весьма значительный показатель и для края в целом.

Кроме того, ресурсы грибов оцениваются в 600 т ежегодно, березового сока в 1500 т, папоротника орляка в 3500 т (что сильно преувеличено, ибо в начале 80х гг. перед резким спадом сборы папоротника здесь лишь немногим превышали 100 т), а черемши в 20 т. Регламент оценивает возможность заготовок лектехсырья для аралии в 80 т, а элеутерококка в 200 т, а шиповника в 10 т ежегодно. В дорыночный период заготовки лексырья по району в целом составляли 10-18 т в год. Сводная табл.1 как раз характеризует лесные ресурсы Дальнереченского района в целом на начало 90х гг.

Таблица 1

Лесосырьевые ресурсы Дальнереченского административного района Приморского края

Район	Площадь, тыс. $км^2$	Лесо-покрытая площадь, млн. га (1993 г.)	Тоже в %%	Запас древесины, млрд. $м^3$ (1993 г.)	Расчётная лесосека, млн. $м^3$	
					1989 г.	1993 г.
Дальнереченский	7,4	0,56	76,6	0,09	0,5	0,4
	Кедровники		Береза белая, млн. га	Береза каменная, млн. га	Липа, млн. га	Клен, тыс. га
	Площадь, млн. га	Запас, млрд. $м^3$				
Дальнереченский	0,2	0,04	0,01	0,05	0,03	0,1
	Запасы ягод		Структуры ягодных		Элеутерококк	
	Млн. га	Тыс. т	запасов	сборов	Млн. га	Тыс. т

Дальнереченский	0,01	0,03	Лимонник	Разные	0,06	0,04
	Население, в % к краевому	Объём лесозаготовок, млн. м^3			Состав сборов лектехсырья	
Дальнереченский	2,5	0,4 (1990 г.)		0,2 (1994 г.)	Элеутерококк, шиповник	

Более того, лесничество располагало 84591 га липняков и 9019 га травостоев, пригодных для производства мёда. При этом мёдопродуктивность лип оценивалась в 250 кг на га, а трав – в 180 кг на га, что являлось очень высоким показателем.

Медоносные ресурсы лесничества позволяли содержать на них 325302 пчелосемьи. 2909 га сенокосов позволяли собирать до 2705 т сена в год. 4814 га были также пригодны для выпаса скота, а 198 га - для выращивания сельхозкультур.

Древесные ресурсы лесничества достаточно велики по меркам края. Промышленные рубки по линии главного пользования на территории бывшего Малиновского лесхоза ведутся давно, но на территории бывшего Дальнереченского лесхоза отсутствовали. Современную величину расчетной лесосеки в Дальнереченском лесничестве характеризует табл.2.

Таблица 2

Расчетная лесосека (ежегодный допустимый объем изъятия древесины) при всех видах рубок (площадь – га, запас – тыс. м^3) по [4]

	Площадь	Запас ликвидный	Запас деловой
Хвойные	2597	85,67	58,07
Твердолиственные	9490	189,01	91,22
Мягколиственные	1629	96,64	61,91
Итого	13716	371,32	211,20

Лесничество располагает достаточно развитой сетью дорог и находится в зоне действия ДВЖД. Впрочем, наличие железной дороги не делает сегодня расположение лесов более выгодным, как было в советское время. В настоящем более выгодным принято считать наличие прямого выхода на экспортные рынки и близость портов для перевалки лесных грузов.

Уровень пожароопасности в лесничестве (табл. 3) не выглядит критическим, однако доля IV класса пожарной опасности для лесов все же достаточно высока.

Таблица 3

Распределение лесного фонда Приморского края по классам природной пожарной опасности лесов на 01.01.2018 г. по [2]

Наименование лесничества	Площадь, га						Средний класс природной пожарной опасности
	Общая	по классам природной пожарной опасности					
		I	II	III	IV	V	
Дальнереченское лесничество	895781	798	42358	438289	378159	36177	3,5

В целом, состояние лесов, лесопокрытая площадь, запасы древесины и её видовой состав, разнообразие и значительные запасы недревесных видов лесных ресурсов и т.д., позволяют рассматривать территорию Дальнереченского лесничества, как весьма

перспективную для лесохозяйственной деятельности. При этом, для достижения в лесничестве состояния рационального лесопользования требуется решение ряда проблем: в первую очередь, по оптимизации характера лесопользования (с учетом потенциала лесов и возможностей его воспроизводства).

Результаты и их обсуждение. Изменение таксационных характеристик лесничества за последние годы приведены в табл.4. Анализ данных табл.4 показывает, что в лесничестве проводятся достаточно интенсивные рубки по линии главного пользования [7]. Действительно, при расчетной лесосеке в 3497,7 тыс. м^3 деловой древесины было вырублено 2158,4 тыс. м^3 в период действия предыдущего лесного плана.

Интенсивность лесозаготовок по лесничеству по нашим расчетам обычно была низкой. В период 1985-94 гг. она составляла 35-54% от среднекраевой (также не слишком высокой). При этом темп снижения запасов древесины составлял менее 5% в расчете на десятилетие.

Однако положение дел внутри самого лесного хозяйства лесничества сегодня явно не благополучно. Достаточно сравнить данные по рубкам ухода, чтобы заметить, что они значительно превышают заявленные действительные потребности в них. При расчетном объеме рубок ухода в 521,6 тыс. м^3 в лесничестве они составляли 646,9 тыс. м^3.

Таблица 4

Изменение таксационных характеристик лесных насаждений по Дальнереченскому лесничеству по [2]

	Покрытая лесом площадь, га	Средний возраст, лет	Средний класс бонитета	Средняя относи-тельная полнота	Средний запас насаждений на 1 га, м^3	
					земель, покрытых лесной растительностью	спелых и перестой-ных
2009 г.	866991	115	III,7	0,49	143,5	149,8
2017 г.	867033	115	III,7	0,50	142,2	148,5
Изменения, +, -	+42	0	0	+0,01	-1,3	-1,3

При этом наиболее интенсивно подвергались «уходу» хвойные леса (более чем вдвое выше заявленных потребностей), а также мягколиственные (примерно в полтора раза). Учитывая высокую долю в лесничестве кедровых и липовых лесов это позволяет сделать определенные выводы о направлениях такого ухода. Ведь недаром эти рубки прежде являлись символом лесохозяйственного дохода.

Масштабы производства лесоматериалов в регионе на фоне края характеризуют табл.5, 6. Из-за неустойчивого спроса на лес в стране, при проявлении кризисных явлений в мире, сокращение производства в лесной промышленности округа не должно удивлять.

К тому же сама доля лесной отрасли в крае закономерно падает. Сказалось как падение производства на фоне ковида, так и общая тенденция уменьшения лесозаготовок из-за истощения наиболее благоприятных мест рубок.

Таблица 5

Производство лесоматериалов необработанных по годам (тыс. плот. куб. метров) [3]

	2018	2020	2022
Приморский край	4602,1	4201,0	3682,8
В т.ч. Дальнереченский городской округ	138,4	157.8	81.4

За рассматриваемый период (2018-2022) в лесничестве отмечается значительное снижение объемов производства лесоматериалов необработанных. При том, что в целом по Приморскому краю, в 2022 г. снижение составило чуть более 20% от уровня 2018 г., а по лесничеству этот показатель был выше: сокращение составило до 40%.

Таблица 6

Производство лесоматериалов, продольно распиленных или расколотых (тыс. куб. метров) по [3]

	2018	2020	2022
Приморский край	584,4	615,8	843,8
В т.ч. Дальнереченский городской округ	48	59,7	55,5

Иная ситуация сложилась с выпуском обработанных материалов (продольно распиленных или расколотых). В 2022 г. отмечается увеличение объемов выпуска этой продукции: в крае – на 144% от уровня 2018 г., а в лесничестве – на 115%. Во многом, такая ситуация сложилась под воздействием спроса на эту продукцию на зарубежных и отечественных рынках лесных товаров.

Выводы

Необходим тщательный ежегодный мониторинг состояния лесных экосистем и, в казалось бы, вполне благополучном лесничестве. В противном случае из-за распространения рыночных отношений на эту сферу мы рискуем уже сейчас лишиться значительной части «легких планеты», а также могут сильно пострадать и медосборы.

А ведь совсем недавно директор бывшего Дальнереченского лесхоза сетовал, что при расчетной лесосеке по главному пользованию в более чем 100 тыс. м^3 на территории лесхоза, желающих осваивать ее не находится вообще. Похоже, желающие все же нашлись. И даже низкая концентрация лесных насаждений в этом случае для них не является преградой.

Благодарность. *Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН ТИГ ДВО РАН (FWMW-2025-0003): «Географические и геополитические факторы в устойчивом развитии территориальных структур хозяйства и населения региональных и локальных уровней Тихоокеанской России».*

Литература

1. Лесной план Приморского края на 2009-2018 гг. Кн. I. – Владивосток-Хабаровск, 2012. – 307 с.
2. Лесной план Приморского края. Т.1. – Владивосток, 2018. – 169 с.
3. Лесопромышленный комплекс Приморья: Сборник с аналитической запиской. Владивосток: Приморскстат, 2023. – 35 с.
4. Лесохозяйственный регламент Дальнереченского лесничества Приморского края. – Хабаровск, 2018. – 164 с.
5. Лесохозяйственный регламент Дальнереченского лесничества Управления лесным хозяйством Приморского края на 2011 – 2019 гг. (с изменениями и дополнениями) – Владивосток, 2011. – 232 с.
6. Стратегия территориальной организации хозяйства Приморского края. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1991. – 260 с.
7. Харитонов А.М. О некоторых региональных особенностях эксплуатации ресурсов древесины в Приморском крае // Геосистемы Северо-Восточной Азии: географические факторы динамики и развития их структур. – Владивосток: ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, 2022. – С. 266-270.

Часть 5.
Материалы Круглого стола: «Творческое наследие академика П.Я. Бакланова и профессора М.Т. Романова в изучении пространственного развития, территориальных социально-экономических структур, геополитических отношений и устойчивого природопользования в Северо-Восточной Азии».

УДК 911.3 (571.6) DOI: 10.35735/9785605515623_281

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ЭКОНОМИКИ РАЙОНА РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ТЕРРИТОРИИ ОПЕРЕЖАЮЩЕГО РАЗВИТИЯ (на примере ТОР «Надеждинская» («Приморье»))

Бакланов П.Я., Романов М.Т., Мошков А.В.,
ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

Аннотация. В работе представлены некоторые разделы работы творческого коллектива под руководством академика П.Я. Бакланова и д.г.н. М.Т. Романова по разработке Плана перспективного развития Территории опережающего развития, расположенной на юге Приморского края. Рассмотрены особенности пространственной структуры экономики муниципального образования, на территории которого размещаются объекты территории опережающего развития (ТОР). Показана функциональная структура ТОР, факторы и механизм её перехода в состояние территории опережающего социально-экономического развития в процессе включения новых элементов хозяйства. На примере ТОР «Надеждинская («Приморье») показаны изменения пространственной структуры муниципального района и наиболее перспективные направления экономического развития поселений на территории опережающего развития.

Ключевые слова: *территория опережающего развития, пространственная структура экономики, направления развития экономики поселений, муниципальные образования*

SPATIAL STRUCTURE OF THE ECONOMY OF THE AREA OF PLACEMENT OF THE TERRITORY OF PREVIOUS DEVELOPMENT (on the example of the «Nadezhdinskaya» («Primorye») Territory)

Baklanov P.Ya., Romanov M.T., Moshkov A.V.,
Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok

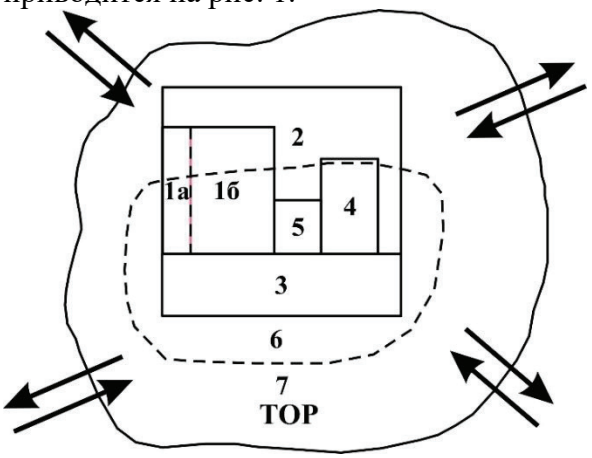
Abstract. The paper presents some sections of the work of a creative team led by Academician P.Ya. Baklanov and Dr. M.T. Romanov on the development of a long-term development plan for the Priority Development Area located in the south of Primorsky Krai. The paper examines the features of the spatial structure of the economy of the municipal formation where the Priority Development Area (PDA) is located. The paper shows the functional structure of the PDA, the factors and mechanisms of its transition to a territory of advanced socio-economic development as new elements of the economy are incorporated. The example of the «Nadezhdinskaya» («Primorye») territory shows changes in the spatial structure of the municipal district and the most promising areas for economic development of settlements in the priority development area.

Keywords*: priority development area, spatial structure of the economy, directions of economic development in settlements, municipalities*

Введение. Специальный Федеральный Закон[21], в котором определены условия, механизмы и правовые основы формирования территорий опережающего социально-экономического развития, с учетом одновременного создания объектов социальной инфраструктуры, был принят в конце 2014 года. В качестве Территорий опережающего развития (ТОР) предлагается выделять небольшие территории с наличием благоприятных условий социально-экономического развития и эффективных инвестиционных проектов. Для реализации последних вводятся значительные организационно-экономические преференции. Благодаря этому ТОРы могут стать «точками роста», способными передать импульс своего социально-экономического развития, в том числе – и пространственного, окружению, району. Теоретические идеи ТОР в целом заложены в теории «полюсов роста» и в методологии специальных, в том числе свободных экономических зон [16, 14]. Опыт формирования первых ТОР в Дальневосточном Федеральном округе показывает, что они включаются в более крупные территориальные и пространственные системы.

В соответствии с ФЗ под ТОР понимается компактная территория размером в несколько км^2, у которой имеются благоприятные географические, социальные, экономические и научно-образовательные условия для развития инновационных и, прежде всего – обрабатывающих, экспортноориентированных видов деятельности и производств.

На такой территории необходимо выделять и оценивать, как реально существующие виды деятельности, проживающее население и социальную инфраструктуру, так и перспективные [3, 4, 15]. При этом ТОР становится территорией опережающего социально-экономического развития (ТОСЭР). Обобщенная структурно-функциональная схема ТОР приводится на рис. 1.



Основные блоки ТОР:
1а – приоритетные существующие виды деятельности;
1б – приоритетные перспективные виды деятельности;
2 – население;
3 – инфраструктура;
4 – социальная сфера;
5 – обслуживающие виды деятельности;
6 – природно-ресурсные компоненты;
7 – окружающая среда территории (ТОР);
⇄ – внешние связи и взаимодействия.

Рис. 1. Основные блоки функциональной структуры территорий опережающего развития. Источник: [3].

По мнению П.Я. Бакланова [3], обобщенная структурно-функциональная схема ТОР остается постоянной, устойчивой, в этом смысле она - инвариантна. При этом предусматривается, что ТОР, как правило, начиная со стадии формирования достаточно тесно увязывается, и даже включается в существующие социально-экономические структуры ближайших поселений, городов, районов. В этой связи ТОР (ТОСЭР) в целом можно рассматривать как относительно целостное звено более крупной территориальной социально-экономической системы (ТСЭС). В качестве таковой выделяется территориальное сочетание поселений, непосредственно связанных с более крупным, центральным, к которому ближе всего тяготеет формируемая ТОР. В эту же ТСЭС включаются существующие

[21] Федеральный закон от 29.12.2014 г. № 473-ФЗ «О территориях опережающего социально-экономического развития в Российской Федерации».

пространственные структуры природопользования, а также и новые, связанные с формированием ТОР. Таким образом, компоненты ТОР, начиная со стадии их формирования, включаются в более крупные и целостные пространственные образования – ТСЭС, в их структурные связи, сопряжения и взаимозависимости [5].

Для компаний-резидентов ТОР Федеральным законом определена обширная система преференций, включая налоговые каникулы резидентам на 10 лет; снижение налогов на прибыль (общая налоговая нагрузка не более 12,2%); таможенные льготы на оборудование, технологии; создание инфраструктуры за счет федеральных и региональных средств; льготное подключение к объектам инфраструктуры; ускоренное оформление; особый режим землепользования и государственного контроля.

Все эти преференции призваны обеспечить большую инвестиционную привлекательность ТОРов – как для российских, так и для иностранных инвесторов. С учетом уникальности экономико-географического и геополитического положения российского Дальнего Востока и его природно-ресурсного потенциала здесь имеются благоприятные возможности и для иностранных инвесторов [15].

Одной из первых (в 2016 г.) Правительством РФ была утверждена многоотраслевая ТОР «Надеждинская» (с 2023 г. «Приморье»), объекты которой расположены на территориях Надеждинского муниципального округа и Артемовского городского округа, в близи города Владивостока. Итоговый документ – План перспективного развития этой ТОР, предусмотренный ФЗ, был разработан большим коллективом сотрудников Тихоокеанского института географии ДВО РАН с участием некоторых специалистов «Приморгражданпроекта» под руководством академика РАН П.Я. Бакланова.

В основу разработки Плана перспективного развития (ППР) ТОР «Надеждинская» («Приморье») нами было положено два принципиально важных теоретических положения [15]. Во-первых, формирование ТОР «Надеждинская» («Приморье») необходимо тесно увязывать с развитием более крупной территориальной социально-экономической системы (ТСЭС), в данном случае - Владивостокской. Так как эта ТОР размещается практически в пригороде Владивостока, формируемые в ее составе производственные и социальные компоненты будут тесно взаимодействовать с компонентами ТСЭС, выделенной для Владивостока – как центрального звена этой системы. Более того – формирование этой ТОР – важнейшая стадия и звено в развитии Владивостокской агломерации (рис. 2). [2, 8-13].

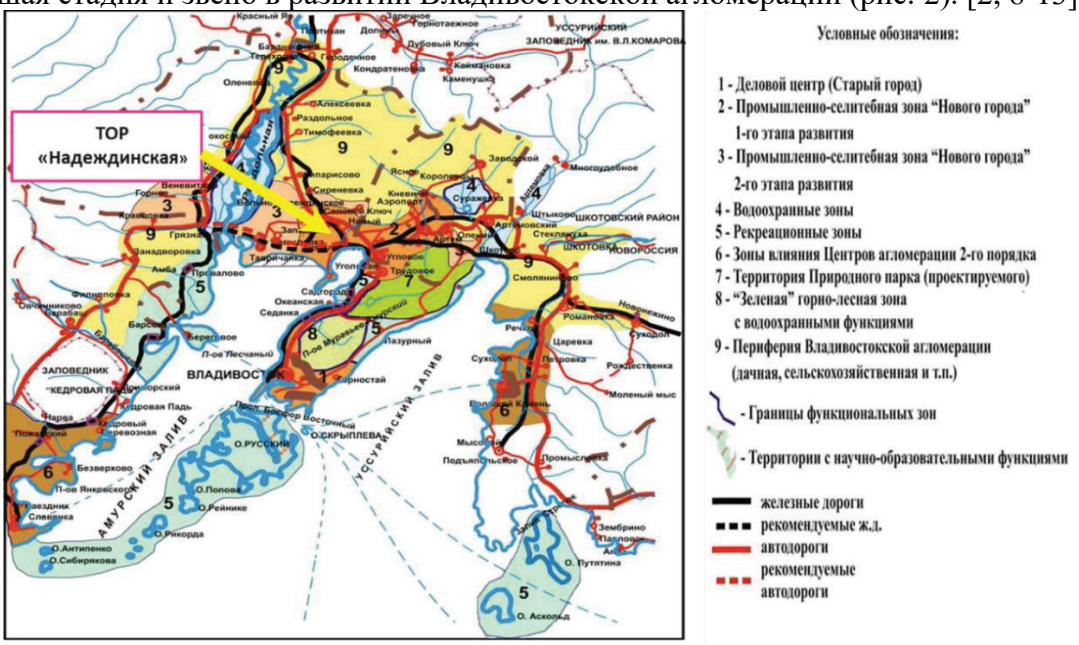
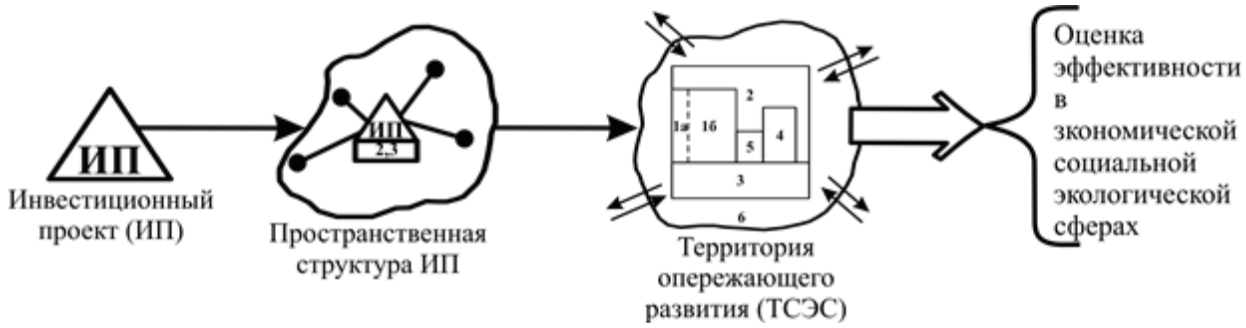


Рис. 2. Функциональное зонирование территории и акватории Владивостокской агломерации
Источник: [17, 18].

Последовательное формирование этой ТОР рассматривается как развитие соответствующей территориальной социально-экономической системы (ТСЭС) с включением в ее структуру целого ряда новых инвестиционных проектов. Для подобных оценок и расчетов использовалась разработанная академиком П.Я. Баклановым модель «включения-исключения» [7] и общий алгоритм подобных оценок**.** Основные стадии этого алгоритма заключаются в следующем. Инвестиционный проект, например, некоторое проектируемое предприятие, на расчетном, модельном уровне развертывается в пространственную линейно-узловую систему с расчетными оценками необходимых ресурсных и потребительских структурных звеньев, населения, мощностей инфраструктуры и выделением звеньев ресурсно-экологической структуры. Затем производится оценка вариантов включения этой модели в структуру, формируемой ТОР и в более крупную ТСЭС. При этом выполняются расчеты эффективности включения в экономической, социальной и экологической сферах (рис. 3).



1 – основные производства;
2 – население;
3 – инфраструктура;
4 – социальная сфера;
5 – обслуживающие производства;
6 – окружающая, в т.ч. природно-ресурсная среда.

Рис. 3. Схема оценки включения инвестиционного проекта в ТОР и соответствующую ТСЭС. Источник: [7].

В работе были представлены детальные социально-экономические характеристики Приморского края и агломерации Владивостока, в структуры которых будет включаться формируемая ТОР «Надеждинская» («Приморье») и ее основные инвестиционные проекты. Оценено уникальное экономико-географическое и транспортно-географическое положение района ТОР «Надеждинская» - его размещение в зоне стыка крупных железнодорожных, морских и автодорожных путей, авиационного узла. Близость (до 200 км) ряда крупных морских портов, а также нескольких наземных транспортных выходов в КНР и КНДР, а также - прибрежное положение самой ТОР «Надеждинская» («Приморье»).

Уникальное географическое положение предопределяет особую роль юга Приморья в реализации стратегических и экономических интересов России в АТР. Важным преимуществом ТОР «Надеждинская» является её положение в системе межгосударственных связей (рис. 4).

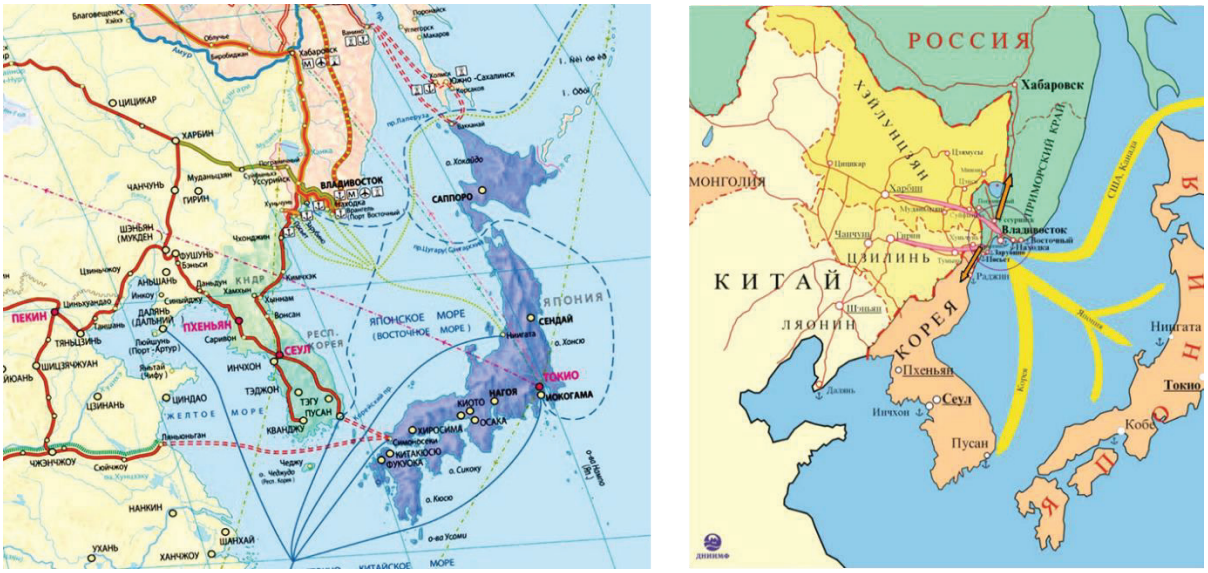


Рис. 4. Положение Владивостока и ТОР «Надеждинская» («Приморье») в системе межгосударственных связей. Источник: [6]

Из проблемных сторон отмечена недостаточная инфраструктурная обустроенность района ТОР, а также – возможная нехватка трудовых ресурсов – несмотря на их определенное наличие в существующих звеньях ТСЭС – в ближайших городах Владивостоке и Артеме, в Надеждинском районе.

На основе анализа существующих Программ социально-экономического развития Дальнего Востока Росси, в т.ч. Приморского края, предварительно были выделены приоритетные виды деятельности в ТОР. Затем были оценены основные факторы их развития, потенциальные региональные и международные рынки (табл. 1).

Таблица 1

Перспективные виды деятельности в ТОР «Надеждинская» и оценка факторов их развития.

Перспективные виды деятельности	Факторы, благоприятствующие развитию перспективных видов деятельности, в т.ч.					
	Природно-ресурсный потенциал	Научно-технический потенциал	Кооперация с хозяйством окружения	Наличие и подготовка профессиональных кадров	Ориентация на местные рынки (в т.ч. - импортозамещение)	Международные связи, в т.ч. экспортная ориентация
Транспортно-логистические	+ (территории)	+ +	+ +	+ +	+ +	++
Производство строительных материалов	+ +	+ +	++	+ +	+ +	+
Пищевая промышленность, в.ч. рыбообработка	+ +	+ +	+	+ +	+ +	++

Легкая промышленность (в т.ч. рабочая одежда)	-	+	+	+	+ +	-
Океаническое машиностроение, в т.ч. производство подводных роботов	-	+ +	+	+ +	+ +	++
Оборудование для марикультуры (в т.ч. комплектное)	++	+ +	+	++	+ +	++
Теплоэнергетика (ТЭЦ на газе)	+ + (газ)	+	++	+	++	-
Глубоководный порт	+ +	+	-	+ +	+ +	++
Автомобильный завод (перенос из Владивостока)	+ (территории)	+	+	+	+ +	+

Примечание. Знаками (- и +) обозначены значимость роли фактора для данного вида деятельности: - отсутствует; + имеется; ++ значительна (т.е. имеется значительный соответствующий потенциал и благоприятные возможности).

Были выделены ряд приоритетных видов деятельности проводился анализ мировых рынков, в основном в АТР. В итоге были выделены основные приоритетные виды деятельности, рекомендуемые в ТОР «Надеждинская» (табл. 2).

Таблица 2

Приоритетные крупные потенциальные резиденты и виды деятельности в ТОР «Надеждинская» («Приморье») (по объемам инвестиций)

№	Потенциальные резиденты	Объем инвестиций, млрд. руб.	Число занятых, чел.
1.	Глубоководный порт	150	500
2.	Кластер по конструированию и производству подводных роботов	65	1500
3.	Автосборочная компания «Соллерс»	40	3000
4.	Автомобильная компания по производству электромобилей	35	2500
5.	Фармацевтическая компания	25	900
6.	Кластер по производству муки, хлебобулочных изделий и полуфабрикатов	20	1500
7.	Кондитерская компания	16	800

8.	Компания по производству комплектного оборудования для марикультуры	15	1200
9.	Биотехнопарк (кластерного типа)	15	950
10.	Крупный транспортно-логистический центр	4,5	1550
11.	Компания по производству строительных конструкций для жилых домов	3,2	420
Итого:		388,7	14 820

Таким образом, было показано высокое социально-экономическое значение ТОР «Надеждинская» («Приморье») как в развитии агломерации Владивостока, так и Приморского края. В то же время эта ТОР инициирует новый импульс пространственного развития также и совокупности муниципальных образований юга Приморского края, в т.ч. Надеждинского муниципального района и части Артемовского городского округа.

Постановка задачи. Социально-экономического развития Надеждинского района и, особенно, в связи с формированием в его пределах Территории опережающего развития (ТОР) «Надеждинская» («Приморье»), обуславливает высокую востребованность земельных ресурсов здесь и, соответственно, - значительное увеличение ее ценности. В связи с этим следует подчеркнуть, что в районе в настоящее время имеется более полусотни тысяч «дачных» (садово-огородных) участков, занимающих более 7 тыс. га. Оценивая такое направление использования все более дорожающих земель, можно констатировать, что оно недостаточно эффективно. Такое использование территории влечет за собой и не всегда разумное использование средств (государственных и личных), личного времени горожан, строительных и прочих материалов, горючего и т.д.

Поэтому более выигрышным вариантом использования свободных территорий под застройку объектов производства и инфраструктуры ТОР, строительство жилых комплексов, в т.ч. для занятых на предприятиях ТОР.

В перспективе, в процессе реализации проектов ТОР в Надеждинском районе и в Артемовском городском округе будет более активно развиваться массовое производственное и жилищное строительство, которые, в тоже время, находятся в пределах зоны влияния Владивостока. Подобный строительный «бум» явится мощным импульсом нового и масштабного социально-экономического развития муниципального района и городского округа. Здесь имеются достаточные территориальные ресурсы и местная строительная база, в т.ч. производство разнообразных строительных материалов.

Размещение на этой территории объектов ТОР и жилых комплексов позволяет успешнее решать совокупность социально-экономических проблем:

1) улучшение демографической ситуации в районе за счет привлечения активного населения трудоспособного возраста, закрепление его в населенных пунктах района, благодаря чему не только сохраняется социальная инфраструктура (школы, объекты здравоохранения, клубы, узлы связи), но и создаются предпосылки для их дальнейшего развития;

2) жилищного и промышленного строительства за счет создания новых селитебных зон и новых промышленных площадок;

3) обеспечение занятости населения, повышение доходов работников организаций и в целом уровня жизни жителей юга Приморского края.

Таким образом, существенно изменится существующая отраслевая и пространственная структура хозяйственного развития Надеждинского муниципального района (рис. 5).

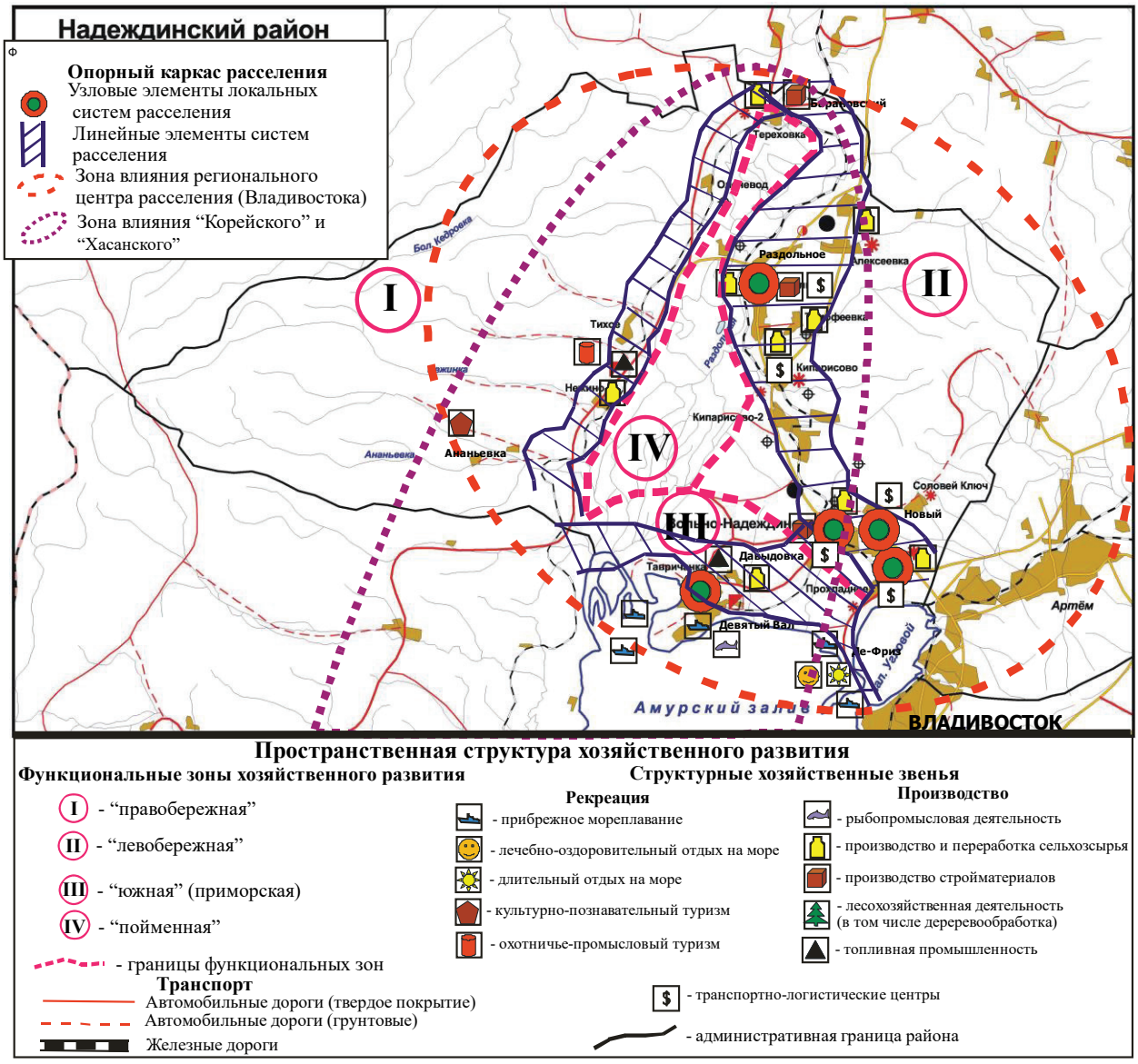


Рис. 5. Пространственная структура хозяйственного развития Надеждинского района (на начало формирования объектов ТОР, 2016 г.).

В зоне этих осей развития будет расположена подавляющая часть населенных пунктов района.

Отраслевая структура хозяйства при активном варианте развития претерпит изменения за счет:

1. модернизации наиболее перспективных в новых условиях из ныне существующих производств и сфер услуг;
2. создания ряда новых производств (преимущественно на новой оси развития) в сфере переработки сельхозсырья, древесины (с учетом транзитного положения района под Владивостоком), стройиндустрии, высокотехнологичных отраслей на основе экологичного лектехсырья и пищевых ресурсов леса и моря, морехозяйственных структур, транспортно-логистических комплексов.

Перечень перспективных производственных, инфраструктурных объектов, необходимых для реализации ***активного сценария*** развития экономики Надеждинского района.

Комплекс административных, торговых, офисных, гостиничных и прочих инфраструктурных объектов, объектов отдыха и развлечения в административном центре

района - с. Вольно-Надеждинское и в п. Новый, учитывая их выгодное (и современное, и, тем более, перспективное) транспортно-географическое положение, сравнительно большую численность населения и развитую хозяйственную структуру, наличие свободных земель для дальнейшего развития, в т.ч. жилищной и промышленной застройки. Совокупная площадь этих поселков и пространство между ними благоприятны для формирования в будущем центра крупного города по следующим критериям:

- ♦ по условиям рельефа, в том числе по наличию свободных от застройки и достаточно значительных по площади земель;
- ♦ по выгодности транспортно-географического положения вблизи пересечения участка железной дороги «Владивосток – Уссурийск» и автодороги «Владивосток-Уссурийск-Хабаровск», а также близкого расположения крупного экономического центра (г. Владивостока), аэропорта (г. Артём) и международных морских портов Владивостока, Зарубино, Посьета.

Сооружение системы обеспечения собственных потребностей (с учетом перспектив развития) и потребностей Владивостока в питьевой и технической воде на основе подземных и поверхностных вод.

Создание современной сети очистных сооружений (в том числе, локальных) для административно-экономического центра района с учетом перспектив его развития.

4. Строительство завода строительных конструкций для производства деревянных конструкций и заготовок для планируемого массового жилищного строительства.

5. В с. Раздольное - строительство предприятия по производству строительных материалов с мощностями в расчете на потребности собственного района, а также частично для Владивостока, Артёма, Уссурийска, Хасанского районов в стеновых материалах и нерудных строительных материалах.

6. Создание комплекса пищевых предприятий, продукция которых предназначена для потребителей юга Приморского края.

- ♦ в п. Новом имеются условия строительства предприятия по производству мясопродуктов для рынков городов Владивостока, Артема, Уссурийска (ориентированное, прежде всего, на глубокую переработку сырья – мясные полуфабрикаты, колбасные изделия, консервы и пр.) на основе сырья сельскохозяйственных предприятий, фермерских хозяйств Надеждинского района.
- ♦ в п. Девятый Вал и Тавричанка возможно создание рыбоперерабатывающего цеха на базе сырья рыболовецких и марикультурных хозяйств;
- ♦ в с. Тереховка – строительство современного завода по производству пищевой продукции из недревесных ресурсов тайги - грибов, плодов, ягод (муниципальный или частный);
- ♦ в с. Вольно-Надеждинское и с. Раздольное – строительство современного плодо-овощеконсервного завода (муниципального или частного) с мощностями, рассчитанными на собственное сырье;
- ♦ в п. Кипарисово – современный стекольный завод для производства стеклянной тары (муниципальный или частный).

7. В пределах административно-экономического центра Надеждинского района сформировать зону высоких наукоемких технологий в виде единой площадки с хорошим инфраструктурным обустройством и на ней разместить несколько небольших предприятий по производству наукоемкой продукции на основе разработок дальневосточных ученых (особо прочные покрытия, микроэлементы, биологически активные добавки и т.п.).

8. Из высокотехнологичных предприятий важное место в административно-экономическом центре должны занимать также пищевые предприятия.

В их числе, в частности, могут быть построены:

- в с. Вольно-Надеждинское – завод (или несколько малых предприятий) новых видов экологически чистой пищевой продукции с биологически активными добавками;
- в с. Вольно-Надеждинском и Новом – заводов по производству пищевых продуктов по разработкам ТГЭУ, Дальрыбвтуза и др. в т.ч. многокомпонентных пищевых эмульсий с биологически активными добавками (обезжиренная соевая мука и добавки из молок кеты, соков приморского винограда и лимонника китайского и др.); майонезных кремов с низким содержанием растительного масла и введением сока рябины черноплодной, лимонника китайского, облепихи, модифицированного крахмала и сухого молока, аскорбиновой кислоты, каротина, микроэлементов; разнообразной пищевой рыбной продукции (консервы, пресервы, полуфабрикаты) из местного и привозного сырья; и др.
- В п. Тавричанка и п. Девятый Вал – производство на основе новых технологий высококачественных консервов из морских объектов промысла дальневосточного региона (разработки ТИНРО-центра, ДВФУ, ДальрыбВТУЗа,).
- В п. Девятый Вал – завод по производству новых препаратов биологически активных веществ и лечебно-профилактических добавок к пище с использованием морских бурых водорослей, побочной рыбной продукции (сердце, печень, молоки и т.п.), отходов переработки промысловых видов рыб и беспозвоночных (на основе разработок ТИНРО-центра).

9. В числе прочих современных производств, создаваемых здесь, должны быть:

- в населенных пунктах, где предполагается организация туристско-рекреационной деятельности (села Вольно-Надеждинское, Раздольное, Тавричанка, Де-Фриз и др.) необходимо создать несколько небольших современных, в т.ч. частных предприятий сферы услуг;
- в с. Кипарисово целесообразно восстановить производство стеклянной тары для пищевых предприятий района и края;
- в с. Раздольное восстановить производство по пошиву одежды (на основе кооперации с Приморскими или зарубежными партнерами), но на современной технологической основе, с ориентацией на потребительский рынок Владивостока, Артема, Уссурийска и других городов и районов края;
- на ст. Барановская и с. Раздольное расширить производство строительных материалов: грубой керамики, кирпично-черепичных изделий, на современной технологической основе с ориентацией на кардинальное увеличение строительных работ в районе и в целом на юге Приморского края.

10. В окрестностях с. Ананьевка создать туристический комплекс, включающий этнографический музей-заповедник. Комплекс зданий турцентра - для размещения туристических объектов – небольшой гостиницы, ресторана, прочих небольших объектов отдыха и развлечения.

11. Крупный транспортно-логистический комплекс в районе с. Вольно-Надеждинское (или ст. Амурский залив, ст. Совхозная, п. Нового), для обеспечения потребностей портов Владивостока (испытывающего дефицит земельных ресурсов) в складских помещениях.

12. Развитие деревообработки в сёлах Вольно-Надеждинское, Тереховка, Раздольное и др. (преимущественно на привозном сырье), которые должны обеспечить потребности строительных компаний на территории района деревянными строительными деталями и материалами для строительства новых объектов производственного назначения и индивидуальных домов.

Для организации мониторинга изменений в отраслевой и пространственной структуре муниципального района, на наш взгляд, целесообразно использовать, предложенный Л.И. Авдотьиным и А.В. Кочетковым [1] методику формирования организационно-экономического механизма управления развитием территорий (городов и систем населенных мест), с корректировкой в соответствии с современными реалиями рыночной экономики, ролью и

местом власти в системе регулирования экономической среды в пределах территории.

Повышение эффективности использования и бюджетной отдачи экономических ресурсов территории можно обеспечить за счет:

- ♦ людских и предпринимательских ресурсов;
- ♦ морских биоресурсов, минерально-сырьевых, водных, рекреационных и территориальных ресурсов;
- ♦ привлечение научно-технических и инновационных ресурсов;
- ♦ рационального управления муниципальным имуществом;
- ♦ рационального управления денежно-финансовыми ресурсами бюджета и внебюджетными фондами;
- ♦ содействия развитию пространственной инфраструктуры и аква-территориальных контактных зон в пределах территории;
- ♦ развития социальной сферы и воспроизводства общественных благ, привлечение инвестиций (в т.ч. иностранных).

Для организации мониторинга ситуации на территории ТОР необходимо разработать систему показателей, анализ которых позволит обеспечить раннее предупреждение об отсутствии желательных результатов, возможность территориальным органам управления определять необходимые действия, устанавливать приоритеты, направлять необходимые ресурсы на решение возникающих проблем. Можно предложить следующую систему индикаторов развития ТОР: экономическое развитие, окружающая среда, развитие домашних хозяйств, использование земли, развитие городской инфраструктуры (табл. 3).

Таблица 3

Система индикаторов социально-экономического развития ТОР «Надеждинская» («Приморье») в муниципальном образовании Надеждинский район

Экономическое развитие:		
Результаты		*Индикаторы*
1. Динамика объемов производства товаров и услуг		1. Объем производства товаров и услуг в промышленности, с/х, строительстве, транспорте.
2. Рост, расширение и стабилизация бизнеса, создание новых секторов занятости		2. Новые предприятия, сектора занятости. 3. Новые рабочие места, созданные новыми секторами занятости. 4. Рентабельность производств, доходы предприятий.
3. Создание рабочих мест в базовых отраслях экономики		5. Занятость в отраслях, экспортирующих товары и услуги за пределы территории.
4. Увеличение заработной платы.		6. Реальная заработная плата. 7. Доля населения за чертой бедности.
5. Увеличение образовательного уровня		8. Образовательный уровень взрослого населения. 9. Количество получивших среднее образование.
6. Возросшие социальные возможности		10. Темпы роста жилищного строительства. 11. Процент населения, нуждающегося в улучшении жилищных условий.
Окружающая среда:		
Результаты		*Индикаторы*
7. Защита и увеличение биоразнообразия природных экосистем		12. Площадь, занятая под лесопарковыми насаждениями, прирост таких площадей.

8. Снижение уровня загрязненности воздушной среды		13. Качество воздушной среды.
9. Улучшение качества воды и ее количества		14. Качество поверхностных и подземных вод. 15. Уровень очистки сточных вод. 16. Потребление воды. 17. Изменение уровня почвенных вод.
10. Защита от эрозии почв		18. Изменение площади эродированных территорий.
11. Сохранение разнообразия живой природы		19. Видовое разнообразие растений и животного мира в парковой зоне территории.
12. Увеличение запасов рыбных и нерыбных водных биологических ресурсов		20. Изменения в численности популяций, и объемов воспроизводства
13. Снижение уровня шумности		21. Превышение уровня шумности автомобильного, железнодорожного и авиационного транспорта, производственных зданий и сооружений.
14. Увеличение повторного использования в производстве пищевых и промышленных отходов (для откорма животных)		22. Количество переработанных отходов на душу населения.
Развитие домашних хозяйств:		
Результаты		*Индикаторы*
15. Рост доходов домашних хозяйств и уменьшение бедности		23. Средний доход домашних хозяйств: район, сравнение с краем, Россией.
16. Обеспечение достойного уровня и качества жизни		24. Спрос и предложение на индивидуальное (коттеджное) строительство. 25. Доля доходов, израсходованных на оплату услуг ЖКХ. 26. Тенденция в росте расходов домашних хозяйств в сравнении с доходами. 27. Очередь на получение муниципального жилья. 28. Общественные (бюджетные) средства, потраченные на обеспечение муниципальным жильем малоимущих. 29. Количество реконструированного жилья взамен обветшавшего. 30. Общественные средства, направленные на материальную поддержку малоимущих.
17. Развитие возможностей роста имущества домашних хозяйств		31. Имущество физических лиц на одного жителя.
Использование земли:		
Результаты		*Индикаторы*
18. Повышение эффективности использования земли		32. Валовой продукт (или совокупность продукции промышленности, сельского хозяйства, транспорта, строительства) с единицы площади.

		33. Необрабатываемые площади пашен – их рост или снижение. 34. Отношение потребления земли к приросту населения. 35. Отношение достигнутой плотности населения к предельной.
19. Развитие лесопарковой и рекреационной зон		36. Площади зеленых зон вокруг населенных пунктов. 37. Средний размер площади земли в домашнем хозяйстве в пригороде.
Инфраструктура:		
Результаты		*Индикаторы*
20. Увеличение пропускной способности автомагистралей		38. Доля высококатегорийных дорог в общей протяженности автодорог 39. Средняя скорость движения по центральной автодороге (магистрали). 40. Длина дорог, переулков, мостов, требующих капитального ремонта, поддержания и замены. Затраты на эти цели.
21. Наращивание информационной доступности		41. Уровень телекоммуникации (сотовой связи и доступного интернета). 42. Количество лиц, имеющих доступ к интернету
22. Наращивание транспортной доступности		43. Количество автобусных маршрутов. 44. Количество автотранспортных средств в личном пользовании.
23. Повышение конкурентоспособности транспортной системы территории		45. Тарифы на транспортировку, переработку и хранение коммерческих грузов по сравнению с другими территориями и соседними странами.
24. Развитие и совершенствование ЖКХ		46. Количество котельных, трубопроводов, требующих капитального ремонта. 47. Количество жилых домов, требующих капитального ремонта.
25. Наращивание обеспеченности общественным благом		48. Количество мест в общеобразовательных школах. 49. Обеспеченность населения услугами больниц, поликлиник, учреждений культуры.

Составлено по: [1].

Предлагаемый механизм включения новых производств в пространственную структуру экономики района представляет собой совокупность взаимосвязанных и непротиворечивых мер, а также эталонных индикаторов развития, обеспечивающих скоординированное по участникам, во времени и пространстве реализации проектов ТОР на территории муниципального Надеждинского района и Артемовского городского округа Приморского края.

Заключение

В основу решения задачи по разработке Плана перспективного развития ТОР «Надеждинская» («Приморье») были положены результаты исследований академика П.Я.

Бакланова, д.г.н. М.Т. Романова и других членов творческого коллектива лаборатории Территориально-хозяйственных структур ТИГ ДВО РАН. В первую очередь, исследования состава и структуры ТОР, функциональное зонирование территории размещения его объектов, экономико-географических факторов развития и т.д.

Главной особенностью пространственного развития структуры экономики Надеждинского района в ходе реализации проектов ТОР «Надеждинская» («Приморье») стала выход экономики Надеждинского района и Артемовского городского округа на новый количественно-качественный уровень социально-экономического развития за счет организации новых и модернизации существующих обрабатывающих производств, транспортно-логистических комплексов, туризма и рекреации и т.д.

Для эффективного выполнения функций муниципальные образования должны иметь значительный собственный потенциал – экономический, демографический, инфраструктурный, культурный и пр. В силу выгод экономико-географического, транспортно-географического положения этот потенциал в Надеждинском районе в новых условиях должен и может развиваться быстрее, чем в других районах, не имеющих таких выгод местоположения (относительно Владивостока, Японского моря, сопредельных стран и др.). В противном случае он не сможет активно включиться в выполнение таких важных функций, как удовлетворение потребностей промышленных центров юга и юго-запада Приморского края в транспортно-логистических услугах, выпуске продукции агропромышленного производств и строительного комплекса.

Благодарность. *Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН ТИГ ДВО РАН (FWMW-2025-0003): «Географические и геополитические факторы в устойчивом развитии территориальных структур хозяйства и населения региональных и локальных уровней Тихоокеанской России».*

Литература

1. Авдотьин Л.Н., Кочетков А.В. Проблемы социально-экономического развития и управления региональными системами. Сборник трудов. Вып. 10. – М.: ВНИИСИ, 1998. – С. 35-55.
2. Бакланов, П.Я. Дальневосточный регион России: проблемы и предпосылки устойчивого развития. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 144 с.
3. Бакланов П.Я. Территории опережающего развития // Региональные исследования, 2014. – №3(45). – С. 12-19.
4. Бакланов П.Я. Территориальные социально-экономические системы в региональном развитии // Известия РАН. Серия географ., 2017. – №4. – С.7-16.
5. Бакланов П.Я. Геосистемный подход в географических исследованиях // Тихоокеанская география, 2020. №1. С.7-12.
6. Бакланов П.Я. Геополитические факторы в региональном развитии // Таможенная политика России на Дальнем Востоке. 2020. – №4(93). – С.75-83.
7. Бакланов, П.Я. Пространственные структуры и территориальные системы в региональном развитии. Избранное / П.Я. Бакланов; Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения Российской академии наук. – Владивосток, 2024. – 464 с.
8. Бакланов П.Я., Авдеев Ю.А., Романов М.Т. Новый этап в развитии Владивостока и его агломерации // Территория новых возможностей // Вестник ВГУЭС. 2017. – №3. – С. 27-43.
9. Бакланов П.Я., Мошков А.В. Городская агломерация как интегральная урбанизированная геосистема // Тихоокеанская география. 2022. – № 4. – С. 29–37.

10. Бакланов П.Я., Романов М.Т., Мошков А.В., Созинов В.А., Ларин В.Л. Приморский край: основные положения концепции и стратегии развития. – Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2000. – 79 с.

11. Большой Владивосток. Концепция экономического развития Южного Приморья. /Подготовлена Координационной группой Владивостокского городского Совета народных депутатов в 1991 г. – Владивосток, 1991. – 40 с.

12. Крылов, П.М. Концепция выделения Владивостокской агломерации и территориального планирования // Проблемы регионального развития России: глава в колл. Монографии / отв. ред. В.М. Котляков, В.Н. Стрелецкий, О.Б., Глезер, С.Г. Сафонов. – М.: Издательский дом «Кодекс», 2016. С. 619-634.

13. Мошков А.В. Территориально-отраслевая структура Южно-Приморского индустриального округа. (2024). Региональные исследования. – 2 (76). – С. 78-89.

14. Поляризация российского пространства: экономико-, социально- и культурно-географические аспекты /Отв. ред. В.И. Стрелецкий. – М.: ИП Матушкина И.И., 2018. – 416 с.

15. Пространственное развитие Тихоокеанской России: структурные особенности, факторы, основные направления / кол. авторов; под ред. академика РАН, д.г.н. П.Я. Бакланова и д.г.н. А.В. Мошкова. – Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2023. – 449с.

16. Региональная политика: зарубежный опыт и российские реалии / Под ред. А.В. Кузнецова, О.В. Кузнецовой. – М.: ИМЭМО РАН, 2015. – 137с.

17. Романов, М.Т. Территориальное устройство хозяйства и населения на российском Дальнем Востоке. – Владивосток: Дальнаука, 2004. – 232с.

18. Романов, М.Т. Территориальная организация хозяйства слабоосвоенных регионов России. – Владивосток: Дальнаука, 2009. – 318 с.

УДК 911.3 DOI: 10.35735/9785605515623_296

ИСХОДНЫЕ ПРИНЦИПЫ ИЕРАРХИЧНОСТИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

Ушаков Е. А.,
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владвиосток

Аннотация: В статье раскрывается тема, связанная с рассмотрением вопросов иерархичности социально-экономического районирования. Выделены ее уровни – макрорегионы, мезорайоны, микрорайоны и локальный. Указаны основные современные тенденции и направления изучения критериев современного экономического районирования. Отмечены основные проблемы, связанные с определением границ экономических районов.

Ключевые слова: *социально-экономическое районирование, иерархичность, специализация, социально-экономические связи, границы, опорные населенные пункты.*

BASIC PRINCIPLES OF HIERARCHY SOCIO-ECONOMIC ZONING

Ushakov E. A.,
Pacific Geographical Institute FEB RAS

Abstract: This article explores the hierarchical of socioeconomic zoning. It identifies levels—macroregions, mesoregions, microregions, and local levels. Key current trends and areas of research into the criteria for modern economic zoning are outlined. The key challenges associated with defining the boundaries of economic regions are highlighted.

Key words: socio-economic zoning, hierarchy, specialization, socio-economic ties, borders, key settlements.

Введение. Экономическое районирование зарождалось и развивалось в России и СССР для решения практических задач комплексного освоения и развития огромного и географически весьма дифференцированного пространства страны [2]. В результате выделялись административные территории, которые часто являются целостными природно-хозяйственными системами. Н. Н. Колосовский отмечал тесные связи взаимообусловленности экономического районирования с административно-территориальным делением страны [9]. Как считается, на этом принципе образуется эффективная взаимосвязанная система территориальных сочетаний природных и социально-экономических факторов развития экономики района, которая должна обеспечивать максимальную производительность труда, с учетом конкурентных преимуществ территорий. Отсюда прямая связь районообразования со специализацией экономических районов [22].

Необходимо учитывать транспортную взаимосвязанность районов. Транспортная инфраструктура обеспечивает взаимодействие района с соседними районами. Таким образом, через транспортные сети проходит внешнее социально-экономическое взаимодействие с другими районами, в т. ч. с целью экспорта товаров и услуг, которые определяют специализацию района.

Также следует иметь в виду иные факторы экономического районирования – положительные стороны и лимитирующие факторы ЭГП, характеристика природно-климатических условий, особенности исторического развития (обуславливает устойчивость социально-экономических связей), национальный признак для ряда территории и другие специфические факторы.

Тематике различных особенностей экономического районирования (проблемы выделения критериев границ, роль экономико-географических факторов в развитии районов, различные сетки) посвящено много исследований и публикации российских экономико-географов и экономистов [5,7-9,13, 15-20, 23 и др.]. Отдельно необходимо выделить работы, посвященные изучению элементам территориальным социально-экономическим и природно-хозяйственным системам, промышленным узлам, которые важны для экономического районирования [1, 3, 12, 14, 21 и др.]. Особую роль для экономического районирования имеют исследования и опубликованные работы, связанные с изучением экономического районирования на низовом уровне, в т. ч. теоретические аспекты [2-4,6,10,11, 14 и др.].

Материалы и методы. Использовался метод экономико-географического анализа, сравнительно-описательский, сравнительно-географический, синтеза, пространственного анализа, районирования, системного подхода.

Результаты и их обсуждение. Одной из основ социально-экономического районирования выступает ступенчатость границ, представляя из себя сочетание районов с их свойствами внутри иерархии территории. По мере перехода районирования на более нижние ступени происходит меньшее влияние локальных границ в отличие от границ более высокого уровня. Особенно такая иерархия показана на границах, устанавливаемых человеком. Это прежде всего политические границы – административные. А также это заметно на примере других границ – экономических, социальных. Фактически общая характеристика любой территории суммируется из всех ее районов, находящихся на более низком дробном уровне, а внутри этих районов есть свои отличительные характеристики, которые могут значительно отличаться от качеств и свойств всего района. Каждый из этих уровней носит свою характеристику. Основой районирования является территория с ее определенными свойствами, населенные пункты и инфраструктура, которые объединяют в себе взаимодополняющие характеристики. Все это может быть одним из основных главных критериев районирования.

Необходимо выделить несколько уровней районирования:

Макроуровень – это сумма всех районов, которые за счет общего сходства в специализации, различных социально-экономических связей, сочетание природных ресурсов и факторов развития создают определенный макрорегион из нескольких субъектов, образуя целостный экономический район.

Мезорайон – образуется за счет большой группы муниципальных районов или одного-двух субъектов РФ со схожей специализаций, социально-экономическими связями и факторами развития.

Микроуровень – уровень экономического районирования, который включает в себя небольшую территорию на муниципальном административно-территориальном уровне. Микрорайоны состоят от социально-экономически взаимосвязанных между собой населенных пунктов одного муниципального района или нескольких муниципальных районов. Они отличаются схожими факторами развития, специализацией, формированием общего локального рынка или тесными социально-экономическими связями между собой.

Локальный – выделяется в качестве населенного пункта с ближайшей территорией. Характеризуется определенной специализацией, узконаправленными факторами развития и особенностями социально-экономическими связями с внешними территориями. Наиболее простая в выделении территориальная единица, которая начинает образовывать иерархию экономического районирования снизу (рис. 1).

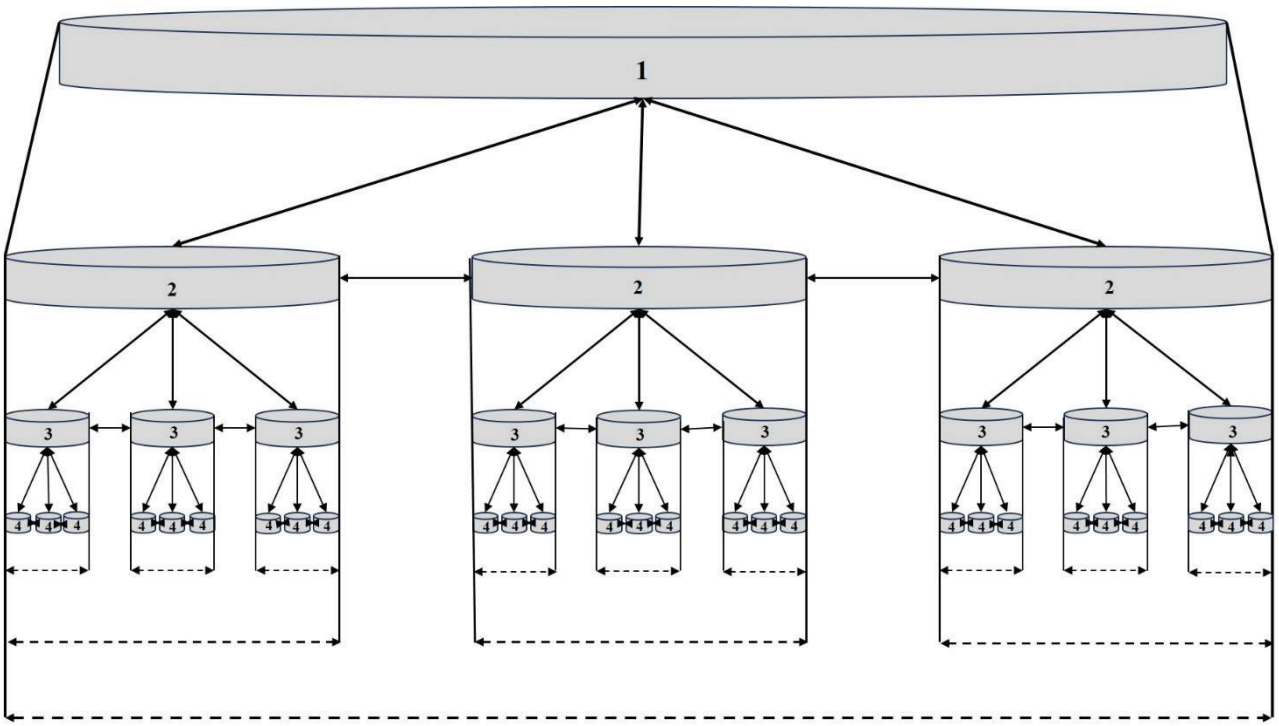


Рис. 1. Иерархичность экономического районирования: 1 – макрорайон; 2- мезорайон; 3 – микрорайон; 4 – локальный.

Иерархичность экономического районирования представляет из себя наиболее сложный комплексный уровень оценки территории с выделением районов структурного уровня (от нижнего уровня к верхнему). Одна из проблем заключается в том, что большие социально-экономические районы имеют большую внутреннюю дифференциацию. И эта дифференциация формируется за счет сочетания различных факторов. Эти факторы формируются по-разному на каждой отдельной территории. В результате этого внутри района образуются более сложные социально-экономические связи. В целом необходимо отметить ряд сложностей экономического районирования:

Основной проблемой районирования является наличие главной специализации. Одни районы полноценно выделяются за счет определенной специализации. Другие районы могут иметь более диверсифицированную структуру экономики со схожими отраслями. Эта проблема связана с тем, что специализация определенных территории связана с одним предприятием или несколькими ведущими предприятиями. Но в подавляющем большинстве других населенных пунктов действует другая специализация (как правило сельское хозяйство). Это касается районирования на локальном и микроуровне. На большом уровне районирования (макро- или мезорайон) специализация имеет больше условный вид или сочетается из нескольких видов деятельности. Тем ниже уровень районирования, чем оценка специализации становится проще за счет меньшего наличия различных видов деятельности на меньшей территории.

Формирование опорных населенных пунктов для экономического районирования в последние годы становится все более актуальнее. В качестве опорных населенных пунктов могут выступать большие или крупные города, которые в условиях рыночной экономики играют важную роль, стягивая весь основной социально-экономический потенциал территорий на себя. Они образуют определенные зоны влияния на ближайшие муниципалитеты и населённые пункты, образуя тем самым целый большой экономический микрорайон со своими особенностями развития и специализацией для пригородных территорий (прежде всего, развитие сферы услуг и оптовой торговли). В других случаях на микроуровне специализация небольших по численности населения и экономической

деятельности опорных населенных пунктов также может определять в большинстве случаев специализацию выделяемых экономических микрорайонов.

Нечеткость определения границ связано с тем, что определенные районы сложно проводить по административным границам. На примере, это касается границ, связанных с влиянием ядра агломерации или какого-либо большого города. Поскольку влияние может оказывать лишь на небольшую территорию района, но статистически этот эффект будет основным для развития данного района. В качестве других проблем определения границ можно отнести экономическое районирование на верхнем уровне, когда границы макрорегиона или мезорайона легче проводить не по субъекту РФ (как принято), а по административным границам муниципальных районов. Возникают вопросы, связанные с возможностью проведения районирования на муниципальном уровне, когда выделяются пограничные микрорайоны для проведения границы экономического района более высшего уровня. Также часто проявляются проблемы установления границ, связанные с тем, что в ряде случаев более логично проводить границы по физико-географическим особенностям.

Заключение

Любое районирование начинается с локального уровня, который включает в себя территорию, на которой расположен населенный пункт и его инфраструктура. В свою очередь, этот компонент локального уровня имеет свои качества и взаимодействие с внешней территорией. Благодаря чему образуется вышестоящий уровень (микрорайон), который образует более сложную цепочку взаимодействия факторов, и при переходе на следующие уровни (мезорайоны и макрорегионы) эта цепочка социально-экономических связей и взаимодействия различных факторов еще более усложняется.

Фактически иерархия экономического районирования — это суммирование социально-экономической характеристики и связей, потенциала и факторов развития территориальных экономических единиц более нижнего ранга. Чем выше уровень районирования, чем сложнее характеристика и социально-экономические связи выделяемого экономического района. Верхний уровень представляет более сложный комплекс формирования района с большими внутренними с внешними взаимосвязями. Локальный уровень районирования более прост в распределении районов и обладает более простыми социально-экономическими связями. Для определения границ экономических районов высшего ранга (макрорегионы) необходимо проводить анализ нижестоящих экономических районов (мезорайоны, микрорайоны, локальный уровень).

Благодарности. *Исследование выполнено при поддержке Минобрнауки РФ в рамках государственного задания: «Географические и геополитические факторы в устойчивом развитии территориальных структур хозяйства и населения региональных и локальных уровней Тихоокеанской России (FWMW-2025-0003)»*

Литература

1. Бабурин В. Л. Развитие территориальных природно-хозяйственных систем как основы экономики // Вестник Московского университета. Серия 5. География. — 2012. — №5. — С. 5-13.

2. Бакланов П. Я. Новые факторы и предпосылки экономического районирования России // Вестник Московского университета. Серия 5. География. — 2024. — №2. — С. 5-18.

3. Бакланов П. Я. Пространственные структуры и территориальные системы в региональном развитии. — Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2024. — 464 с.

4. Бакланов П. Я. Структуризация территориальных социально-экономических систем // Вестник Московского университета. Серия 5. География. — 2013. — №6. — С. 3-8.

5. Бакланов П. Я. Теорема об экономическом районировании // Материалы XIV совещания географов Сибири и Дальнего Востока. — Владивосток: Дальнаука, 2011. — С. 10-11.

6. Бакланов П. Я., Севостьянов В. Н., Спектор И. Р. Дробное экономическое районирование восточной зоны влияния БАМ (концепция и методика) // Известия АН СССР. Серия географическая. — 1978. — №6. — С. 65-79.

7. Бланца В. И. Социально-экономическое районирование: постсоветские тренды и альтернативная перспектива // Известия Российской академии наук. Серия географическая. — 2018. — №6. — С. 7-16.

8. Демьяненко А. Н. Экономическое районирование: вопросы теории и истории. — Хабаровск: КГУП: «Хабаровская краевая типография, 2010. — 224 с.

9. Колосовский Н.Н. Избранные труды. — Смоленск: Ойкумена, 2006. — 336 с.

10. Лейзерович Е. Е. Экономические микрорайоны России (сетка и типология). — М.: Трилобит, 2004. —128 с.

11. Медведкова Э. А. Развитие идей дробного экономического районирования Сибири (к 100-летию В. А. Кротова) // География и природные ресурсы. — 2005. — №3. — С. 146-151.

12. Мошков А. В. Структурные изменения в региональных территориально-отраслевых системах промышленности российского Дальнего Востока. — Владивосток: Дальнаука, 2008. — 268 с.

13. Пилясов А. Н. Контуры новой теории экономического районирования России (основные элементы) // Современная регионалистика: структура, проблемы, перспективы. — Санкт-Петербург: СПбГЭУ, 2013. — С. 31-44.

14. Пространственное развитие Тихоокеанской России: структурные особенности, факторы основные направления. Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2023. 449 с.

15. Родоман Б. Б. География, районирование, картоиды. — Смоленск: Ойкумена, 2007. — 368 с.

16. Романов М. Т. Проблемы экономического районирования и административно-территориального устройства России в новых условиях // Известия РАН. Серия географическая. — 2006. — №3. — С. 57-66.

17. Смирнягин Л. В. Узловые вопросы районирования // Известия РАН. Серия географическая. — 2005. — №1. — С. 5-16.

18. Социально-экономическая география: традиции и современность. —Москва-Смоленск: Ойкумена, 2009. —347 с.

19. Социально-экономическая география в России. — Владивосток: Дальнаука, 2016. — 326 с.

20. Теория социально-экономической географии: современное состояние и перспективы развития. — Ростов-на-Дону: ЮФУ. 2010. — 476 с.

21. Тихоокеанская Россия: страницы прошлого, настоящего, будущего. — Владивосток: Дальнаука, 2012. — 406 с.

22. Ушаков Е. А. Влияние изменения административных границ на социально-экономическое развитие регионов востока России. Дисс. … . канд. географ. наук. — Иркутск: ИГ СО РАН, 2022. — 207 с.

23. Шувалов В. Е. Районирование в российской социально-экономической географии: современное состояние и направления развития // Региональные исследования. — 2015. — №3. — С. 19-29.

Часть 6.
Материалы Круглого стола:
«Роль климатических изменений в эволюции разноранговых природных геосистем».

УДК 551.89(571.63) DOI: 10.35735/9785605515623_301

ПРИРОДНАЯ СРЕДА ПРИХАНКАЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ В ПОСЛЕДНЕЕ ТЫСЯЧЕЛЕТИЕ

В.Б. Базарова[1], Т.Р. Макарова[1], Р.А. Макаревич[1], И.Г. Гвоздева[2]
[1]Тихоокеанский институт географии ДВО РАН
[2]Дальневосточный геологический институт ДВО РАН

Аннотация. Изучены пойменные отложения поймы р. Сунгача у ее истока. Осадки формировались в течение малого ледникового периода (МЛП). В этот период климатические условия были неустойчивыми. Реконструировано 8 потеплений и 8 похолоданий. В периоды похолодания в лесах увеличивалась роль хвойных, в потепление расширялись смешанные леса с большим участием берез, широколиственных пород, количество хвойных сокращалось. До XV в. уровень оз. Ханка был ниже современного. Подъем воды начался с наступлением похолодания в XV в., сопровождавшегося увеличением количества атмосферных осадков. Высокий уровень воды сохранялся до начала прошлого столетия.

Ключевые слова: *пойменные отложения, потепления и похолодания, малый ледниковый период, р. Сунгача.*

ENVIRONMENT OF THE PRIKHANKAY LOWLAND DURING THE LAST THOUSAND YEARS

V.B. Bazarova [1], T.R. Makarova[1], R.A. Makarevich[1], I.G. Gvozdeva[2]
[1]Pacific Geographical Institute, FEB RAS, Vladivostok
[2]Far Eastern Geological Institute, FEB RAS, Vladivostok

Abstract. The floodplain deposits of the Sungacha River at its source have been studied. The deposits were formed during the Little Ice Age (LIA). During this period, the climate was unstable. Eight warm periods and eight cold periods have been reconstructed. During the cold periods, the role of conifers increased in the forests, while during the warm periods, mixed forests with a large number of birches and broad-leaved trees expanded, and the number of conifers decreased. Until the 15th century, the level of Lake Khanka was lower than it is today. The rise in water levels began with the onset of cold weather in the 15th century, which was accompanied by an increase in precipitation. The high water levels persisted until the early 20th century.

Keywords: *floodplain deposits, warming and cooling, the Little Ice Age, the Sungacha River.*

Введение. В последние десятилетия термином «малый ледниковый период» (МЛП) обозначают несколько эпох относительного похолодания, имевших место в течение последнего тысячелетия. В настоящее время под МЛП понимается общая тенденция к похолоданию, которое длилось примерно с 1250 г. по 1850 г. н. э. Максимальные похолодания были в середине XV, XVII и начале XIX веков [5]. На юге Дальнего Востока и в других регионах восточной Азии в МЛП менялась не только температура, но и увлажнение [1, 4, 7]. Хорошим источником информации по динамике климата и окружающей среды в МЛП являются пойменные отложения, особенно небольших рек. Речная пойма является самой

динамичной частью речной долины. Ведущее место в развитии поймы занимают русловые процессы, совместно с почвообразованием и развитием растительности они определяют ее главные ландшафтные черты. В данной работе представлена реконструкция обстановок осадконакопления на примере отложений поймы р. Сунгача у ее истока. Цель работы – реконструкция климатических флуктуаций и природных обстановок на территории Приханкайской равнины, изменение уровня оз. Ханка в МЛП.

Приханкайская низменность - самая крупная равнинная территория в Приморском крае. На северо-западе, западе и юго-западе подпирается Восточно-Маньчжурскими горами, на востоке отрогами гор Сихотэ-Алинь. На севере равнина ограничивается оз. Ханка, а на юге переходит в долину реки Раздольной. Преобладающие высоты 70-80 м. Климатические условия характеризуются континентально-муссонной циркуляцией атмосферы с теплым и влажным летом (средняя температура июля плюс 19–22 °С), холодной и сухой зимой (средняя температура января минус 20–22 °С).

Река Сунгача вытекает из северо-восточной части оз. Ханка, является левым притоком р. Уссури, длина реки 212 км. Русло реки сильно извилистое, неразветвленное и устойчивое. Ширина реки изменяется от 30 до 60 м. Глубины реки 2.3-4.0 м (на отдельных плесах до 8.0 м). Скорости течения незначительны и характеризуются величиной от 0.3 до 0.6 м/с. Дно реки ровное, в верхнем течении илистое, вязкое, в среднем и нижнем - песчано-илистое. Берега низкие высотой 0.5-1.0 м. В истоке реки, у озера находится песчаная отмель (бар), весьма неустойчивая и подверженная деформациям. При сильных и продолжительных ветрах юго-западного направления происходит размещение наносов вдоль восточного берега озера и рост бара в истоке р. Сунгача. При ветре западного и особенно западного-северо-западного направлений под действием нагонных течений и сильного штормового волнения происходит, наоборот, размыв и понижение гребня бара. Сгонно-нагонные явления на озере вызывают либо увеличение стока реки, либо даже наличие обратного течения реки в озеро. В прошлом до постройки железной дороги р. Сунгача являлась водным транспортным путём, по которому пароходы из Хабаровска проходили до с. Камень-Рыбалов на оз. Ханка. Река не имеет собственной долины, пойма реки широкая, двухсторонняя, с трудно уловимыми очертаниями границ. Уступы ее обрывистые, высота их в верхнем течении реки 0.5-2.0 м. На поверхности поймы мозаично распространены луга и кустарники.

Древесная растительность Приханкайской низменности представлена древесно-кустарниковыми зарослями, образованными низкорослым монгольским дубом (*Quercus mongolica*), даурской берёзой (*Betula daurica*) и кустарниками — разнолистной лещиной (*Corylus heterophylla*) и леспедецей (*Lespedeza bicolor*). Местами, по скалистым склонам останцовых сопок, встречаются остатки рощ сосны густоцветковой (*Pinus densiflora*). Вдоль русел рек тянутся узкие ленты зарослей кустарниковых ив. В верховьях р. Сунгача по одиночным возвышенностям встречаются участки вторичного ильмово-ясеневого леса и редкостойного дубняка.

Водная растительность. Пойменные водоемы и защищенные от ветров участки оз. Ханка имеют подводные луга из различных видов рдестов, урути, стрелолиста, роголистника погруженного и наяды. Плавающий покров состоит из кувшинки четырехгранной, болотноцветника щитолистного, водокраса сомнительного, водяного ореха плавающего, спироделлы многокорневой, сальвинии плавающей и ряски малой. Основная часть акватории озера Ханка лишена растительного покрова. Среди высшей водной растительности имеется много теплолюбивых и древних видов, занесенных в Красные книги различного уровня (лотос Комарова, эвриала устрашающая, четыре представителя рода водяных орехов и другие).

Рис. 1. Озеро Ханка и расположение разреза отложений поймы р. Сунгача (отмечено красной точкой).

Материалы и методы. На правобережье р. Сунгача в береговом обнажении (75 м над уровнем моря, 0.9 м над урезом воды) зачищен разрез мощностью 90 см (45°03′27″ с. ш., 132°51′ 21″ в. д.), в удалении от начала истока примерно на 100 м (рис. 1). Уклон реки на этом участке составляет 0,001 м/м. В интервале 0-8 см залегает мелкозернистый песок, перемешанный с суглинком антропогенного происхождения. Начиная с глубины 8 см, отобрано 39 проб с шагом 2 см. Ниже дано описание литологической колонки (сверху-вниз, см):

	Интервал
Песок мелкозернистый, суглинистый, светло-бурый, влажный ……	0-8
Песок мелкозернистый, желтый, корни современных растений ……...	8-16
Глина буровато-коричневая, очень мягкая и пластичная ……	16-36
Глина, линза, темно-коричневая ……	36-40
Глина, буровато-коричневая, точечные рыжие вкрапления (ожелезнение), очень мягкая и пластичная ……	36-66
Водоросли с глиной и мелкозернистым песком ……..……	66-76
Глина коричневая, очень мягкая и пластичная ……	76-86
Песок мелкозернистый, желтоватый, вода ……..	86 и ниже

Изучение осадков проводилось с шагом 2 см с применением спорово-пыльцевого и диатомового анализов. Радиоуглеродное датирование проводилось в ИМКЭС СО РАН (г. Томск), активность радиоуглерода рассчитана на спектрометре-радиометре Quantulus 1220 (PerkinElmer). Калиброванный возраст рассчитан по программе OxCal [8] (табл. 1).

Таблица 1

Радиоуглеродные даты

Лаб. номер образца	Материал датирования	Интервал, см	^{14}C yrs BP	Калибр. возраст
ИМКЭС-14С2787	водоросли	68-70	340±60	1556±67 (AD)
ИМКЭС-14С2784	глина гумусированная	76-78	1890±90	143±111(AD)

Обсуждение результатов. *Развитие растительности.* Проанализировано 39 проб, выделено 7 палинозон. В интервалах 14-16 см, 18-22 см, 32-34 см, 42-44 см и 60-62 см количество насчитанной пыльцы и спор было недостаточным для статистической обработки. На спорово-пыльцевой диаграмме количество найденных таксонов отмечены знаком «+». Один знак соответствует двум зернам. В пробах из подошвы разреза (инт. 78-86 см) пыльца и споры не найдены (рис. 2).

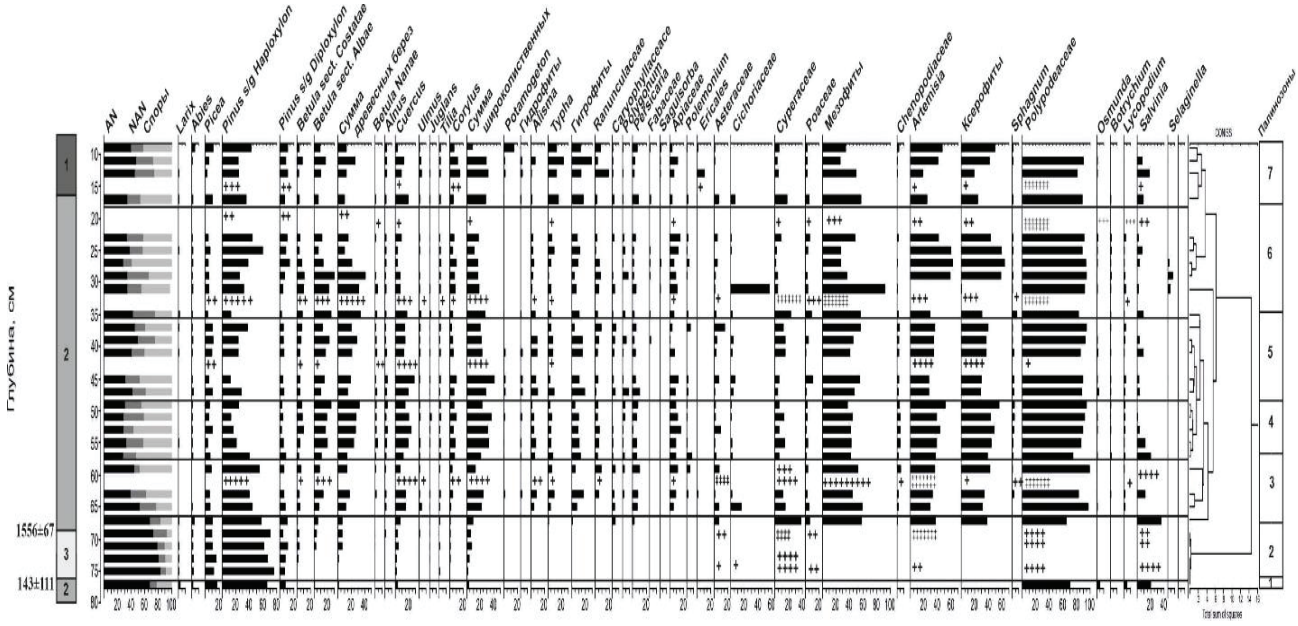


Рис. 2. Спорово-пыльцевая диаграмма отложений поймы р. Сунгача

Реконструировано 8 потеплений и 8 похолоданий (рис. 3). В течение МЛП наиболее сильные похолодания отмечены в XV в. и XIX в. Во время похолоданий на окружающих Приханкайскую низменность возвышенных рельефах, особенно в ее западной части, широко распространялись хвойные леса, в которых доминировала сосна густоцветковая (*Pinus densiflora*), в незначительных количествах присутствовала ель. Во время потеплений распространение сосны густоцветковой сокращалось, а участие ели увеличивалось, большее распространение получали березы (*Betula davurica*) и широколиственные виды (*Quercus mongolica*, *Ulmus*, *Juglans*, *Tilia, Corylus*). На пойме расширялись площади влажных лугов с мезофитными ценозами.

Пойменное осадконакопление и динамика уровня озера Ханка. По данным гранулометрического анализа до XV в. уровень оз. Ханка был ниже современного. В гранулометрическом составе отложений, сформировавшихся до этого времени, присутствуют фракции русловой фации. Резкий подъем уровня оз. Ханка начался во время похолодания в XV в., о чем свидетельствует исчезновение русловых фракций и полное доминирование пелитовой составляющей, а также повышение количества планктонных видов диатомей (рис. 3). Подъема уровня озера был вызван повышеним увлажнения за счет увеличения количества атмосферных осадков. Согласно опубликованным данным [1, 3, 4], на юге Дальнего Востока МЛП характеризуется повышением атмосферных осадков.

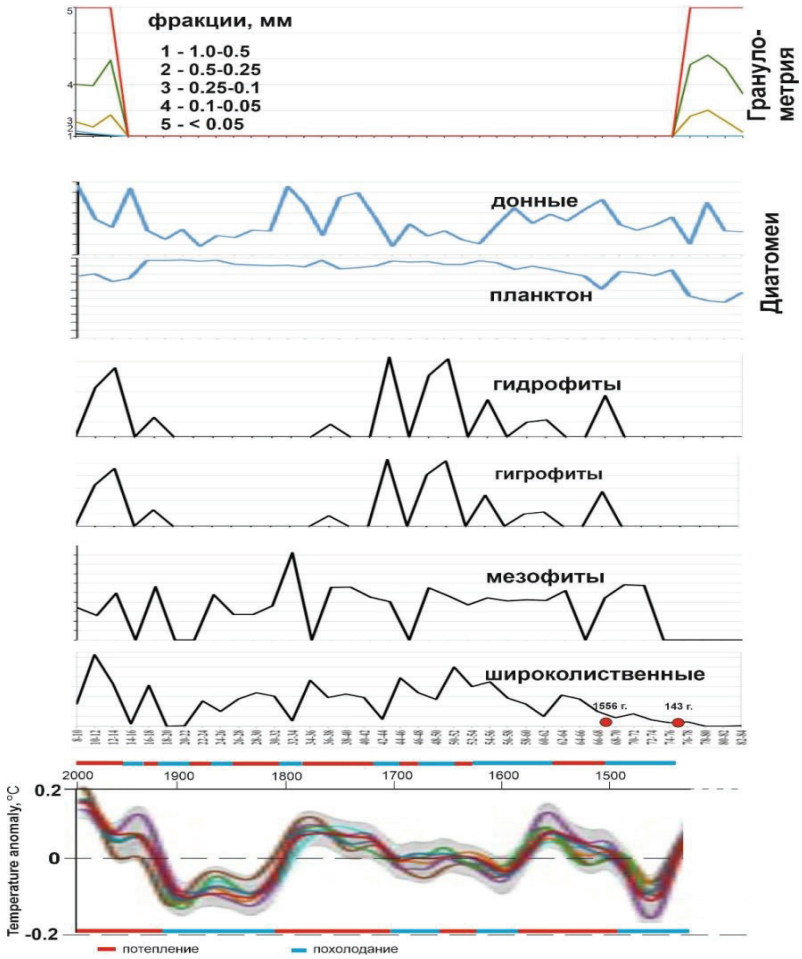


Рис. 3. Корреляция прокси данных отложений поймы р. Сунгача с температурными аномалиями северного полушария [6].

В интервале 66-76 см залегает горизонт водорослей, перемешанной с глиной и мелкозернистым песком. По удлиненным формам листьев можно предположить, что это остатки стрелолиста (*Sagittaria*) или рдеста (*Potamogeton*). Этот горизонт формировался в начале XV в., когда начался подъем уровня озера. Сильные и продолжительные ветра юго-западного направления усиливали волновые и нагонные процессы, при которых формировались наносы вдоль восточного берега озера с формированием бара в истоке р. Сунгача. В начале XVI в. с наступлением потепления уровень озера понижался на непродолжительное время (несколько десятилетий). В этот период освободившуюся прибрежную литораль заняли мезофитные луговые сообщества из осок, лютиковых и зонтичных, а на урезе воды широко распространились гигрофиты – частуха (*Alisma*) и рогоз (*Typha*) и другие. После этого кратковременного понижения уровень озера вновь начал

подниматься и оставался высоким вплоть XIX в. Об этом свидетельствуют высокое количество планктонных диатомей, а также появление пыльцы гидрофитов, предпочитающих глубины водоемов не менее 1 м (уруть, рдест, стрелолист). Уменьшение количества пыльцы мезофитов предполагает сокращение площадей влажных лугов на пойме (рис. 3).

С началом потепления в первой половине XX в. уровень оз. Ханка начал понижаться, в середине столетия был небольшой подъем воды и во второй половине столетия вновь понижение. В начале XXI в. уровень воды в озере вновь начал подниматься (рис. 3). Полученные данные согласуются современным исследованиям [2].

Заключение

Комплексное изучение пойменных отложений поймы р. Сунгача у ее истока позволило реконструировать климатические флуктуации МЛП, развитие природных обстановок Приханкайской равнины и изменение уровня оз. Ханка. МЛП характеризуется неустойчивыми климатическими условиями. Реконструировано 8 потеплений и 8 похолоданий. В периоды похолодания в лесах увеличивалась роль хвойных, в потепление – берез и широколиственных пород. До XV в. уровень оз. Ханка был ниже современного. Подъем воды начался с наступлением похолодания в XV в., сопровождавшегося увеличением количества атмосферных осадков. Высокий уровень воды сохранялся до начала прошлого столетия.

Литература

1. Базарова В.Б., Гребенникова Т А., Орлова Л.А. Динамика природной среды бассейна Амура в малый ледниковые период // География и природные ресурсы. – 2014. – № 3. – С. 126–134.

2. Бортин Н.Н., Горчаков А.М. Анализ факторов неустойчивости режима озера Ханка // Трансграничное озеро Ханка: причины повышения уровня воды и экологические угрозы. – Владивосток: Дальнаука, 2016. – С.31-40.

3. Лящевская М.С., Базарова В.Б., Макарова Т.Р. Развитие природной среды и эволюция озера Гнилое (юго-восточное Приморье) за последние 3300 лет // Геоморфология и палеогеография. – 2023. – Т. 54. – № 3. – С. 108-123.

4. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Мохова Л.М., Макарова Т.Р., Паничев А.М., Копотева Т.А., Кудрявцева Е.П., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Петров А. Ю., Крупская В.В. Этапы развития ландшафтов предгорий западного Сихотэ-Алиня // Известия РАН. Серия географическая. – 2017. – № 4. – С. 97–111.

5. Bazarova V.B., Makarova T.R., Lyashchevskaya M.S., Makarevich R.A., Razjigaeva N G., Gelman E.I., Piskareva Ya.E., Astashenkova E.V. Environmental Conditions of Floodplain Sedimentation during the Little Ice Age in the Deltaic Zone of the Tsukanovka River (Southwestern Primorye) // Russian Journal Pacific Geology. – 2025. – Vol. 19(3). – Pp. 284-300.

6. PAGES 2k Consortium. Consistent multidecadal variability in global temperature reconstructions and simulations over the Common Era // Nat. Geosci. 2019. – Vol. 12. – Pp. 643–649.

7. Razjigaeva N., Ganzey L., Grebennikova T., Ponomarev V. “Cold-Dry” and “Cold-Wet” events in the Late Holocene, southern Russian Far East // Climate. – 2023. – Vol. 11. – Pp. 1–34.

8. Reimer P., Austin W., Bard E., Bayliss A. Blackwell P. et al. The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP) // Radiocarbon. – 2020. – Vol. 62 (4). – Pp. 725-757.

УДК 581.9(5-012)
DOI: 10.35735/9785605515623_306

ИЗМЕНЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СОСНЫ ГУСТОЦВЕТКОВОЙ (*PINUS DENSIFLORA*) В ПРИМОРЬЕ РОССИИ В ПОЗДНЕМ НЕОПЛЕЙСТОЦЕНЕ-ГОЛОЦЕНЕ

Белянин П.С.,
ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН

Аннотация. Анализ таксономического состава пыльцевых летописей с юга Дальнего Востока России, позволил реконструировать распространение *Pinus densiflora* в регионе в позднем неоплейстоцене (МИС 2) и голоцене на основе пыльцевых летописей и хронологических данных. Изменение таксономической структуры пыльцевых летописей свидетельствует, что *P. densiflora* не произрастала на юге Дальнего Востока России в условиях холодного и сухого климата МИС 2. Потепление в раннем голоцене вызвало миграцию *P. densiflora* на крайний юг Дальнего Востока России. При максимальном потеплении в среднем голоцене ареал P. *densiflora* достиг центрального Приморья. Похолодание в начале позднего голоцена привело к сокращению распространения *P. densiflora* в регионе. При последующем потеплении во второй половине позднего голоцена *P. densiflora* вновь заняла господствующее положение в южном и центральном Приморье. В течение последних двух столетий ареал *P. densiflora* в регионе начал деградировать из-за антропогенного воздействия.

Ключевые слова: *Pinus densiflora, спорово-пыльцевой анализ, радиоуглеродное датирование, климатические изменения, поздний неоплейстоцен, голоцен*

CHANGES OF THE *PINUS DENSIFLORA* DISTRIBUTION IN THE PRIMORYE DURING THE LATE NEOPLEISTOCENE AND THE HOLOCENE

Belyanin P.S.,
Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok

Annotation. The aim of the present work is to reconstruct the distribution of *Pinus densiflora* in the south of the Primorye during the Late Pleistocene (MIS 2) and the Holocene based by pollen records and chronological data. We found that *P. densiflora* did not grow in the south of the Russian Far East under cold and dry climate of the MIS 2. Warming in the Early Holocene caused the expansion of *P. densiflora* to the region. Under maximum warming during the Middle Holocene, *P. densiflora* range reached the Central Primorye on the south of the Russian Far East. The cooling at the beginning of the Late Holocene caused the decrease of *P. densiflora* distribution in the south of the Russian Far East. Under subsequent warming during the second half of the Late Holocene, *Pinus densiflora* has taken again a dominant position in the Southern and the Central Primorye. During the last two centuries, P. *densiflora* range in the region began to degrade, due to the anthropogenic influence.

***Keywords*:** *Pinus densiflora, spore-pollen analysis, radiocarbon dating, climatic changes, Late Neopleistocene, Holocene*

Введение. Изменение распространения растений в прошлом – интересный, но не до конца изученный вопрос эволюции растительности. Этот процесс является характерным следствием прямой и естественной реакции растительности на климатические колебания, на которые в последние тысячелетия наложилось антропогенное воздействие. Климат оказывает далеко идущее влияние на конфигурацию ареалов растений и является ключевым фактором их пространственного распределения. При климатических колебаниях происходит заметное

смещение горизонтальных и высотных границ ареалов растений, что приводит к значительным изменениям видового состава растительности [19]. Даже слабые климатические колебания вызывают значительные пространственные миграции растений, которые наиболее заметны и выражены вблизи границ их ареалов.

Одним из таких регионов является юг российского Дальнего Востока, относящийся к умеренной климатической зоне с элементами субтропического климата. Он находится в зоне контакта и перекрывания ареалов представителей Восточно-Азиатских (Японо-Китайских) и Бореальных флор [6]. У 30 из 183 видов сосудистых растений распространение на материковом побережье Азии ограничено южным Приморьем [12], в том числе у сосны густоцветковой (*Pinus densiflora*). Поэтому с большой долей вероятности можно утверждать, что даже слабые абиотические изменения в прошлом приводили к заметным изменениям структуры растительности на крайнем юге Дальнего Востока России [7; 5; 10].

Вследствие колебаний температуры, влажности и изменений муссонной циркуляции в Восточной Азии [20] на юге российского Дальнего Востока в позднем неоплейстоцене-голоцене произошли масштабные и многократные перестройки растительного покрова [3; 4; 7]. Однако пространственно-временные миграции растений в этом регионе в прошлом слабо изучены. По-видимому, скудность таких данных обусловлена слабым развитием палеоботанических исследований в этом регионе. Целью данной работы является реконструкция пространственно-временного распространения *Pinus densiflora* на юге российского Дальнего Востока в позднем неоплейстоцене (MIS 2) и голоцене.

Материалы и методы. Район исследования. Районом исследования является юг Дальнего Востока России, расположенный в Северо-Восточной Азии (Рис. 1). Он расположен между 42°18' с. ш. и 50°07' с. ш. и 130°57' в. д. и 140°52' в. д. На востоке регион омывается Японским морем (Восточным морем). Граничит с Китай, Северной Кореей и Японией.

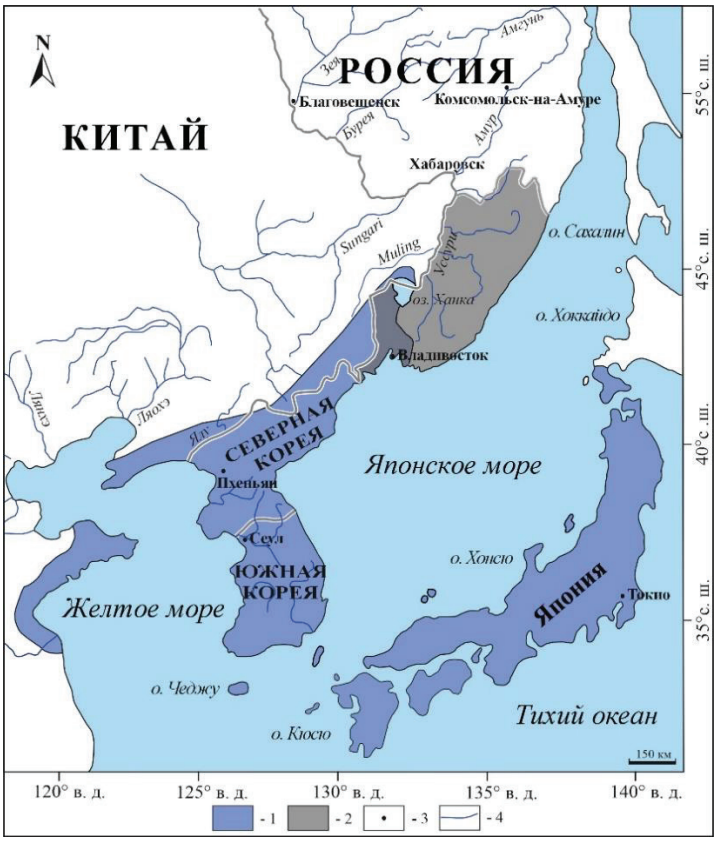


Рис. 1. Современный ареал *Pinus densiflora* [16]. 1 – современный ареал *P. densiflora*, 2 – Приморье, 3 – основные города, 4 – основные реки.

Современный ареал *Pinus densiflora.* Географический ареал *P. densiflora* в основном расположен в пределах 32–45,3° с.ш. и 114–141° в.д. (см. рис. 1), в Китае (Шаньдун, Цзянсу, восточный и южный Хэйлунцзян, северо-восточный Цзянсу, юго-восточный Цзилинь, Ляонин, восточный и северный Шаньдун), Японии (южный Хоккайдо, Хонсю, Сикоко, Кюсю), Южной и Северной Корее [13]. Южная граница ареала *P. densiflora* находится на острове Чеджу в Южной Корее, примерно на 33°20' с.ш. Северная граница ареала *P. densiflora* находится на юге российского Дальнего Востока. Этот вид образует там растительные сообщества, редкие для флоры России [8;16]. Ботаническое описание. *Pinus densiflora,* корейская красная сосна или красная японская сосна, является представителем семейства Pinaceae, рода *Pinus*, подрода *Diploxylon*. Это вечнозеленое хвойное дерево. Оно достигает 30 м в высоту, с диаметром ствола до 1,5 м. Его хвойные листья имеют длину 8–12 см, по два в пучке. Шишки имеют длину 4–7 см [11].

Pinus densiflora – эндемичное дерево Восточной Азии. Он встречается в субтропических, умеренных и суббореальных климатических зонах Восточной Азии [15]. Этот вид является одним из основных лесообразующих видов в районе перехода от океанического к муссонно-континентальному климату [8]. *P. densiflora* очень светолюбив, морозо- и засухоустойчив и требует активной температуры от 2300 до 3600°С, с годовым количеством осадков от 900 до 2000 (4000) мм [11].

Основными климатическими факторами, влияющими на географическое распространение *P. densiflora,* являются осадки самого теплого квартала года (650–800 мм), сезонная температурная активность (900–1050°С), среднегодовая температура (10–13°С) и средняя температура самого влажного квартала (23–24°С) [14].

Местообитания *P. densiflora* на юге российского Дальнего Востока, как правило, приурочены к прибрежным и горным районам. На юге Корейского полуострова она иногда достигает высоты 2300 м над уровнем моря [18]. На юге Дальнего Востока, верхняя высотная граница его распространения не превышает 600–700 м над уровнем моря. Вблизи северной границы ареала *P. densiflora* растет рощами, которые представлены отдельными деревьями среди широколиственных и хвойно-широколиственных лесов, а также кустарниковых зарослей. Она произрастает преимущественно на южных, хорошо изолированных, сухих безлесных склонах, скалах и вершинах скалистых хребтов [11]. На Приханкайской равнине и на побережье залива Петра Великого *P. densiflora* произрастает на песчаных почвах [8].

Методы и подходы исследования. Для реконструкции пространственно-временного распределения *P. densiflora* на юге российского Дальнего Востока в позднем неоплейстоцене и голоцене мы проанализировали таксономическую структуру датированных пыльцевых летописей [1; 2; 3; 4; 9; 17]

Результаты и их обсуждение. Изменения содержания *Pinus densiflora* в пыльцевых летописях. В позднеплейстоценовых отложениях (МИС 2, 33,5–11,7 тыс. кал. л. н.) пыльца *Pinus densiflora* не зарегистрирована ни в одном из изученных разрезов и скважин с юга Дальнего Востока России.

В отложениях раннего голоцена возрастом (11,7–8,2 тыс. кал. л. н.). ископаемые пыльцевые зерна *P. densiflora* были обнаружены только в Южном Приморье. Они зафиксированы в отложениях всех изученных разрезов и скважин, вскрывших отложения этого возраста. Процентное содержание пыльцы *P. densiflora* довольно высокое. Оно колеблется от 1,6 до 21,7 % (приблизительно 4,6 % в среднем). Наиболее полные и длиннейшие пыльцевые записи в Южном Приморье были получены из донных отложений оз. Карасье и оз. Утиное. Наибольшее процентное содержание пыльцы *P. densiflora* отмечено в разрезе 272 на глубине 1,90–1,95 м.

В отложениях среднего голоцена (8,2–4,2 тыс. кал. л. н.) пыльца P. *densiflora* была обнаружена во всех разрезах и скважинах Южного Приморья, а также большинстве из них в Центральном Приморье. При этом, наибольшее содержание пыльцы (1,8–10 %, в среднем

около 3,2 %), зафиксировано в Южном Приморье. Севернее, в Центральном Приморье, его процентное содержание уменьшается и колеблется от 2,3 до 3,8 % (в среднем около 1,6 %). Ископаемая пыльца *P. densiflora* в отложениях среднего голоцена Северного Приморья не была обнаружена.

В отложениях позднего голоцена (4,2 тыс. кал. л. н. – по настоящее время) ископаемая пыльца *P. densiflora* встречается в основном на крайнем юге Дальнего Востока – в Южном Приморье и на юге Центрального Приморья. Ее процентное содержание колеблется от 1,8 до 25,9 % (в среднем около 8,5 %). Наибольший процент пыльцы *P. densiflora* отмечен в поперечном разрезе 1 508 на глубинах 1,9 и 2,7 м. В Центральном Приморье процентное содержание ее пыльцы относительно невелико, приблизительно 0,8 % (варьируется от 0 до 2,3 %). Ископаемая пыльца *P. densiflora* из отложений Северного Приморья не найдена (см. рис. 7).

Заключение

Изменение таксономической структуры пыльцевых летописей позволил реконструировать изменение распространение *P. densiflora* на юге Дальнего Востока в позднем неоплейстоцене (МИС 2) и голоцене. Полученные данные показали, что *P. densiflora* не произрастала на юге российского Дальнего Востока в условиях холодного и сухого климата в период МИС 2, когда в региональной растительности преобладали более холодостойкие растения, характерные для лесотундровой зоны. В это время, ареал *P. densiflora* располагался южнее. Быстрое глобальное потепление, ознаменовавшее начало раннего голоцена, вызвало глобальное изменение растительности. Более теплолюбивые растения начали распространяться в континентальных экосистемах юга Дальнего Востока России с Корейского полуострова и Северо-Восточночного Китая. Вследствие потепления ареал *P. densiflora*, синхронно с повышением температуры и влажности, сместился на север и около 10,5 тыс. кал. л. н. назад достиг южного Приморья. Это теплолюбивое дерево стало доминирующим элементом растительности в южной части южного Дальнего Востока России. В это время на юге Дальнего Востока России началось формирование современного облика растительности. Однако, ареал *P. densiflora* еще не достигал Центрального Приморья. По-видимому, климат в регионе еще не стал благоприятным для распространения этого вида. При дальнейшем потеплении, достигшим в среднем голоцене максимума, ареал *P. densiflora* сместился еще дальше на север и достиг Центрального Приморья, который характеризуется более холодным и сухим климатом, чем Южное Приморье. Региональная растительность характеризовалась более разнообразным видовым составом по сравнению с современным. Однако даже в самых благоприятных природных условиях среднего голоцена *P. densiflora* не достиг Северного Приморья, где климат был гораздо суше и холоднее, чем в Южном и Центральном Приморье. Похолодание, произошедшее в начале позднего голоцена, вновь сократило распространение *P. densiflora* на юге Дальнего Востока. Ее ареал сместился южнее. Тем не менее, *P. densiflora* сохранился на крайнем юге Южного Приморья. По-видимому, это дерево занимало хорошо изолированные склоны южной экспозиции. Природные условия, возникшие в результате потепления во второй половине позднего голоцена, прерываемого короткими эпизодами похолодания, определили формирование современной растительной структуры южного Дальнего Востока России. Ареал распространения *P. densiflora* снова сместился севернее. Широколиственные леса с *P. densiflora* и *Pinus koraiensis* стали доминирующими в экосистемах Южного и Центрального Приморья. Стоит отметить, что за последние два столетия растительность на юге Дальнем Востоке России начала быстро деградировать из-за интенсивного антропогенного воздействия. В результате вырубки лесов и пожаров значительные площади широколиственных лесов с *P. densiflora* были заменены вторичными лесами и кустарниковыми зарослями. Поэтому в настоящее время *P. densiflora* не образует

непрерывного ареала на юге Дальнего Востока России. Несмотря на это, ареал *P. densiflora* в значительной степени сохранил очертания в регионе.

Литература

1. Алексеев М.Н., Голубева Л.В. 1980. К стратиграфии и палеогеографии верхнего плейстоцена южного Приморья // Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода. – № 50. – С. 96–107.
2. Андерсон П.М., Белянин П.С., Белянина Н.И., Ложкин А.В. 2017. Эволюция растительного покрова западного побережья залива Петра Великого в позднем неоплейстоцене-голоцене // Тихоокеанская геология. – Т. 36. – № 4. –С. 206–215.
3. Белянин П.С., Белянина Н.И. К эволюции растительного покрова Приханкайской впадины и ее горного обрамления в позднем неонеоплейстоцене-голоцене (по палинологическим данным) // Тихоокеанская геология, 2012. Т. 31. № 2. С. 96–100.
4. Белянин П.С., Белянина Н.И. Эволюция долинных экосистем нижнего течения р. Бикин в позднем неоплейстоцене–голоцене // География и природные ресурсы. – 2018. – № 4. – С. 139–149.
5. 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 // Известия РАН. Серия Географическая. – 2019. – № 2. – С. 69–84.
6. Камелин Р.В. Флора Восточной Азии и ее генезис. Turczaninowia. – 2022. – Т. 25. – № 3. С. 5–16. https://doi.org/10.14258/turczaninowia.25.3.1
7. Короткий А.М. Палинологическая характеристика и радиоуглеродные данные позднечетвертичных отложений Дальнего Востока России (нижняя часть Амура, Приморье, Сахалин, Курильские острова). В сб.: Позднечетвертичная растительность и климат Сибири и Дальнего Востока России (Палинологическая и радиоуглеродная база данных). Под ред. П.М. Андерсон и А.В. Ложкина. – Магадан: Изд-во Северо-Восточного научного центра, 2002. – С. 257–369.
8. Крестов П.В., Верхолат В.П. Редкие растительные сообщества Приморья и Приамурья. – Владивосток: ДВО РАН, 2003. – 200 с.
9. Павлюткин Б.И., Белянина Н.И. Четвертичные отложения Приморья: некоторые итоги систематизации и дальнейшие перспективы изучения // Тихоокеанская геология. – 2002. – Т. 21. – № 3. – С. 80–93.
10. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А. и др. Васьковское болото как природный архив изменений среды Сихотэ-Алинского биосферного района в позднем голоцене. Тихоокеанская география. – 2025. – № 3. – Т. 23. – С. 44–64.
11. Урусов В.М., Лобанова И.И., Варченко Л.И. Хвойные российского Дальнего Востока – ценные объекты изучения, охраны, разведения и использования. – Владивосток: Дальнаука, 2007. – 440 с.
12. Чубарь Е.А. Природные особенности района р. Туманной в нижнем течении и сопредельной территории. В: Касьянов В.Л. и др. (Ред.), Состояние окружающей среды и биоты юго-западной части залива Петра Великого и устья реки Туманной. Том 2. Владивосток, 2000. С. 15–41.
13. Critchfield W.B., Little E.L.Jr. Geographic distribution of the pines of the World. Miscellaneous publication 991. – Washington: U.S. Department of Agriculture, 1966. – 97 p.
14. Duan X., Li J., Wu S. MaxEnt modeling to estimate the impact of climate factors on distribution of *Pinus densiflora*. Forests. – 2022. – Vol. 13. – № 3. – 402 p.

15. Kremenetski C.V., Liu K., MacDonald G.M. The Late Quaternary dynamics of pines in northern Asia. In: Ecology and Biogeography of *Pinus* (D.M. Richardson, ed.). P. 95–106. Cambridge University Press, 1998.

16. Krestov P.V., Song J.S., Nakamura Y., Verkholat V.P. A phytosociological survey of the deciduous temperate forests of mainland Northeast Asia. Phytocoenologia. – 2006. – Vol. 36. – № 1. – Pp. 77–150.

17. Mikishin, Y.A., T.I. Petrenko, I.G. Gvozdeva & A.N. Popov 2008. Evolution of landscapes in Khasansky District (Southwest Primorye) in the Late Pleistocene – Holocene. In: Proceedings of International Symposium "Human Ecosystem Changes in the Northern Circum Japan Sea Area (NCJSA) in Late Pleistocene, pp. 82–94, Tokyo.

18. Ohwi J. Flora of Japan. – Washington: Switsonian Institute, 1965. – 1067 pp.

19. Razjigaeva N., Ganzey L, Grebennikova T., Mokhova T., Kopoteva T., Kudryavtseva T., Belyanin P., Panichev A., Arslanov Kh., Maksimov F., Kornyushenko T. Holocene mountain landscape development and monsoon variation in the southernmost Russian Far East. Boreas, 2021. – Vol. 2. – № 50. – Pp. 1043–1058.

20. Shin S., Kim J-H., Dang J-H., Seo I-S., Lee B. Elevational distribution ranges of vascular plant species in the Baekdudaegan mountain range, South Korea. Journal of Ecology and Environment. – 2021. – Vol. 45. – № 7. – Pp. 62–71.

21. Yi S., Kim S.J. Vegetation changes in western central region of Korean Peninsula during the last glacial (ca. 21.1–26.1 cal kyr BP). Geoscience Journal. – 2010. – Vol. 14. – Pp. 1–10.

УДК 561:551.791(571.63) DOI: 10.35735/9785605515623_313

ИЗМЕНЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГРАБА СЕРДЦЕЛИСТНОГО (*CARPINUS CORDATA*) В ПРИМОРЬЕ В ПОЗДНЕМ НЕОНЕОПЛЕЙСТОЦЕНЕ-ГОЛОЦЕНЕ (МИС 5 –1)

Белянин П.С.,
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН

Аннотация. Целью настоящей работы является реконструкция изменений пространственного распространения *Carpinus cordata* вблизи современной северной границы его ареала на юге Российского Дальнего Востока в позднем неоплейстоцене и голоцене на основе палинологических и хронологических данных. Мы обнаружили, что *Carpinus cordata* произрастал в Южном Приморье в течение MIS 5d и MIS 5a. Вероятно, в условиях теплого климата MIS 5e ареал этого растения мог расшириться на более северные регионы Российского Дальнего Востока. *Carpinus cordata* мог также произрастать в этом регионе в течение MIS 5e и MIS 5b. *Carpinus cordata* не произрастал в РДВ в условиях прохладного климата в течение MIS 3, MIS 2 и, по-видимому, в MIS 4. Интенсивное потепление в период перехода от MIS 2 к MIS 1 вызвало смещение ареала *Carpinus cordata* на север. Примерно 10,4 тыс. лет назад северная граница его ареала достигла Южного Приморья. Около 8,7 тыс. лет назад *Carpinus cordata* достиг Центрального Приморья и начал там расширять свою ареал. Во время термического максимума в середине голоцена его ареал охватывал Центральное Приморье и простирался до самой южной части Северного Приморья. Похолодание в начале позднего голоцена привело к исчезновению *Carpinus cordata* из Центрального Приморья. В результате последующего потепления во второй половине позднего голоцена ареал этого растения немного сместился на север. Однако он больше не охватывал Северное и Центральное Приморье.

Ключевые слова: *Carpinus cordata, палинологический анализ, юг российского Дальнего Востока климатические изменения, поздний неоплейстоцен, голоцен*

CHANGES OF THE *CARPINUS CORDATA* DISTRIBUTION IN THE PRIMORYE THE LATE NEOPLEISTOCENE AND THE HOLOCENE (МИС 5 –1)

Belyanin P.S.,
The Pacific Geographical Institute of the FEB RAS

Abstract. The aim of the present work is to reconstruct changes of the spatial distribution of *Carpinus cordata* near the modern northern limit of its range in the south of the Russian Far East during the Late Pleistocene and Holocene, based on palynological and chronological data. We found that *Carpinus cordata* grew in the Southern Primorye during MIS 5d and MIS 5a. It is likely that under the warm climate conditions of MIS 5e, the range of this plant could have expanded to more northern regions of the Russian Far East. *Carpinus cordata* might also grew in the region during MIS 5e and MIS 5b. *Carpinus cordata* did not grow in the south of the Russian Far East under the cool climate during MIS 3, MIS 2, and apparently in MIS 4. Intensive warming during the MIS 2 to MIS 1 transition triggered a northward shift in the range of *Carpinus cordata*. Approximately 10.4 cal ka BP, the northern limit of its range reached the Southern Primorye. Around 8.7 cal ka BP, the *Carpinus cordata* reached the Central Primorye and began expansion in it. During the Mid-Holocene Thermal Maximum, its range covered Central Primorye and extended to the southernmost part of Northern Primorye. The cooling at the onset of the Late Holocene led to the disappearance of *Carpinus cordata* from Central Primorye. Under subsequent warming in the second half of the Late Holocene, the range

of this plant shifted slightly to the north. However, it no longer covered the Northern Primorye and the Central Primorye.

Keywords**:** *Carpinus cordata, spore-pollen analysis, radiocarbon dating, climatic changes, Late Neopleistocene, Holocene*

Введение. Пространственная миграция растений в геологическом прошлом представляет собой важный, но недостаточно изученный аспект эволюции растительности Земли. Определение влияния климатических факторов на изменения географического распространения видов долгое время являлось ключевым направлением палеогеографических исследований. Сокращение, расширение и пространственные сдвиги ареалов растений с течением времени чаще всего коррелируют с глобальными климатическими колебаниями (например, [20, 22]. Климатические изменения вызывают значительные сдвиги как в широтных, так и в высотных пределах ареалов растений, что приводит к глубоким преобразованиям в структуре экосистемы [21].

Особый интерес в этом отношении представляет юг Дальнего Востока России. Регион охватывает широкий спектр природных зон, от арктической тундры до неморальных лесов, при этом ее южные районы (бассейн реки Амур и северо-западное побережье Японского моря) относятся к смешанной хвойно-широколиственной и широколиственной лесной зоне Восточно-Азиатского (Маньчжурского) флористического региона [5]. Поэтому, ареалы более теплолюбивых растений из китайско-японского (восточноазиатского) региона в юг Дальнего Востока России перекрываются с ареалами бореальных видов. Многие растения местной флоры произрастают на пределе своих ареалов [15]. *Carpinus cordata* – один из таких видов.

Естественный ареал рода *Carpinus* охватывает тропические, субтропические и умеренные зоны Северного полушария. Из более чем 30 видов этого рода, произрастающих в различных климатических зонах Восточной Азии, только *Carpinus laxiflora, Carpinus cordata, Carpinus japonica, Carpinus turczaninovii, Carpinus tschonoskii* и *Carpinus chuniana* обитают в районах с сезонным климатом и отрицательными температурами в евразийской части ареала [16]. Из них только *Carpinus cordata* в настоящее время произрастает на юге Дальнего Востока России.

Палеоботанические данные свидетельствуют о том, что масштабная перестройка растительности на юге российского Дальнего Востока произошла в позднем неоплейстоцене и голоцене под влиянием многочисленных климатических колебаний [1; 2; 3; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 14; 17; 18; 19 и др.]. Однако изменения пространственного распределения большинства видов флоры в этом регионе в прошлом, включая *Carpinus cordata*, остаются малоизученными.

Цель данного исследования – реконструировать изменения пространственного распределения *Carpinus cordata* на юге российского Дальнего Востока в позднем неоплейстоцене (MIS 5–2) и голоцене (MIS 1) на основе палинологических и хронологических данных, а также сопоставить полученные результаты с климатическими колебаниями.

Материалы и методы. Для реконструкции изменений пространственного распределения *Carpinus cordata* на юге Дальнего Востока России в позднем неоплейстоцене и голоцене мы проанализировали таксономическую структуру 68 пыльцевых записей. Места сбора пыльцевых образцов разделены на три зоны в соответствии с их климатическими характеристиками и географическим положением – Южное Приморье, Центральное Приморье и Северное Приморье. Спорово-пыльцевой анализ проведен по стандартной методике.

Результаты и их обсуждение. Изменения доли пыльцы *Carpinus cordata* в пыльцевых летописях MIS 5 (130–71 тыс. л. н.). Пыльцевые данные возрастов MIS 5d и MIS 5a были получены в самой южной части российского Дальнего Востока (Южный Приморье) из скважин 11 и 33. Процентное содержание пыльцы *Carpinus cordata* в пыльцевых комплексах из отложений скв. 11 возрастом 111,5–102,5 тыс. л. н. составляет 2,5%, из

отложений возрастом 87,5–83,5 тыс. лет л. н. – 1,6%, а из отложений скв. 33 возрастом 83,5–77,7 тыс. л. н. – 6,1%.

Изменения доли пыльцы *Carpinus cordata* в пыльцевых летописях MIS 4 (71,0–57 тыс. л. н.). Датированные пыльцевые летописи MIS 4 на юге Дальнего Востока России отсутствуют.

Изменения доли пыльцы *Carpinus cordata* в пыльцевых летописях МИС 3 (57–33,5 тыс. кал. л. н.). Пыльцевые зерна *Carpinus cordata* не были обнаружены в отложениях MIS 3 на юге Дальнего Востока России.

Изменения доли пыльцы *Carpinus cordata* в пыльцевых летописях MIS 2 (33,5–11,7 тыс. кал. л. н.). Ископаемая пыльца *Carpinus cordata* не была обнаружена в отложениях MIS 2 ни в одной из изученных скважин разрезов с юга Дальнего Востока России. Единичные пыльцевые зерна *Carpinus cordata* были найдены только в скв. 26 на крайнем юге Приморья.

Изменения доли пыльцы *Carpinus cordata* в пыльцевых летописях раннего голоцена (11,7–8,2 тыс. кал. л. н.). Пыльцевые зерна *Carpinus cordata* в отложениях раннего голоцена были обнаружены только в самой южной части Южного Приморья. Они зафиксированы в отложениях большинства изученных разрезов Южного Приморья (см. рис. 1).

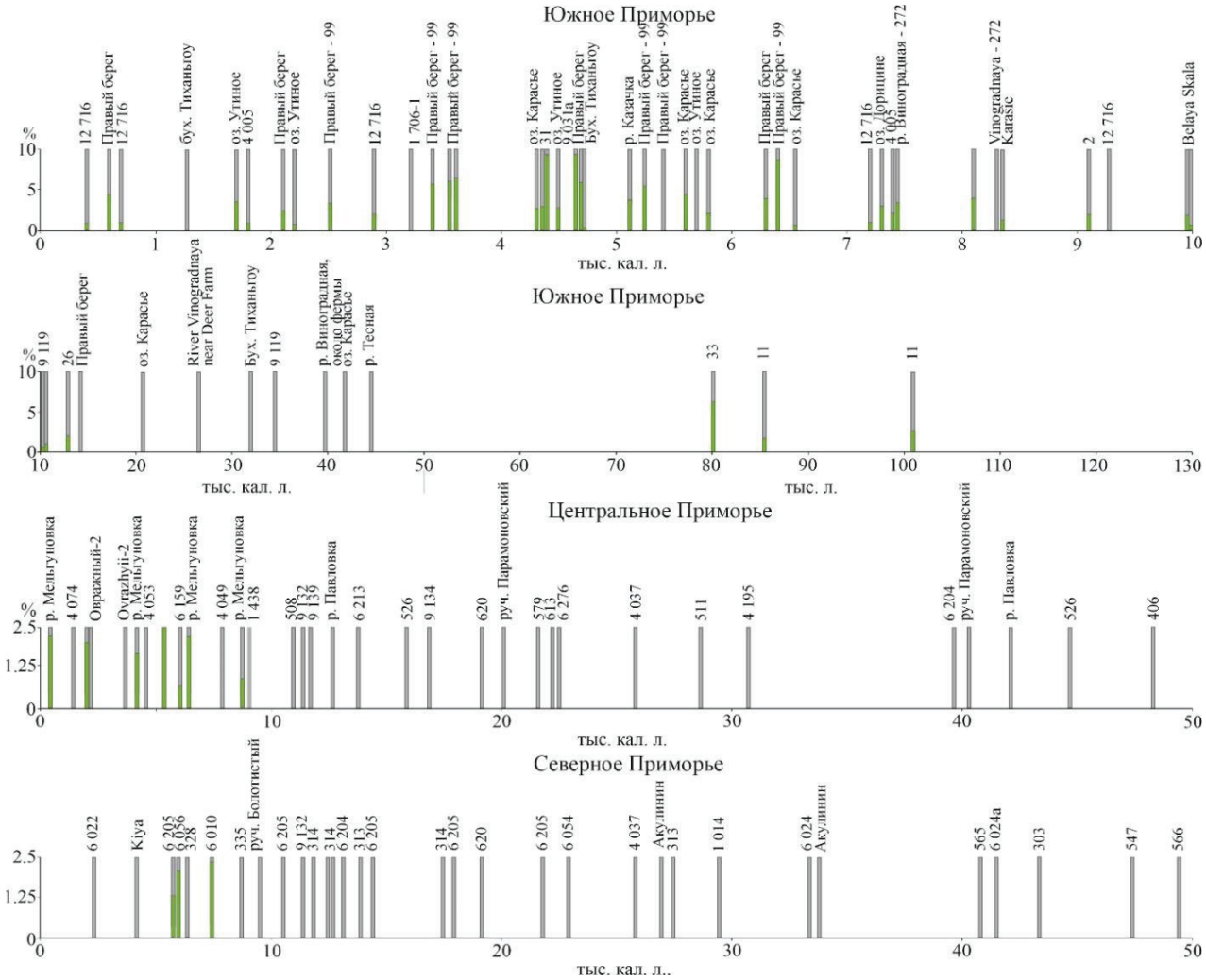


Рис. 1. Распределение пыльцы *Carpinus cordata* в отложения. Юга Дальнего Востока России
Зеленые столбцы – доля пыльцы *Carpinus cordata*, серые столбцы – отсутствие пыльцы *Carpinus cordata*.

Пыльца *Carpinus cordata* была обнаружена в разрезах 9 119, Белая Скала, 12 716 и Виноградная-272 (Микишин и др., 2008); в донных отложениях оз. Карасье [4], в скв. 2 и скв. 9. Содержание *Carpinus cordata* в пыльцевых записях не высокое. Оно колеблется до 2 % (в среднем 0,87 %). Более высокое содержание (2,0 %) пыльцы *Carpinus cordata* отмечено в скв. 2. Севернее, в Центральном Приморье, отдельные пыльцевые зерна *Carpinus cordata* были обнаружены только в разрезе Мельгуновка [1]. В других разрезах с Северного Приморья пыльцевые зерна *Carpinus cordata* не были обнаружены в отложениях возраста MIS 2.

Изменения доли пыльцы *Carpinus cordata* в пыльцевых летописях среднего голоцена (8,2–4,2 тыс. кал. л. н.). Пыльцевые зерна *Carpinus cordata* в отложениях среднего голоцена были обнаружены по всей территории Южного Приморья – в Южном, Центральном и Северном Приморье (Belyanin et al., 2025). Однако наибольший процент *Carpinus cordata* зафиксирован в отложениях Южного Приморья из скважины 31 (9,4 %), в трех образцах из разреза Правый Берег-99 (9,2 %, 5,7 % и 5,2 %) [14] и донных отложений оз. Карасье (6,75 %). В пыльцевых записях из других изученных разрезов и скважин ее доля варьируется от 0,6 до 4,5 % (см. рис. 1). Средний процент пыльцы *Carpinus cordata* в пыльцевых комплексах из отложений среднего голоцена Южного Приморья составляет 3,27%. Доля пыльцы этого растения в пыльцевых записях из более северных регионов – Центрального Приморья и Северного Приморья – не превышает 2,4% (в среднем 1,18%) и 2,3% (в среднем 1,12%), соответственно.

Изменения доли пыльцы *Carpinus cordata* в пыльцевых летописях позднего голоцена (4.2 тыс. кал. л. н. – по настоящее время). Пыльца *Carpinus cordata* из отложений позднего голоцена была обнаружена преимущественно в самой южной части региона (см. рис. 1). Ее процентное содержание в Южном Приморье колеблется от 0,9 до 6,4 % (в среднем 2,57 %). Наибольшее обилие пыльцы *Carpinus cordata* отмечено в разрезе Правый Берег–99 (6,4 %) и в трех образцах из разреза Правый Берег (4,5 %, 5,7 % и 6,1 %). Ископаемая пыльца *Carpinus cordata* в отложениях позднего голоцена Центрального и Северного Приморья не была обнаружена (см. рис. 1). Исключением является разрез реки Мельгуновка в Центральном Приморье и др., 2017). В нем были обнаружены отдельные пыльцевые зерна *Carpinus cordata*.

Заключение

Изменения таксономической структуры пыльцевых записей, полученные по разрезам Южного, Центрального и Северного Приморья позволили реконструировать изменения пространственного распространения *Carpinus cordata* на юге Дальнего Востока России Приморье в позднем неоплейстоцене (MIS 5–2) и в голоцене (MIS 1). Пыльцевые записи свидетельствуют, что сильные климатические колебания, происходившие в это время, вызвали значительные пространственные сдвиги ареала *Carpinus cordata* в Южном Приморье. Значительное потепление в MIS 5 привело к смещению ареала *Carpinus cordata* на север. В условиях самого теплого климата за последние 130 тыс. л. н. в период MIS 5e ареал *Carpinus cordata* в Южном Приморье мог сместиться на север как минимум на 500 км по сравнению с нынешним положением его северной границы. *Carpinus cordata* был более распространен в экосистемах региона, чем в настоящее время. По-видимому, его ареал охватывал Центральное и Северное Приморье, где это дерево в настоящее время не произрастает. При незначительном снижении температуры в MIS 5d и MIS 5b северная граница ареала *Carpinus cordata*, по-видимому, смещалась на юг на 300–400 км. В периоды MIS 5c и MIS 5a, когда климат был относительно теплым и влажным, но более холодным, чем в настоящее время, ареал *Carpinus cordata* охватывал только Южное Приморье. Резкое похолодание в MIS 4 привело к исчезновению *Carpinus cordata* из растительности Южного Приморья. Это дерево также не произрастало в регионе в условиях холодного и сухого климата в периоды MIS 3–2. Даже при максимальном потеплении в MIS 3 северная граница ареала *Carpinus cordata* не достигала

Южного Приморья. При значительном потеплении в раннем голоцене (~ 11,7 тыс. лет назад) ареал *Carpinus cordata* начал смещаться на север. Северная граница его ареала достигла крайнего юга Приморья ~ 10,4 тыс. лет назад. В период термического максимума в середине голоцена ареал *Carpinus cordata* сместился ещё севернее и около 8,7 тыс. лет назад достиг Центрального Приморья, где получил широкое распространение. В это время ареал *Carpinus cordata* был наиболее широко распространён на юге Дальнего Востока России за весь голоцен. Его ареал охватывал Центральное Приморье и достигал юга Северного Приморья. Похолодание в начале позднего голоцена вновь привело к исчезновению *Carpinus cordata* в Северном и Центральном Приморье. В результате последующего потепления во второй половине позднего голоцена ареал *Carpinus cordata* немного расширился на север. Однако он больше не охватывал Центральное и Северное Приморье.

Литература

1. Базарова В.Б., Лящевская М.С., Макарова Т.Р., Орлова Л.А. Обстановки осадконакопления на поймах рек Приханкайской равнины в среднем-позднем голоцене (юг Дальнего Востока) // Тихоокеанская геология. – 2018. – Т. 37. – № 1. – С. 94–105. https://doi.org/10.30911/0207-4028-2018-37-1-94-105
2. Белянин П.С., Белянина Н.И. К эволюции растительного покрова Приханкайской впадины и ее горного обрамления в позднем неонеоплейстоцене-голоцене (по палинологическим данным) // Тихоокеанская геология. — 2012. – Т. 31. – № 2. – С. 96–100.
3. Белянин П.С., Белянина Н.И. Эволюция долинных экосистем нижнего течения р. Бикин в позднем неоплейстоцене–голоцене // География и природные ресурсы. – 2018. – № 4. – С. 139–149.
4. 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 // Известия РАН. Серия Географическая, 2019. № 2. С. 69–84.
5. Колесников Б.П. В.Л. Комаров и ботанико-географическое районирование советского Дальнего Востока // Комаровские чтения. 1957. Вып. 6. – С. 3–26.
6. Короткий А.М., Караулова Л.П., Троицкая Т.С. Четвертичные отложения Приморья: стратиграфия и палеогеография. – Новосибирск: Наука. 1980. – 234 с.
7. Короткий А.М. Палинологическая характеристика и радиоуглеродные данные позднечетвертичных отложений Дальнего Востока России (нижняя часть Амура, Приморье, Сахалин, Курильские острова). В сб.: Позднечетвертичная растительность и климат Сибири и Дальнего Востока России (Палинологическая и радиоуглеродная база данных). Под ред. П.М. Андерсон и А.В. Ложкина. Магадан: Изд-во Северо-Восточного научного центра, 2002. С. 257–369.
8. Павлюткин Б.И., Белянина Н.И. Четвертичные отложения Приморья: некоторые итоги систематизации и дальнейшие перспективы изучения // Тихоокеанская геология. – 2002. – Т. 21. – № 3. – С. 80–93.
9. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Мохова Л.М., Макарова Т.Р., Паничев А.М., Кудрявцева Е.П., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Старикова А.А. Развитие ландшафтов Шкотовского плато Сихотэ-Алиня в позднем голоцене // Известия РАН. серия географическая. – 2016. – № 3. – С. 65–80.
10. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Мохова Л.М., Макарова Т.Р., Паничев А.М., Копотева Т.А., Кудрявцева Е.П., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю., Крупская В.В. Этапы развития ландшафтов предгорий Западного Сихотэ-Алиня // Известия РАН. серия географическая. – 2017. – № 4. – С. 97–111.

11. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А. и др. Васьковское болото как природный архив изменений среды Сихотэ-Алинского биосферного района в позднем голоцене. Тихоокеанская география. – 2025. – № 3. – Т. 23. – С. 44–64.

12. Belyanin P.S. Changes of the Carpinus cordata distribution in the south of the Russian Far East during the Late Pleistocene and the Holocene by pollen data // Journal of Asian Earth Sciences, 2025. Vol. 293. 106783. https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2025.106783

13. Krestov P.V., Song J.S., Nakamura Y., Verkholat V.P. A phytosociological survey of the deciduous temperate forests of mainland Northeast Asia. Phytocoenologia. – 2006. – Vol. 36. – № 1. – Pp. 77–150.

14. Mikishin Y.A., Petrenko T.I., Gvozdeva I.G., Popov A.N. Evolution of landscapes in Khasansky District (Southwest Primorye) in the Late Pleistocene – Holocene. In: Proceedings of International Symposium “Human Ecosystem Changes in the Northern Circum Japan Sea Area (NCJSA) in Late Pleistocene.Tokyo, 2008. – Pp. 82–94.

15. Nakamura Y., Krestov P.V. Coniferous forests of the temperate zone of Asia. In: Andersson, F. (Ed.), Coniferous Forests. Elsevier, New York, London, Paris, London, Brussels, 2005. P. 165–220.

16. POWO. Carpinus cordata Blume. Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew, UK, 2025. http://www.plantsoftheworldonline.org/

17. Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Mokhova L.M., Kudryavtseva E.P., Arslanov K.A., Maksimov F.E., Starikova A.A. Landscape and environmental changes along the Eastern Primorye coast during the middle to late Holocene and human effects. J. of Asian Earth Sci., 2018. Vol. 158. P. 160–172. https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2018.02.013.

18. Razjigaeva N., Ganzey L., Grebennikova T., Mokhova L., Kopoteva T., Kudryavtseva E., Belyanin P., Panichev A., Arslanov K., Maksimov F., Petrov A., Sudin V., Klimin M., Kornyushenko T. Holocene mountain landscapes development and monsoon variation in the southernmost Russian Far East. Boreas/ – 2021. – ol. 50. – 1043–1058. https://doi.org/10.1111/bor.12545. ISSN 0300-9483

19. Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Ponomarev V.I., Mokhova L.M., Grebennikova T.A. Application bioaerosol records for recovery of atmospheric circulation anomalies over the Kuril islands in the Late Glacial – Holocene. Quat. Sci. Rev., 2025. Vol. 353. 109222. https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2025.109222.

20. Root T.L., Price J.T., Hall K.R., Schneider S.H., Rosenzweig C., Pounds J.A. Fingerprints of global warming on wild animals and plants Nat., 2003. Vol. 421. P. 57–60. https://doi.org/10.1038/nature01333.

21. Shin S., Kim J.-H., Dang J.-H., Seo I.-S., Lee B. Elevational distribution ranges of vascular plant species in the Baekdudaegan mountain range, South Korea. J. Ecol. Environ. 2021. Vol. 45. No. 1. P. 62–71. https://doi.org/10.1186/s41610-021-00182-1.

22. Walther G.R., Post E., Convey P., Menzel A., Parmesan C., Beebee T.J.C. Fromentin J.M., Hoegh-Guldberg O., Bairlein F. Ecological responses to recent climate change. Nature, 2002416. Pp. 389–395. https://doi.org/10.1038/416389a.

УДК 551.89 DOI: 10.35735/9785605515623_319

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОБСТАНОВКИ ЗАХОРОНЕНИЯ КОСТНЫХ ОСТАТКОВ СТЕЛЛЕРОВОЙ КОРОВЫ НА О.БЕРИНГА

А.В. Котенков [1,2,3], Н.Е. Зарецкая [1,2], О.А. Крылович [2], Е.А. Кузьмичева [2], А.Б. Савинецкий [2]

[1]Институт географии РАН, Москва, Россия; email: avkotenkov@yandex.ru
[2] Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва, Россия
[3]Географический факультет Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова

Аннотация. На острове Беринга найдено большое количество костных остатков Стеллеровой морской коровы. Для более точного определения их возраста, реконструкции ареалов уникального рода фауны и определения дальнейших перспективных мест находок необходима чёткая привязка костных остатков к комплексам рельефа и типам рыхлых отложений. Для данных целей мы применили тафо-геоморфологический подход. Наибольшим тафономическим потенциалом обладают прибрежно-морские геоморфологические обстановки: пляжи, в меньшей степени низкие аккумулятивные и высокие абразионные морские террасы, береговые валы, сложенные морскими и лагунными отложениями. Множество находок представлено в эоловых отложениях, слагающих современные и средне-позднеголоценовые дюны. Единичные находки отмечаются во флювиальных обстановках: в дельтах, руслах, а также на поймах крупных рек.

Ключевые слова. *Формы и комплексы рельефа, рыхлые отложения, неотектонические поднятия, геологическая среда, стеллерова корова*

GEOMORPHOLOGICAL SETTING OF THE STELLER'S COW BONE REMAINS BURIAL ON THE BERING ISLAND

Kotenkov A.V. [1,2,3]; Zaretskaya N.E. [1,2]; Krylovich O.A. [2]; Kuzmicheva E.A. [2]; Savinetsky A.B[2].

[1]Institute of Geography RAS, Moscow, Russia; email: avkotenkov@yandex.ru
[2] Institute of Ecology and Evolution RAS, Moscow, Russia
[3]Faculty of Geography Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Abstract. A large number of Steller's sea cow bone remains have been found on Bering Island. For the more precise dating, reconstruction of their habitats and identification of further probable sites of finds, it is necessary to associate bone remains with landforms and depositional setting. For these purposes, we applied a tafo-geomorphological approach. Coastal-marine geomorphological environments have the greatest taphonomic power: beaches, in less degree low accumulative and high erosional marine terraces, beach ridges, composed of marine and lagoon sediments. Many finds are represented in the aeolian sediments composing the modern and Middle-Late Holocene dunes. Unique finds were fixed in fluvial setting: in deltas, riverbeds, and floodplains of large rivers.

Key worlds: *Landforms and their complexes, quaternary deposits, neotectonic movements, sedimentary setting, Steller's cow.*

Введение. Остров Беринга входит в архипелаг Командорских островов и является самым западным в пределах Командорско-Алеутской островной дуги. Благодаря своему изолированному положению по меньшей мере с неоген-четвертичного времени он являлся рефугиумом для уникальной эндемичной фауны позвоночных Северной Пацифики − например, коровы Стеллера. В XVIII–XIX веках при заселении и освоении человеком острова

корова была полностью истреблена, и о её существовании свидетельствуют только сохранившиеся костные остатки, которых известно более 550 находок на о. Беринга [7]. Несмотря на большое количество находок, они почти все представлены в виде отдельных костей разных особей, редко в виде целых скелетов. В связи с этим представляется очень трудным установить как ареалы данного позвоночного, так и механизм и среды захоронения костных остатков. Существующие находки на данный момент не привязаны ни геоморфологически, ни стратиграфически [7]. Анализ геологического строения, рельефа и четвертичных отложений территории во взаимосвязи с переотложением и захоронением костных остатков позволят не только найти новые кости животных, оценить степень их сохранности в разных геолого-геоморфологических обстановках, но и уточнить данные о распространении стеллеровой коровы как на о. Беринга, так и на других островах Алеутской островной дуги. Целью нашей работы является выявление геолого-геоморфологических обстановок, наиболее перспективных для захоронения костных остатков Стеллеровой коровы на о. Беринга.

Материалы и методы. У авторов есть около 300 находок костей стеллеровой коровы. Только 64 из них имеют чёткие координаты, и можно определить места их захоронения, местоположение же остальных находок, в основном в северо-западной части острова, можно было установить только из их описания. Кости морской коровы собраны разными биологами, начиная с 1991 года в разных частях о. Беринга. Для идентификации геоморфологических обстановок проанализированы результаты предшествующих исследований геолого-геоморфологического строения территории [1,3,4,5-7,9], собственные полевые фотоматериалы и описания разрезов торфяников и почвенно-пирокластического чехла (ППЧ) в северной части острова, а также данные дистанционного зондирования (ДДЗ) в виде космических снимков с высоким пространственным разрешением (~1,24 м/пиксель) (ESRI World Wide Imagery и Google Satellite) (URL: https://doc.arcgis.com/en/data-appliance/latest/maps/world-imagery.htm), а также региональную цифровую модель рельефа (ЦМР) с пространственным разрешением 2 м (URL: https://doc.arcgis.com/en/data-appliance/latest/maps/world-imagery.htm). По ней определялись абсолютные и относительные высоты форм рельефа, характер расчленения поверхности, формы продольных и поперечных профилей речных долин и др.

Различные формы рельефа и подстилающие их рыхлые отложения являются как местами первичных захоронений, так и зонами переотложения костных остатков, то есть своеобразными тафономическими «ловушками». Изучая приуроченность костных остатков к разным геоморфологическим обстановкам, мы применили новый тафо-геоморфологический подход. Вспомогательными методами являлись геоморфологическое дешифрирование и профилирование. Благодаря им, более подробно описаны генетические типы рельефа в северной части острова, в частности, дополнены данные по строению речных долин р. Гаванской и р. Каменки и выявлено, что у них чётко морфологически выражена только одна надпойменная терраса, а не две, как в работе [4]. По результатам анализа поля высот выделено три макроблока в пределах острова Беринга, которые различаются по скоростям неотектонических поднятий [1,5].

Результаты и обсуждение. В южной и северной частях острова представлен денудационно-тектонический рельеф. Это горный хребет, сильно расчленённый, с перепадом высот от 200 м на северо-западе до 900 м на северо-востоке. Хребет разделён на два макроблока рекой Половинной. Для этих морфоструктурных единиц характерна весьма высокая средняя скорость неотектонических движений (3−4 мм/год) [1]. В связи с этим 99 % находок костей морской коровы здесь сконцентрированы на узких карманных пляжах, единичные находки отмечаются в дельтах рек и на низкой морской террасе на высоте 8−10 м над у. м. (рис.1). В то же время северный макроблок сильно отстаёт в поднятии (1 мм/год), поэтому в этом районе были более благоприятные условия для интенсивной аккумуляции в

четвертичном периоде. Здесь сформировались мощные толщи морских, лагунных, болотных, аллювиальных и эоловых отложений (выше 20 м) [4,5,9]. На север от р. Каменки (макроблок 3) представлены широкие пляжи до 1 км, крупные речные долины шириной более 500 м с выраженными поймами и I НПТ, параболические дюны разновозрастных генераций высотой до 40 м, и серия низких аккумулятивных голоценовых [5], и высоких абразионных поздненеоплейстоценовых морских террас [4,5]. Поэтому в северной части сконцентрировано наибольшее число находок (рис. 1) костей стеллеровой коровы. В прибрежно-морских геоморфологических обстановках помимо пляжей множество костных остатков отмечается в пределах низких морских террас (до 10 м) [5] в западной части северного макроблока и на уступах, бровках и площадках высоких террас (выше 20 м) на северо-востоке острова. Также отдельные кости были найдены на береговых валах и в понижениях между ними на высоте до 10 м над уровнем моря. Находки на пляжах могут объясняться тем, что скелеты, кости, и сами умершие организмы вынесены штормами, на остальные из перечисленных геоморфологических уровней они могли попасть при более высоких положениях уровня моря в голоцене, обусловленных как климатическими причинами, так и неотектоническими движениями [5,9]. Отдельные костные остатки, найденные на 6ти- и 10ти-метровых низких террасах в пос. Никольское, могли быть переотложены в результате террасирования при строительстве посёлка.

Большой массив находок отмечается в пределах поздненеоплейстоцен-голоценового [5] эолового комплекса к СЗ от пос. Никольское. Костные остатки приурочены к эоловым отложениям, слагающим современные и средне-позднеголоценовые генерации дюн. Эти находки являются более древними, чем на пляжах, так как эоловый комплекс сформировался в результате перевевания песков, слагавших пляжи в то время.

Рис.1. Соотношение количества находок костных остатков Стеллеровой коровы в разных геоморфологических обстановках, комплексах и формах рельефа на о. Беринга.

Особый интерес представляют находки костных остатков во флювиальных геоморфологических обстановках, особенно на пойме и I НПТ в долине р. Каменки. Вероятно, кости были принесены при более высоких положениях уровня моря на севере острова и затем перемещены речным потоком и переотложены во время половодий. Также ещё не изучена

озёрно-аллювиальная равнина и подстилающие её озёрные и болотные отложения с точки зрения их тафономического потенциала.

Примечание: на диаграмме в дюнном комплексе количество находок примерное, так как все они лишены пространственной привязки, и мы можем судить об их местоположении только по их описанию. Точное количество на диаграмме указано только у костных остатков, имеющих пространственную привязку.

Выводы

В средней и южной частях острова Беринга, интенсивно испытывающих поднятие в неоген-четвертичное время, находки костных остатков приурочены к узким карманным пляжам. Остальное пространство занимает тектоно-денудационный рельеф. На севере острова, где скорости неотектонических поднятий в два раза меньше, в четвертичном периоде сформировались морские, флювиальные, озёрно-аллювиальные и эоловые аккумулятивные комплексы рельефа, сложенные мощными толщами морских, лагунных, аллювиальных, болотных и эоловых отложений. Поэтому именно на севере сконцентрирована бóльшая часть найденных костных останков Стеллеровой коровы.

Таким образом, наибольшим тафономическим потенциалом обладают прибрежно-морские геоморфологические обстановки, в основном - пляжи. На втором месте стоят разновозрастные генерации дюн, преимущественно современные и позднеплейстоценовые. На третьем месте выделяются флювиальные обстановки, где костные остатки отмечены в дельтах и руслах рек, а также единичные находки были сделаны на поймах крупных рек (р. Гаванская и р. Каменка) и I НПТ р. Каменки.

Благодарности. *Исследование выполнено за счёт финансирования гранта РНФ № 25-14-00427 «Устойчивость или уязвимость − островные и морские экосистемы Командорско-Алеутской островной дуги в голоцене». Авторы признательны С. В. Фомину, Е. Г. Мамаеву и сотрудникам государственного национального парка "Командорские острова" за всестороннюю помощь в работе экспедиции и на этапе обработки материалов.*

Литература

1. Булочникова А.С. Морфотектоника Алеутской островной дуги: автореф. дис. … канд. геогр. наук. – Москва, 2013. – 28 с.

2. Зарецкая Н.Е., Крылович О.А., Котенков А.В., Кузьмичёва Е.А., Самсонов С.В., Бурова В.В., Петров О.Л., Савинецкий А.Б. Остров Беринга в голоцене: взаимодействие природы и человека // Сборник материалов международного археологического симпозиума, посвящённого 100-летию со дня рождения чл.-корр. РАН Н.Н. Дикова, 29−2 сентября, 2025. С.138−141. DOI: 10.17746/7803-0357-2.2025. С.138−141.

3. Иващенко Р.У., Казакова Э.Н., Сергеев К.Ф., Сергеева В.Б., Стрельцов М.И. Геология Командорских островов. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1984. – 193 с.

4. Камчатка, Курильские и Командорские острова. – М.: Наука, 1974. – 439 с.

5.Разжигаева Н.Г., Гребенникова Т.А., Мохова Л.М., Ганзей Л.А., Чуян Г.Н. Плейстоценовое осадконакопление в береговой зоне острова Беринга (Командорские острова) // Тихоокеанская геология. – 1997. – Т. 16. – № 3. – С. 51–62.

6. Уфимцев Г.Ф., Ставров В.Н. Новейшая тектоника Северной половины острова Беринга // Геология и геофизика. – 1978. – №7. – С.26−31.

7. Чуян Г.Н., Разжигаева Н.Г., Быкасов В.Е. Геоморфология прибрежной зоны острова Беринга // Труды Камчатского филиала Тихоокеанского института географии. – 2004. – №5. – С. 421−426.

8. Mattioli S., Domning D.P. An Annotated List of Extant Skeletal Material of Steller's Sea Cow (Hydrodamalis gigas) (Sirenia: Dugongidae) from the Commander Islands // Aquatic Mammals. – 2006. – Vol. 32. – № 3. – Pp. 273−288. DOI:10.1578/AM.32.3.2006.273 2006.

9. Razjigaeva N.G., Grebennikova T.A., Ganzey L.A., Mokhova L.M., Chuyan G.N. Tectonic and sea-level oscillation factors in formation of Bering Island marine terraces // Proceedings of the Hornafjordur international symposium, the town of Hornafjordur, Iceland, June 20−24, 1994.

10. ArcticDEM Explorer [Электронный ресурс]. URL: https://www.pgc.umn.edu/data/arcticdem/ (дата обращения: 27.11.2025).

11. ESRI World Imagery // ArcGIS Data Appliance [Электронный ресурс]. URL: https://doc.arcgis.com/en/data-appliance/latest/maps/world-imagery.htm (дата обращения: 20.01.2025).

УДК 502.3 DOI: 10.35735/9785605515623_324

ЗАПИСЬ КОРОТКОПЕРИОДНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ЛЕТНЕГО МУССОНА В РАЗРЕЗАХ РАЗНОФАЦИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВБЛИЗИ НЭБ «СМЫЧКА», ВОСТОЧНОЕ ПРИМОРЬЕ

Н.Г. Разжигаева[1], Л.А. Ганзей[1], Т.А. Гребенникова[1], Л.М. Мохова[1], П.С. Белянин[1], Т.Р. Макарова[1], Е.П. Кудрявцева[1], Т.А. Копотева[2], М.А. Климин[2]
[1]Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток
[2]Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск

Аннотация. Проанализировано проявление палеоклиматических событий за последние 7610 лет, определяющих развитие и смену обстановок осадконакопления. Палеореконструкции выполнены на основе комплексного изучения серии разрезов, включающих торфяник Васьковской пади и разнофациальные отложения в нижнем течении р. Монастырка, слагающие лагунную террасу, высокую пойму с погребенным торфяником, накопление которого происходило в старице, и торфяник в бессточной балке. Выделен ряд короткопериодных похолоданий, сопровождавшихся уменьшением увлажнения в условиях ослабления летнего муссона, и периоды высокой водности, связанной с активизацией циклогенеза. Количество атмосферных осадков увеличилось последние 1300 лет, повторяемость и интенсивность паводков увеличивалась в малый ледниковый период.

Ключевые слова: *климатические изменения, засухи, паводки, циклогенез, голоцен, Дальний Восток*

RECORD OF SHORT-TERM SUMMER MONSOON CHANGES IN DIFFEREN FACIAL SEDIMENT SEQUENCES NEAR SCIENTIFIC STATION «SMYCHKA», EASTERN PRIMORYE

N.G. Razjigaeva[1], L.A. Ganzey[1], T.A. Grebennikova[1], L.M. Mokhova[1], P.S. Belyanin[1], T.R. Makarova[1], T.A. Kopoteva[2], M.A. Klimin[2]
[1]Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok
[2]Institute of Water and Ecology Problems FEB RAS, Khabarovsk

Abstract. The manifestations of paleoclimatic events over the past 7610 years, determining the development and change of sedimentation environments, are analyzed. Reconstructions are based on multi-proxy study of some sections, including the Vaskovskaya Pad' peat bog and deposits of various facies in the lower reaches of the Monastyrka River – a lagoon terrace, a high floodplain with buried peat bog accumulated in flood lake, and a peat bog in small valley. A series of short-term cold events, accompanied by reduced moisture during the weakening summer monsoon, and periods of high water levels associated with the activation of cyclogenesis were identified. Precipitation has increased over the past 1300 years, recurrence and intensity of floods increased during the Little Ice Age.

Key words: *climatic changes, droughts, floods, cyclogenesis, Holocene, Far East*

Введение. Научно-экспедиционная база (НЭБ) «Смычка» расположена в периферийной части Сихотэ-Алинского биосферного района, где более 50 лет проводятся наблюдения за состоянием геосистем как в зонах загрязнения горнорудного производства, так и в фоновых природных условиях [1]. Одним из факторов развития геосистем является климат, определяющий не только их функционирование при современной ситуации, но и влиявший на их эволюционное развитие в голоцене. Особенно важным представляется получение высокоразрешающих реконструкций изменений ландшафтных компонентов, позволяющих

оценить реакцию геосистем на короткопериодные изменения климата. Расположение района около морского побережья определяет высокую информативность изучаемых объектов о процессах, происходивших на контакте «суша-море». Одной из проблем здесь является реконструкция интенсивности летнего муссона, контролировавшего выпадение атмосферных осадков, количество которых существенно менялось в голоцене [6]. Целью работы является анализ изменения увлажнения, как проявления активности летнего муссона, восстановленного на основе развития биотических компонентов и динамики обстановок осадконакопления на побережье и в долинах разнопорядковых водотоков в окрестностях НЭС «Смычка».

Материалы и методы. Изучены торфяник Васьковского болота и 5 разрезов разнофациальных отложений в нижнем течении р. Монастырка: среднеголоценовая лагунная терраса, высокая пойма и заболоченная балка на левом борту долины (рис. 1). Биостратиграфическое изучение включало диатомовый, спорово-пыльцевой и ботанический анализы, выполненные по стандартным методикам. Возрастная привязка сделана с помощью моделирования в программе Bacon 2.2 [5] на основе радиоуглеродного датирования. Приведен календарный возраст.

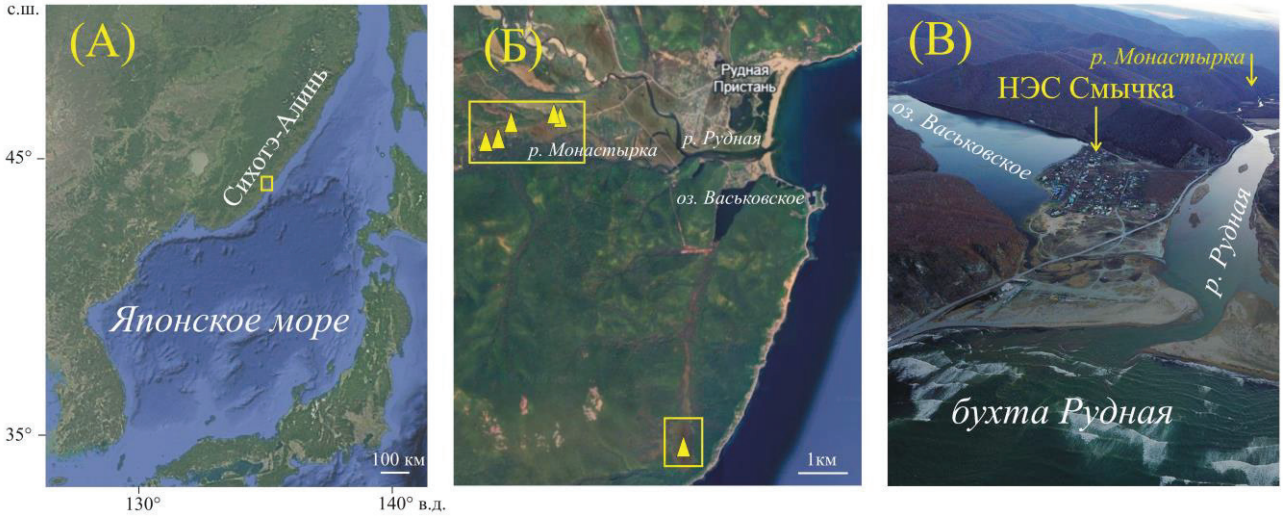


Рис. 1. Район работ: (А) положение района работ в Япономорском регионе; (Б) положение модельных участков с изученными разрезами около НЭС «Смычка»; (В) фото побережья около устья р. Рудная (shpatak.livejournal.com)

Результаты и их обсуждение. Реконструкции, сделанные по разрезу торфяника Васьковского болота, охватывают последние ~5120 лет, торф начал накапливаться с 4870 л.н. в условиях перехода к потеплению и увеличению увлажнения [4]. По данным ботанического анализа выделено 5 стадий развития болота. На начальном этапе в условиях избыточного слабо минерализованного грунтового питания с переменным режимом здесь формировалась залежь низинного типа. Основными растениями-торфообразователями были осоки. С 2900 л.н. стало холоднее и суше, болото стало зарастать преимущественно кустарниковой березой. Часто стали проходить пожары. Древесно-осоковый торф накапливался 2120–1180 л.н., среди древесных встречены остатки берез (*Betula ovalifolia, B. platyphylla*) и ольхи. При увеличении увлажнения ~1310 л.н. появился гигрофильный сфагновый мох *Sphagnum orientale*. Гидрологический режим стал более контрастным 1180–470 л.н. В последние 470 лет стал более развит древесный ярус.

Анализ распределения диатомей позволил выделить 5 стадий развития болотных обстановок. Увеличение концентраций створок диатомей, рост содержания планктона являются свидетельствами обводнения болота. Наличие видов, характерных для текущих вод, наряду с высокой зольностью торф указывают на прохождение сильных ливней и наводнений.

«Сухие» периоды фиксируются развитием почвенных видов и диатомей, толерантных к осушению поверхности. Развитие болота 5120–2900 л.н. происходило в хорошо увлажненных условиях. Снижение увлажнения и развитие почвенных процессов произошло 2900–2120 л.н, пик содержания арктобореальных диатомей зафиксирован ~2356 л.н. Затем началось постепенное повышение обводненности болота. Присутствие озерно-реофильных видов указывает на влияние проточных вод. Повторяемость наводнений снижалась 1540–1010 л.н. Хорошо обводненное болото существовало 830–200 л.н. С 650 л.н. увеличилось количество арктобореальных диатомей. Последние 200 лет болото развивалось в условиях снижения увлажнения.

Многопородные широколиственные леса, реликты лесной растительности оптимума голоцена, существовали в низкогорье в начале позднего голоцена. Распространение кедра корейского и ели произошло при снижении температурного фона ~3660 л.н. и последующем прогрессирующем похолодании, сопоставимым с глобальным событием 2800–2600 л.н. [14]. Большую роль в снижении увлажнения играло уменьшение интенсивности летнего муссона и активности циклогенеза, связанного с падением температуры поверхности Тихого океана в западной части тропической зоны [12], а также активизация Эль-Ниньо [9]. В этот период при перестройке зимней циркуляции к летней континентальные циклоны стали более активными, струйное течение (Westerly Jet) смещалось к северу [10]. В разрезе торфяника зафиксирован привнос пыльцы хвойника (3290–2900 л.н.), возможно, с пыльными бурями из внутренних частей континента. В Васьковской пади постоянно происходили пожары, особенно в сухие сезоны 2520–1780 л.н., что привело к развитию березовых лесов на ближайших склонах.

С ростом увлажнения 1310 л.н. связано распространение еловых, кедрово-еловых, а на более низких уровнях – кедрово-широколиственных лесов. В средневековый климатический оптимум увеличились площади дубовых лесов. Роль кедра корейского и темнохвойных, включая пихту, существенно увеличивалась 830 л.н. Участие темнохвойных видов снизилось в последние 200 лет, хотя еще в начале XX в. в горах было много кедра корейского, участие которого в последние десятилетия существенно снизилось. Палиноспектры из кровли торфяника показывают широкое развитие вторичных дубняков с участками, занятыми березой.

На основе изучения 5 разрезов разнофациальных отложений в долине р. Монастырка восстановлено развитие природной среды последние 7440 лет (рис. 2). При подъеме уровня моря до отметок, близких к современному, и ингрессии морских вод в нижнюю часть бассейна р. Рудная береговая линия располагалась ~4 км вглубь суши относительно современной [2]. В нижнем течении р. Монастырка образовалась приустьевая лагуна, в которой происходило осаждение тонких взвесей и начали накапливаться алевро-пелитовые осадки. Речной сток был высоким, количество атмосферных осадков в Приморье в среднем голоцене превышало современные значения на ~400 мм [3]. О высокой повторяемости наводнений свидетельствует низкая концентрация диатомей, которая в некоторые периоды снижалась до ≤6–9 тыс. створок/г за счет активного терригенного разбавления. Активизацию летнего муссона подтверждают и данные по изотопам кислорода и углерода из сталагмитов пещеры Тетюхе [13], расположенной в 30 км от района исследований.

Выделено 10 стадий развития лагуны, наибольшее влияние моря отмечено 6910–5640 л.н. По мере проградации береговой линии связь с морем прекратилась, водоем стал пресноводным, заплеск морских вод происходил только в сильные шторма или цунами. Увеличение речного стока, связанного с активизацией циклогенеза, зафиксировано 6800–6600 и 6200–6140 л.н. В разрезе лагунной террасы обнаружены оторфованные прослои, образованные в кратковременные похолодания при снижении увлажнения. Здесь ярко проявилось похолодание 7310–6910 л.н. (с максимумом 7010–6910 л.н.), близкое по возрасту к холодному событию северного полушария 4с (7020–6780 л.н.), при котором отмечено снижение интенсивности восточноазиатского летнего муссона [7]. Обводнение долины уменьшалось и

около 4200 л.н. Похолодание, сопровождавшееся иссушением, отмечено в многочисленных разрезах на северо-востоке Китая [15], на Корейском п-ове [11] и Японских островах [8].

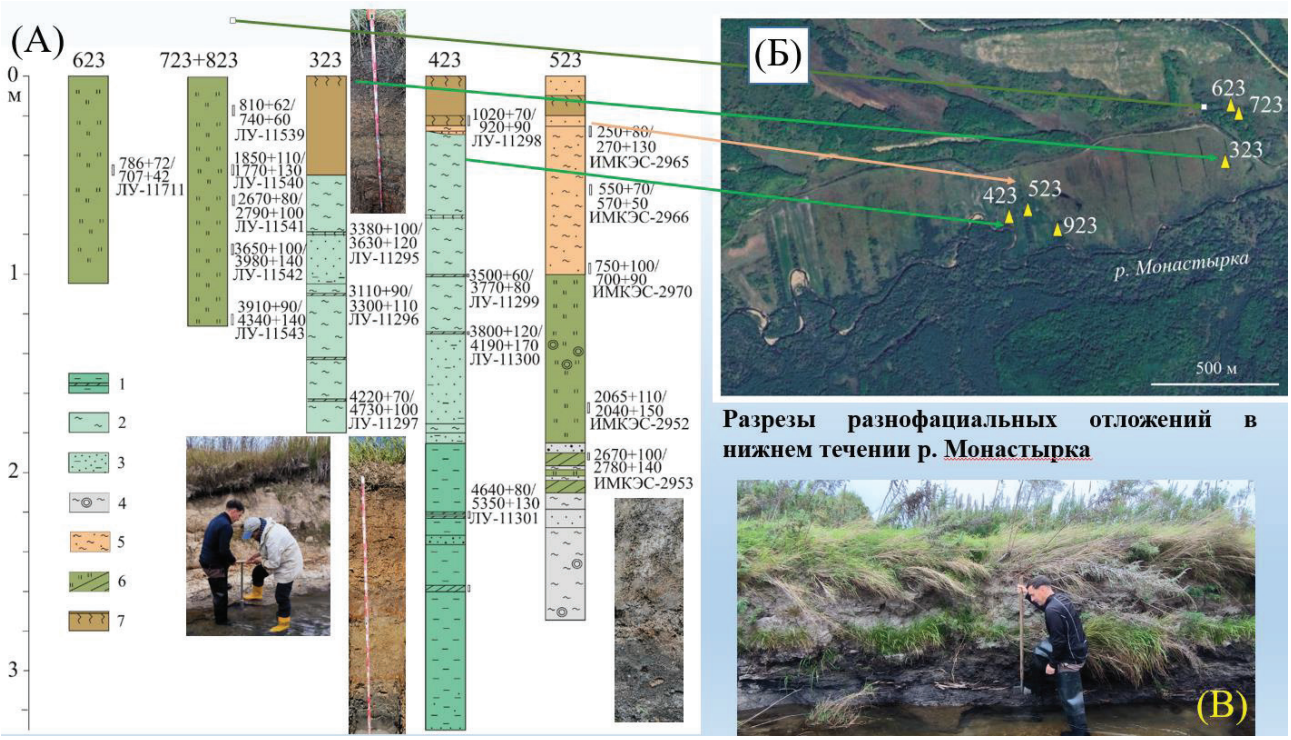


Рис. 2. Строение разнофациальных отложений в нижнем течении р. Монастырка. (А-Б) изученные разрезы, их положение и фото разреза лагунной террасы, (В) разрез высокой поймы с погребенным торфяником; 1 – лагунные алевропелиты с оторфованными прослоями; 2 – озерные отложения; 3 – заиленные пески; 4 – старичные суглинки с древесиной; 5 – пойменные суглинки и супеси; 6 – торф и органо-минеральные отложения; 7 – почва

Спуск водотока связан с малоамплитудной регрессией Японского моря [3] и эрозионным врезом. Уменьшение водности водотока в условиях снижения атмосферных осадков и развитие меандрирования на участке, где ранее существовала лагуна, зафиксировано в разрезе отложений старицы. Здесь при похолодании 2970 л.н. в более сухих условиях начал накапливался травяно-гипновый и гипновый сильно минерализованный торф с высокой степенью разложения. Выделено 7 стадий развития старицы, связанные с изменением обводнения. Около 2610–1980 л.н. по обрамлению водоема развивались осушки. Значительное участие в растительном покрове принимали ива и береза кустарниковая. Наводнения проходили, но не были интенсивными, лагунная терраса не затапливалась. Часто происходили пожары – в торфе обнаружено много углей. Около 1510 л.н. основными торфообразователями стали осоки (*Carex vesicata, C. limosa, C. meyeriana*), а также сабельник, хвощ, камыш. Торф накапливался в условиях контрастного увлажнения. При увеличении количества атмосферных осадков 1390–700 л.н. наблюдалось обводнение старицы, но крупных наводнений не было.

Повторяемость наводнений резко увеличилась в условиях активизации летнего муссона и циклогенеза в переходный период от средневекового климатического оптимума и в малый ледниковый период, когда сформировалась высокая пойма. Мощность слоя суглинков, перекрывших погребенный торфяник достигает 1 м. Данные по другим районам Приморья показывают, что весь регион находился в зоне активного циклогенеза.

Изучение торфяника в заболоченной балке показало, что торфообразование по обрамлению палеоозера началось ~3500 л.н. Эволюция обстановок осадконакопления шла от

эвтрофного озера к сильно обводненному болоту, особенно значительное снижение обводнения зафиксировано с 2900 л.н., когда широкое развитие получили почвенные диатомеи. Гидрологический режим был неустойчивым. Развитие обводненного болота с участием сфагновых мхов происходило 2700–2250 л.н. с последующим снижением обводнения и образованием осушек 2250–1800 л.н. Более прохладные и сухие условия наблюдались 1470–1270 л.н. с последующим обводнением вплоть до образования озерка. Влажные условия наблюдались в малый ледниковый период.

Палиноспектры из разреза погребенного торфяника и отложений высокой поймы позволили выделить 6 фаз развития лесной растительности на склонах и травянистых группировок в долине. Около 2610–1900 л.н. в низкогорье были распространены еловые леса с участием берез, возможно, были фрагменты березняков. Широколиственные леса занимали ограниченные защищенные участки. В долине были развиты ольховые леса с папоротниковым покровом. Около 1900–700 л.н. в составе темнохвойных лесов на склонах стало больше пихты. В конце периода условия были благоприятными для развития кедра корейского и кедрово-широколиственных лесов, почти исчезли долинные ольховые леса. В условиях похолодания и обводнения 700–630 л.н. стали распространены ельники, на гарях – березняки, появились вторичные дубняки. В долине восстановились ольховые леса, меньше стало открытых пространств. В отложениях, образованных 630–250 л.н., увеличилось содержание пыльцы кедра корейского (до 18%), в отдельных пробах наблюдаются пики пыльцы пихты, несколько снизилась доля пыльцы древесных берез. Встречена пыльца заносных растений и сорняков, что свидетельствует об активной антропогенной деятельности в долине. В верхней части найдена пыльца *Fagopyrum* – вероятно, были посадки гречихи. Найдена пыльца амброзии. Стало меньше пыльцы ольхи – по-видимому, часть долинных лесов была уничтожена и занята пашней и сенокосами. В осадках исторического периода стало больше пыльцы граба, занесенной с юга. Находки аллохтонной пыльцы криптомерии, перенесенной с Японских о-вов, свидетельствуют об активизации циклогенеза.

Заключение

Основным фактором, приводящим к изменению лесной и болотной растительности на изученных модельных участках, были короткопериодные разнонаправленные климатические колебания, на фоне которых определенную роль играли пожары, скорее всего, антропогенной природы. При разном уровне теплообеспеченности большое влияние на развитие биотических компонентов оказывали вариации увлажнения, связанные с изменением интенсивности летнего муссона и активностью циклогенеза. Увеличение увлажнения зафиксировано с 1310 л.н., влажно было в средневековый климатический оптимум и малый ледниковый период, который был наиболее благоприятным для распространения темнохвойных лесов и кедра корейского. Выделены периоды с усилением частоты наводнений и более сухие фазы. Наиболее сильные пожары происходили во время освоения территории представителями лидовской культуры и государства Бохай. Данные по бассейну р. Монастырка свидетельствуют о более широком развитии хвойных пород по сравнению с близлежащими участками, расположенными вблизи моря, где более активный ветровой режим и частые туманы. Выделены периоды более широкого развития кедрово-широколиственных лесов, а также образования вторичных березняков на гарях и дубовых лесов в последние столетия. Проведенные исследования имеют важность для выявления унаследованных реликтовых состояний природных компонентов, что является одной из задач геосистемного мониторинга.

Финансирование. *Работа выполнена при поддержке гранта Минобрнауки РФ (Соглашение № 075-15-2024-554 от 24.04.2024) и в рамках тем государственных заданий № 125021302113-3 и ИВЭП ДВО РАН № 121021500060-4. При подготовке и просмотре проб использовалось оборудование ЦКП ТИГ ДВО РАН.*

Литература

1. Баденков Ю.П., Качур А.Н., Копцев А.П., Кудрявцева Е.П., Шулькин В.М., Христофорова Н.К. Полвека географических исследований и мониторинга в Сихотэ-Алинском биосферном районе (к 50-летию научно-экспериментальной станции «Смычка» // Тихоокеанская география. 2022. – № 4. – С. 60–71. DOI: 10.35735/26870509_2022_12_6

2. Игнатов, Е.И. Береговые морфосистемы. – М.-Смоленск: Маджента, 2004. – 352 с.

3. Короткий А.М., Гребенникова Т.А., Пушкарь В.С., Разжигаева Н.Г., Волков В.Г., Ганзей Л.А., Мохова Л.М., Базарова В.Б., Макарова Т.Р. Климатические смены на территории юга Дальнего Востока в позднем плейстоцене-голоцене // Вестник ДВО РАН. – 1997. – № 3. – С. 121–143.

4. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Мохова Л.М., Белянин П.С., Кудрявцева Е.П., Шекман Е.А., Копотева Т.А., Климин М.А. Васьковское болото как природный архив изменений среды Сихотэ-Алинского биосферного района в позднем голоцене // Тихоокеанская география. 2025. – № 3. – С. 44-64.

5. Blaauw M., Christen J.A. Flexible paleoclimate age-depth models using an autoregressive gamma process // Bayesian Analysis. – 2011. V. 6. – Pp. 457–474. https://doi.org/10.1214/ba/1339616472

6. Chen R., Shen J., Li C., Zhang E., Sun W., Ji M. Mid- to late-Holocene East Asian summer monsoon variability recorded in lacustrine sediments from Jingpo Lake, Northeastern China // Holocene. 2015. V. 25. P. 454–468.

7. Gorbarenko S.A., Shi X., Liu Y., Bosin A.A., Vasilenko Y.P., Artemova A.V., Yanchenko E.A., Zou J., Yao Z., Kirichenko I.S. Reconstructing Holocene centennial cooling events: synthesized temperature changes, chronology, and forcing in the Northern Hemisphere // Front. Earth Sci. 2024. V. 12. P. 1415180. https://doi.org/10.3389/feart.2024.1415180

8. Leipe C., Müller S., Hille K., Kato H., Kobe F., Schmid M., Seyffert K., Spengler III R., Wagner M., Weber A.W., Tarasov P. Vegetation change and human impacts on Rebun Island // Quaternary Science Reviews. – 2018. – V.193. – Pp. 129-144. https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2018.06.011

9. Moy C.M., Seltzer G., Rodbell D.T., Anderson D.M. Variability of El Niño/Southern Oscillation activity at millennial timescales during the Holocene epoch // Nature. 2002. V. 420(6912). Pp. 162–165. https://doi.org/10.1038/ nature01194

10. Nagashima K., Tada, R., Toyoda, S. Westerly Jet – East Asian summer monsoon connection during the Holocene // Geochem. Geophys. Geosyst. – 2013. – V. 14. – Pp. 5041–5053.

11. Park, J.; Park, J.; Yi, S.; Kim, J.C.; Lee, E.; Choi, J. Abrupt Holocene climate shifts in coastal East Asia, including the 8.2 ka, 4.2 ka, and 2.8 ka BP events, and societal responses on the Korean Peninsula // Scientific Reports. 2019. V. 9. Pp. 10806. https://doi.org/ 10.1038/s41598-019-47264-8.

12. Stott L., Cannariato K., Thunell R., Haug G.H., Koutavas A., Lund S. Decline of surface temperature and salinity in the western tropical Pacific Ocean in the Holocene epoch // Nature. 2004. V. 431(7004). Pp. 56–59.

13. Wang K., Zhao J., Cai Y., Zhang H., Li H., Zhang X., Zhang X., Wan J., Gorbarenko S.A., Bersenev Yu.I., Vasilenko Yu.P., Cheng H. Contrasting responses of monsoon rainfall and speleothem oxygen isotope between Northeast Asia and North China during the early-mid Holocene // Geophysical Research Letters. – 2025. – V. 52. P. e2025GL114717. https://doi.org/10.1029/2025GL114717

14. Wanner H., Solomina O., Grosjean M., Ritz S.P., Jetel M. Structure and origin of Holocene cold events // Quaternary Science Review. – 2011. – V. 30. – Pp. 3109–3123.

15. Zhou X., Liu X., Zhan T., Oyebanji D.B., Zhang J., Tu L., Jiang S. Low-latitude forcing on 4.2 ka event indicated by records in the Asian monsoon region // Global and Planetary Change. 2024. V. 235. Pp. 104401. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2024.104401

УДК [553.98:550.84+563.12](256.53) DOI: 10.35735/9785605515623_330

ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ РАКОВИН БЕНТОСНЫХ ФОРАМИНИФЕР КОЛОНКИ LV50-27 (ОХОТСКОЕ МОРЕ)

Утюпин Л.О.,
Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток

Аннотация. В работе представлены результаты изотопно-геохимического исследования ($\delta^{13}C$ и $\delta^{18}O$) раковин бентосных фораминифер вида *Nonionellina labradorica* из колонки донных осадков LV50-27, отобранной на подводном склоне северо-восточного Сахалина (Охотское море). Установлено, что высокие значения $\delta^{18}O$ находятся в диапазоне от 3,24 до 4,09‰. В то же время выявлена высокая изменчивость $\delta^{13}C$ — от -0,97‰ до -35,56‰. В разрезе колонки идентифицированы два интервала (90–180 см и 230–300 см), характеризующиеся резкими негативными экскурсами $\delta^{13}C$. В данных интервалах раковины фораминифер имеют морфологические признаки вторичного изменения (желтоватая окраска, «морозоподобная» текстура), что в совокупности с геохимическими данными интерпретируется как индикатор эпизодов древней метановой разгрузки (палеосипов). Полученные результаты подтверждают высокую чувствительность вида *N. labradorica* к флюидной активности и вносят вклад в реконструкцию истории метановой дегазации Охотского моря.

***Ключевые слова**: Фораминиферы, изотопные исследования, метановые обстановки, палеометановые события, Охотское море*

ISOTOPIC COMPOSITION OF BENTHIC FORAMINIFER SHELLS OF THE CORE LV50-27 (OKHOTSK SEA)

Utyupin L.O.,
Far East Geological Institute, Far East Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

Annotation. This paper presents the results of an isotopic-geochemical study ($\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$) of the tests of the benthic foraminifera species *Nonionellina labradorica* from sediment core LV50-27, collected from the submarine slope of northeastern Sakhalin (Sea of Okhotsk). It was found that the high $\delta^{18}O$ values are in the range of 3.24–4.09‰. In contrast, high variability in $\delta^{13}C$ was revealed, ranging from -0.97‰ to -35.56‰. Two distinct intervals within the core (90–180 cm and 230–300 cm) were identified, characterized by sharp negative $\delta^{13}C$ excursions. In these intervals, the foraminifera tests exhibit morphological signs of secondary alteration (yellowish coloration, "frost-like" texture). Combined with the geochemical data, this is interpreted as an indicator of episodes of ancient methane seepage (paleo-seeps). The obtained results confirm the high sensitivity of the species *N. labradorica* to fluid activity and contribute to the reconstruction of the history of methane degassing in the Sea of Okhotsk

***Keywords:** Foraminifera, isotope studies, methane seep environments, paleo-methane events, Sea of Okhotsk*

Введение. Стабильные изотопы кислорода ($\delta^{18}O$) и углерода ($\delta^{13}C$) в карбонатных скелетах морских организмов являются одним из наиболее мощных и широко применяемых инструментов современной палеоокеанологии. С момента своего зарождения, изотопный анализ стал основой для реконструкции температуры и солености древних океанов, колебаний уровня моря, динамики ледниковых щитов, а также для изучения глобального углеродного цикла и стратиграфических корреляций [2, 4]. В частности, соотношение $\delta^{18}O$ в карбонате

кальция позволяет количественно оценивать изменения температуры водной среды и объема континентальных льдов, в то время как $\delta^{13}C$ дает информацию о продуктивности, циркуляции водных масс и условиях захоронения органического углерода [4, 14]. Бентосные фораминиферы занимают особое место в этих исследованиях благодаря их широкому географическому распространению, высокой численности в осадках и хорошей сохранности раковин в геологической летописи, охватывающей многие миллионы лет.

Охотское море, характеризующееся мощными залежами газогидратов и широким развитием процессов метановой дегазации, представляет собой уникальный природный полигон для верификации и развития методов палеометановых реконструкций на основе изотопного анализа бентосных фораминифер [5, 16, 18]. Целью настоящей работы является анализ изотопного состава ($\delta^{13}C$ и $\delta^{18}O$) раковин *N labradorica* из колонки LV50-27, отобранной на подводном склоне северо-восточного Сахалина, и первичная интерпретация выявленных аномалий $\delta^{13}C$ в контексте региональной метановой дегазации. Сравнение полученных данных с эталонным разрезом LV50-05 из зоны активных сипов позволит оценить характер и интенсивность влияния флюидной разгрузки на изотопную летопись, а также уточнить критерии разграничения фоновых условий и палеометановых событий при интерпретации изотопных данных.

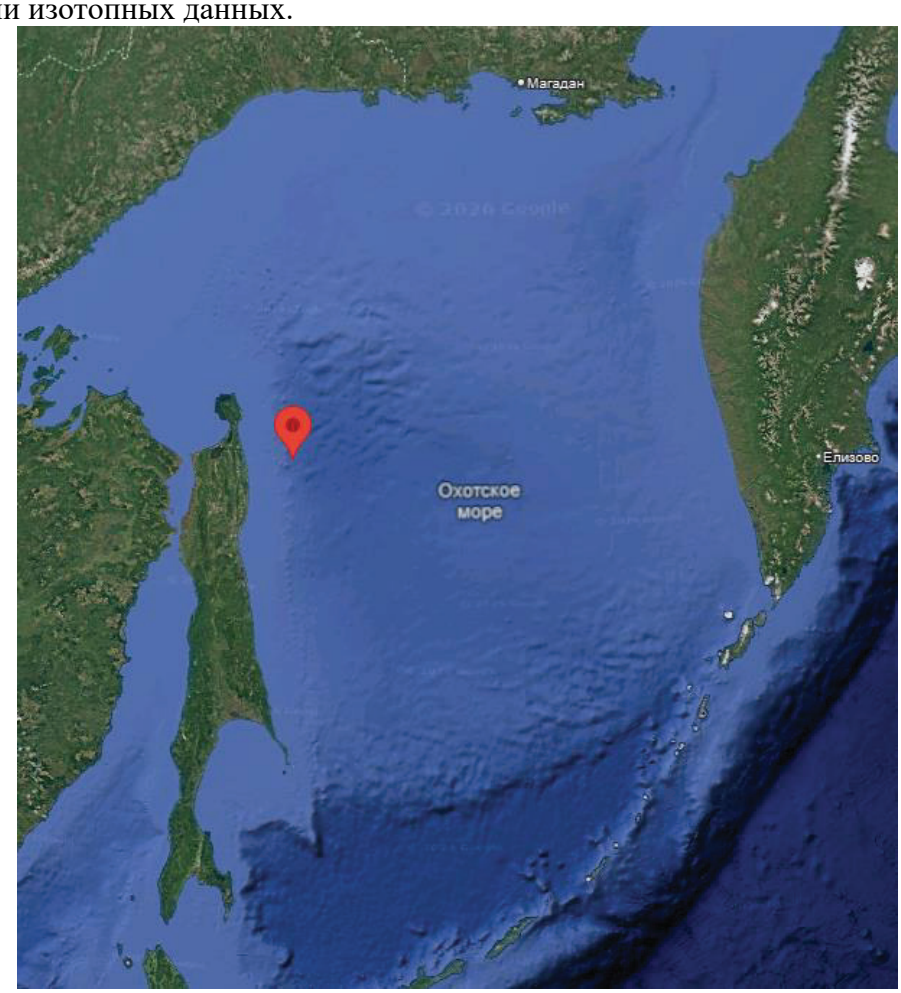


Рис. 1. Карта Охотского моря с указанием места отбора колонки

Материалы и методы. В рамках данной работы была исследована колонка LV50-27, отобранная на подводном склоне северо-восточного Сахалина с глубины 677 м в точке с координатами 53°29,329′ с.ш. и 144°24,581′ в.д. во время рейса LV50 на НИС «Академик. Лаврентьев≫ в июне 2010 г (Рис 1). Пробы отбирались через каждые 10 см. Отбор раковин происходил с каждой пробы при их наличии в осадке.

Изотопный анализ ($\delta^{13}C$, $\delta^{18}O$) проводился методом CF-GC-IRMS на масс-спектрометре Finnigan MAT 253 в Приморском центре локального элементного и изотопного анализа Дальневосточного геологического института, г. Владивосток. Масса навески карбоната составляла ~30 мкг, воспроизводимость измерений – ±0.05‰ (1σ). Калибровка метода проводилась в соответствии с лабораторными и международными стандартами NBS-18, NBS-19, IAEA-CO-8.

Результаты и их обсуждение. Объектом исследования послужили раковины вида *Nonionellina labradorica* (Dawson, 1860). Данный вид относится к отряду Rotaliida, семейству Nonionidae, подсемейству Nonioninae [6] и обладает характерной планспиральной, двояковыпуклой раковиной с лопастным очертанием и аркообразным устьем, что обеспечивает его надежную диагностику в осадках [3]. *N. labradorica* является типичным представителем холодноводных сообществ и рассматривается как ледниковый реликт в современных акваториях Северной Атлантики и арктических морей [1, 8]. В Охотском море этот вид играет важную роль в сообществах бентосных фораминифер, доминируя в интервале глубин 600–1500 м наряду с такими видами как *Uvigerina peregrina*, *Uvigerina parvocostata*, *Valvulineria sadonica* и агглютинирующим видом *Reophax dentaliniformis* [16, 17]. Исследования последних лет показали, что *N. labradorica* проявляет повышенную толерантность к условиям диффузной метановой фильтрации. В районах активной метановой разгрузки общая численность бентосных фораминифер снижается, однако *N. labradorica* сохраняет свое присутствие и даже может достигать высокой численности на участках с рассеянным метановым потоком, что, вероятно, связано с развитием хемоавтотрофных бактериальных сообществ, служащих дополнительным источником питания [17].

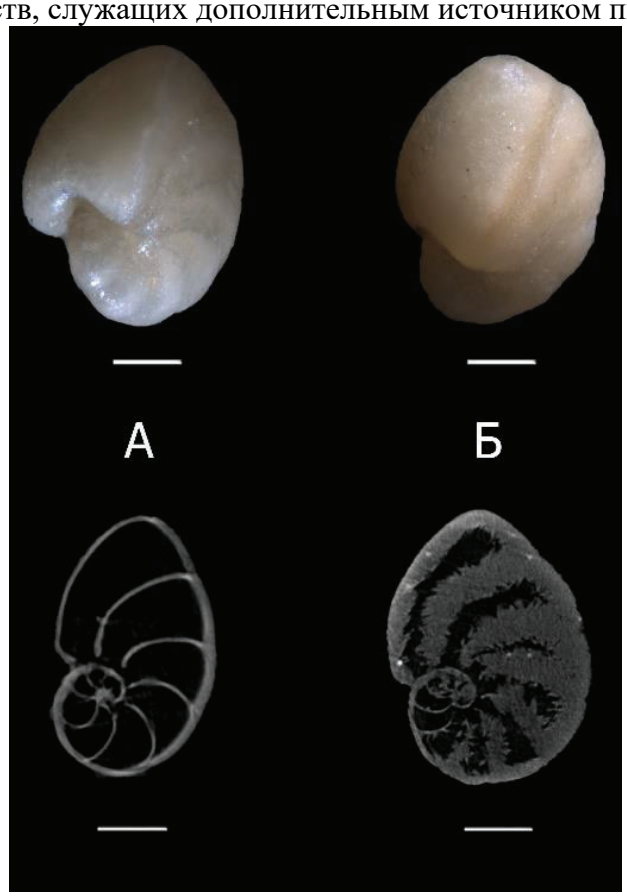


Рис. 2. Раковины вида *Nonionellina labradorica* из горизонтов колонки LV50-05 с фоновыми значениями $\delta^{13}C$ (А) и с аномальными значениями $\delta^{13}C$ (Б). Вверху изображения в световом микроскопе. Внизу поперечные срезы раковин полученных с помощью микротомографии.

Особенностью раковин вида *N. labradorica* является его предрасположенность к накоплению аутигенного карбоната, обусловленная морфологией строения раковины [19], что в свою очередь ведет к особо низким значениям $\delta^{13}C$ (Рис 2). Детальные исследования колонки донных осадков LV50-05, отобранной на восточном склоне о. Сахалин в зоне активных метановых сипов, выявили в раковинах *N. labradorica* экстремально низкие значения $\delta^{13}C$ — до -34.5‰ — при фоновых значениях около -1‰ [16]. Эти аномалии интерпретируются как прямое свидетельство эманации метана со дна в периоды биоминерализации. На основе анализа $\delta^{13}C$ в раковинах *N. labradorica* и *U. parvocostata* в колонке LV50-05 были реконструированы четыре голоценовых метановых события: два кратковременных (700–900 и 1200–1400 л.н.) и два продолжительных (2500–4700 и 7400–10000 л.н.) [16].

В результате проведенных изотопно-геохимических исследований карбонатного материала колонки LV50-27 установлены следующие закономерности распределения стабильных изотопов кислорода и углерода.

Значения $\delta^{18}O$ находятся в диапазоне от 3,24‰ до 4,09‰, при среднем значении 3,74‰. Подобные высоки значения, сильно превышающие диапазон значений 3,28‰ до 3,37‰ полученный для современных представителей вида [17], что может говорить о наличии палеометановых событий.

В противоположность кислороду, изотопный состав $\delta^{13}C$ характеризуется высокой вариабельностью. Значения показателя варьируются в широком диапазоне — от -0,97‰ до экстремально низких величин -35,56‰, со средним значением -12,64‰.

Интерпретация изотопных сигналов, зафиксированных в раковинах бентосных фораминифер, представляет собой сложную научную задачу, требующую учета множества факторов, выходящих за рамки простого равновесного осаждения карбоната из морской воды. Накопление изотопов в кальцитовых раковинах определяется комплексным взаимодействием трех групп процессов [4, 7]. Во-первых, это экологические факторы, связанные с местообитанием видов. Эпифаунальные формы, обитающие на поверхности осадка, фиксируют изотопный состав придонной воды, тогда как инфаунальные виды, живущие в толще осадка на различной глубине, отражают состав поровых вод, который может существенно отличаться от придонного из-за разложения органического вещества и сопутствующего обеднения $\delta^{13}C$ с глубиной. Во-вторых, это биологические или «витальные» эффекты, связанные с физиологией и механизмами биоминерализации. Фораминиферы активно регулируют pH в месте образования раковины, изменяют соотношение поглощаемых форм неорганического углерода [4]. В-третьих, существенную роль играют постседиментационные процессы, включая частичное растворение карбоната, а также вторичное обрастание раковин аутигенным карбонатом, которое может полностью исказить первичный изотопный сигнал, особенно в древних отложениях [4, 9].

Особый интерес вызывают исследования изотопных сигналов в экстремальных биогеохимических обстановках, к числу которых относятся районы метановых сипов. В этих зонах, где происходит активная разгрузка метана из донных отложений, формируются уникальные условия для формирования изотопного состава поровых вод. Биогенный метан, образующийся при микробном разложении органического вещества или термогенным путем, имеет резко отрицательные значения $\delta^{13}C$ — до -40‰ [4, 5]. В процессе анаэробного окисления метана в зоне сульфатредукции легкий изотоп углерода поступает в состав растворенного неорганического углерода (DIC) поровых вод, что приводит к формированию экстремально низких значений $\delta^{13}C$ [4, 12]. Казалось бы, бентосные фораминиферы, обитающие в таких условиях, должны наследовать этот аномально легкий изотопный состав, что делало бы их идеальными индикаторами палеометановых событий. Однако многолетние исследования живых сообществ в активных метановых сипах выявили парадоксальную картину: раковины фораминифер часто демонстрируют лишь умеренное (на несколько промилле) обеднение ^{13}C по сравнению с фоновыми условиями, а их значения остаются на порядок выше тех, что

характерны для окружающих поровых вод [10, 11]. Для объяснения этого феномена предложено несколько гипотез: селективная кальцификация в периоды ослабления метанового потока, использование альтернативных источников углерода, физиологические барьеры, препятствующие включению метан-производного углерода в карбонат раковины, а также специфика питания [4, 10, 11]. В то же время в ископаемом материале из древних метановых сипов нередко фиксируются резкие негативные экскурсы $\delta^{13}C$ в раковинах фораминифер, однако в большинстве случаев они связаны с постседиментационными диагенетическими процессами — образованием аутигенных карбонатных корок на поверхности раковин, которые имеют экстремально легкий изотопный состав и искажают первичный сигнал [11, 13].

На фоне общей изменчивости изотопных сигналов колонки LV50-27 отчетливо выделяются два интервала глубин 90–180 см и 230–300 см, в пределах которых фиксируются резкие негативные аномалии $\delta^{13}C$. Визуальный и микроскопический анализ раковин из данных горизонтов выявил их морфологические отличия: материал имеет характерную желтоватую окраску, а структура стенок раковин приобретает морозоподобную текстуру. Подобная совокупность признаков — как геохимических, так и тафономических (вторичные изменения поверхности раковин) — является диагностическим индикатором. Полученные данные позволяют с высокой долей уверенности предположить, что в районе отбора колонки имели место продолжительные эпизоды метановой разгрузки, приводившие к поступлению в водную толщу изотопно-легкого углерода метанового генезиса

Заключение

Изотопный анализ раковин *Nonionellina labradorica* из колонки LV50-27 выявил два интервала с экстремально низкими значениями $\delta^{13}C$ (до -35,56‰), сопровождающихся характерными вторичными изменениями стенок раковин. Высокая вариабельность $\delta^{13}C$ в сочетании с повышенными содержаниями $\delta^{18}O$ свидетельствует о том, что выявленные аномалии связаны не с изменениями океанологических параметров, а с эпизодами метановой разгрузки. Полученные данные подтверждают диагностическую значимость морфологических признаков (желтоватая окраска, «инеевидная» текстура) для идентификации палеосипов и расширяют базу палеометановых реконструкций для Охотского моря.

Работа выполнена в рамках государственного задания Дальневосточного геологического института ДВО РАН тема № 125033104606-3

Автор благодарит С.П. Плетнева (ТОИ ДВО РАН) и участников рейса LV50 за предоставленный материал.

Литература

1. Cedhagen T. Retention of chloroplasts and bathymetric distribution in the sublittoral foraminiferan Nonionellina labradorica // Ophelia. 1991. Vol. 34. № 2. P. 109–130.

2. Emiliani C. Pleistocene temperatures // Journal of Geology. 1955. Vol. 63. P. 538–578.

3. Holbourn A., Henderson A.S., MacLeod N. Atlas of Benthic Foraminifera. London: Natural History Museum, 2013. 651 p.

4. Hoogakker B., Ishimura T., de Nooijer L., Rathburn A., Schmiedl G. A review of benthic foraminiferal oxygen and carbon isotopes // Quaternary Science Reviews. 2024. Vol. 342. P. 108896.

5. Kennett J.P., Cannariato K.G., Hendy I.L., Behl R.J. Carbon isotopic evidence for methane hydrate instability during Quaternary interstadials // Science. – 2000. – Vol. 288. –№ 5463. – Pp. 128–133.

6. Loeblich A.R. Jr., Tappan H. Foraminiferal Genera and their Classification. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1987. – 970 p.

7. McCorkle D.C., Keigwin L.D. The influence of microhabitats on the carbon isotopic composition of deep-sea benthic foraminifera // Paleoceanography. – 1990. – Vol. 5. – № 2. – Pp. 161–185.

8. Nordberg K. Sea-floor deposits, paleoecology and paleoceanography in the Kattegat during the later part of the Holocene. Göteborg: University of Göteborg, Department of Geology, 1989. Publ. A 65. – 205 p.

9. Pearson P.N. Oxygen isotopes in foraminifera: Overview and historical review // The Paleontological Society Papers. – 2012. – Vol. 18. – Pp. 1–38.

10. Rathburn A.E., Levin L.A., Held Z., Lohmann K.C. Benthic foraminifera associated with cold methane seeps on the northern California margin: Ecology and stable isotopic composition // Marine Micropaleontology. – 2000. – Vol. 38. – № 3–4. – Pp. 247–266.

11. Rathburn A.E., Pérez M.E., Martin J.B., et al. Relationships between the distribution and stable isotopic composition of living benthic foraminifera and cold methane seep biogeochemistry in Monterey Bay, California // Geochemistry, Geophysics, Geosystems. – 2003. – Vol. 4. – № 12. – P. 1106.

12. Torres M.E., Mix A.C., Kinports K., et al. Is methane venting at the seafloor recorded by $\delta^{13}C$ of benthic foraminifera shells? // Paleoceanography. – 2003. – Vol. 18. – № 3. – Pp. 1062–1074.

13. Uchida M., Ohkushi K., Kimoto K., et al. Radiocarbon-based carbon source quantification of anomalous isotopic foraminifera in last glacial sediments in the western North Pacific // Geochemistry, Geophysics, Geosystems. – 2008. – Vol. 9. – № 4. Q04014.

14. Zachos J., Pagani M., Sloan L., Thomas E., Billups K. Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to present // Science. – 2001. – Vol. 292. – Pp. 686–693.

15. Zeebe R.E., Bijma J., Wolf-Gladrow D.A. A diffusion-reaction model of carbon isotope fractionation in foraminifera // Marine Chemistry. – 1999. – Vol. 64. – Pp. 199–227.

16. Плетнев С. П., Юньхуа Ву. Ю., Романова А. В., Аннин В. К., Уткин И. В., Верещагина О. Ф. Негативные экскурсы ?13c раковин бентосных фораминифер: голоценовая история метановых событий в центральной части Охотского моря // Геология и геофизика. – 2020. – Том 61. – №4. – С. 527-545.

17. Плетнев С.П., Аннин В.К., Ву Ю., Тарасова Т.С. Фораминиферы и изотопия ($^{16}O/^{18}O$ и $^{12}C/^{13}C$) их раковин в местах выхода метана на восточном склоне о. Сахалин (Охотское море) // Известия ТИНРО. – 2014a. – Т. 178. – С. 180–190.

18. Плетнев С.П., Ву Й., Аннин В.К. Биоиндикация метановых экосистем на основе анализа фораминифер и изотопии их раковин (Охотское море) // Вестник Дальневосточного отделения РАН. – 2014b. – № 3. – С. 82–91.

19. Утюпин Л.О., Ушкова М.А., Романова А.В., Плетнев С.П., Поселюжная А.В. Применение методов рентгеновской микротомографии для изучения ранних диагенетических изменений раковин фораминифер // Вестн. ДВО РАН. – 2024. – № 5. – С. 135–146.

УДК 581.526.33+581.526.35+551.312.2+631.4 DOI: 10.35735/9785605515623_336

РЕГРЕССИВНЫЕ БОЛОТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ НИЖНЕГО ПРИАМУРЬЯ: ИХ ПРИРОДА И ЛОКАЦИИ

Чаков В.В., Захарченко Е.Н., Купцова В.А.,
Институт водных и экологических проблем ДВО РАН Хабаровский Федеральный исследовательский центр ДВО РАН

Аннотация. На фоне палеоклиматической обстановки голоцена рассматриваются вопросы заболачивания Нимеленской низменности Приамурья. Приводится информация о регрессивных процессах на заболоченных поверхностях надпойменных плейстоценовых террас криолитосферы Нижнего Приамурья для современного периода изменения климатических условий. Даются характеристики основных преобразований облика таких поверхностей, вовлеченных в процессы термокарста.

Ключевые слова: *болотные экосистемы, палеогеография, торфяная залежь, голоцен, топология поверхности, растительный покров, гидрологическая обстановка*.

REGRESSIVE MIRE COMPLEXES OF THE LOWER AMUR REGION: GENESIS AND SPATIAL DISTRIBUTION

Chakov V.V., Zakharchenko E. N., Kuptsova V. A.
Institute of Water and Ecology Problems, Khabarovsk Federal Research Center, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Khabarovsk

Annotation. The issues of waterlogging in the Nimelen lowlands of Priamurye are examined in the context of Holocene paleoclimatic conditions. The study highlights the regressive processes on waterlogged surfaces of the cryolithosphere of the Lower Amur region during the current period of climatic change. The features of the main transformation in the appearance of wetland surfaces affected by thermokarst processes are presented**.**

Keywords: *mire ecosystems, paleogeography, peat deposit, Holocene, surface topology, vegetation cover, hydrological conditions*

Введение. Характеризуемые заболоченные поверхности долинных комплексов водотоков более крупного порядка, к числу которых относится и Нимеленская низменность, формировались, главным образом, на эрозионно-аккумулятивной равнине под воздействием деградации плейстоценовых реликтовых форм горных оледенений. В настоящее время они достаточно широко представлены здесь на высотах менее 900 м н. у. м. [9]. Более того для данного региона на сегодняшний день этим же автором установлено широкое распространение современных криогенных процессов на вершинах гор с более высокими гипсометрическими отметками, к числу которых относятся такие хребты как Ям-Алинь и Дуссе-Алинь со значениями высот 2200–2300 м. Оба хребта примыкают к западной бровке долин рек Амгунь и Нимелен, и в вегетационный период существенно влияют на гидрологический режим речной и внутриболотной гидросети, а также на доставку взвешенных органоминеральных веществ к корневым системам сосудистых растений и клеточным структурам мхов.

К сказанному необходимо добавить, что торфонакопление на данной территории несмотря на более благоприятные климатические параметры голоцена по сравнению с таковыми в плейстоцене протекало, главным образом, на фоне аккумуляции избыточной влаги в верхних слоях фитодетрита. Таким образом, в сухие холодные периоды голоцена замороженный ежегодный прирост органики накапливался, а в более теплые и влажные частично оттаивал и уплотнялся, формируя монолитную залежь мерзлого торфа. Проявление

активных термокарстовых явлений в этом районе зафиксировано с середины прошлого столетия [3].

Материалы и методы. Основным объектом авторов являются торфяные болота Нимеленской низменности, ориентированной с севера на юг от водораздела рек Тугур-Нимелен до участка примыкания Эворонской низменности (верховья р. Досми) к пойменным поверхностям правобережной части р. Амгунь. Протяженность данной заболоченной территории в этом направлении простирается на величину порядка 155 км, а превышение поверхности – на отметку около 100 м, что свидетельствует о чрезвычайно слабой ее дренированности, которая усугубляется наличием мерзлотных почвенно-грунтовых явлений.

В работе использовались космические снимки высокого разрешения (Sentinel-2) а также описание растительности и почв (торфяных залежей). Геоботанические описания болотных сообществ выполнялись с учетом микрорельефа и проективного покрытия видов [5]. Определение мощности и стратиграфии торфяной залежи проводились с помощью бура Гиллера. Бурение и отбор образцов торфа для последующего ботанического анализа выполняли с шагом 5–10 см на всю глубину залежи до минерального грунта [4]. Ботанический анализ микрофоссилий торфа производили по стандартной методике [1] при помощи микроскопа Nikon Eclipse LV100Pol (увеличение до ×200). Номенклатура сосудистых растений и мхов приведена согласно современным сводкам [2, 10].

Стратиграфические диаграммы ботанического состава построены с помощью пакета rioja [8] в среде статистического программирования R 4.5.2. Для объективного выделения палеорастительных зон и фаз развития болота применен кластерный анализ методом инкрементных сумм квадратов [7].

Результаты и их обсуждение. Анализ космических снимков и особенностей образования и размещения болотных экосистем в границах рассматриваемой территории указывает на то, что порядка 75–80% её поверхности сегодня заняты регрессивными природными комплексами. Для сравнения современного облика и динамики болотообразовательных процессов на рассматриваемой территории было выбрано несколько участков для детального обследования растительного и почвенного покрова. В данной работе представлены данные только двух из них – северного и южного, где основной особенностью заболоченных пространств является четко прослеживающиеся процессы термокарста. В этой связи уровень поверхности таких комплексов как правило на 200–250 см ниже криогенных органоминеральных останцовых надпойменных верхнеплейстоценовых террас. В северной части низменности, как правило, термокарстовые поверхности сегодня подвергаются лишь сезонному промерзанию, и большую часть вегетационного периода наблюдаются плюсовые температуры почвогрунтов. Растительный покров здесь обычно сформирован гидрофильными кустарничково-травяно-сфагновыми сообществами.

Микрорельеф гидрофильных болот формируют небольшие ковровые повышения высотой до 25 см. Они занимают порядка 40% поверхности, в то время как на долю обводненных мочажин здесь приходится около 60%. На наиболее возвышенных элементах микрорельефа древесный ярус состоит из отдельных особей усыхающей лиственницы, а кустарниковый сложен единичными *Pinus pumila* и *Betula sp*. Проективное покрытие (ПП) кустарничково-травяного яруса повышений составляет 50%, из них по 10% занимают *Ledum palustre*, *Carex sp*. и *Menyanthes trifoliata*, по 5% – *Vaccinium microcarpum* и *Chamaedaphne calyculata,* единично – *Andromeda polifolia*, *Calamagrostis sp*., *Carex sp*. На поверхности положительных форм микрорельефа сплошной моховой покров из *Sphagnum fuscum* (13%), *S. divinum* (10%), *S. lenense* (10%), *S. balticum* (5%), *S. papillosum* (2%).

Кустарничково-травяной ярус мочажин слагают *Menyanthes trifoliata* (20%), *Iris sp*. (10%), *Pedicularis sp*. (5%), *Carex limosa* L. (5%), *Chamaedaphne calyculata* (ед.), *Utricularia sp*. (ед.), *Drosera anglica* Huds. (ед.), *Andromeda polifolia* (ед.). Моховой ярус здесь образуют *Sphagnum balticum* (30%) и *S. lindbergii* (30%). В их центральной части мхи отсутствуют.

Среди регрессивных комплексов, представленных в основном, гидрофильными болотами здесь иногда встречаются слегка возвышающиеся подушкообразные органогенные поверхности сфагновых олиготрофных болот овальной формы. Их площади не превышают 400–600 м^2.

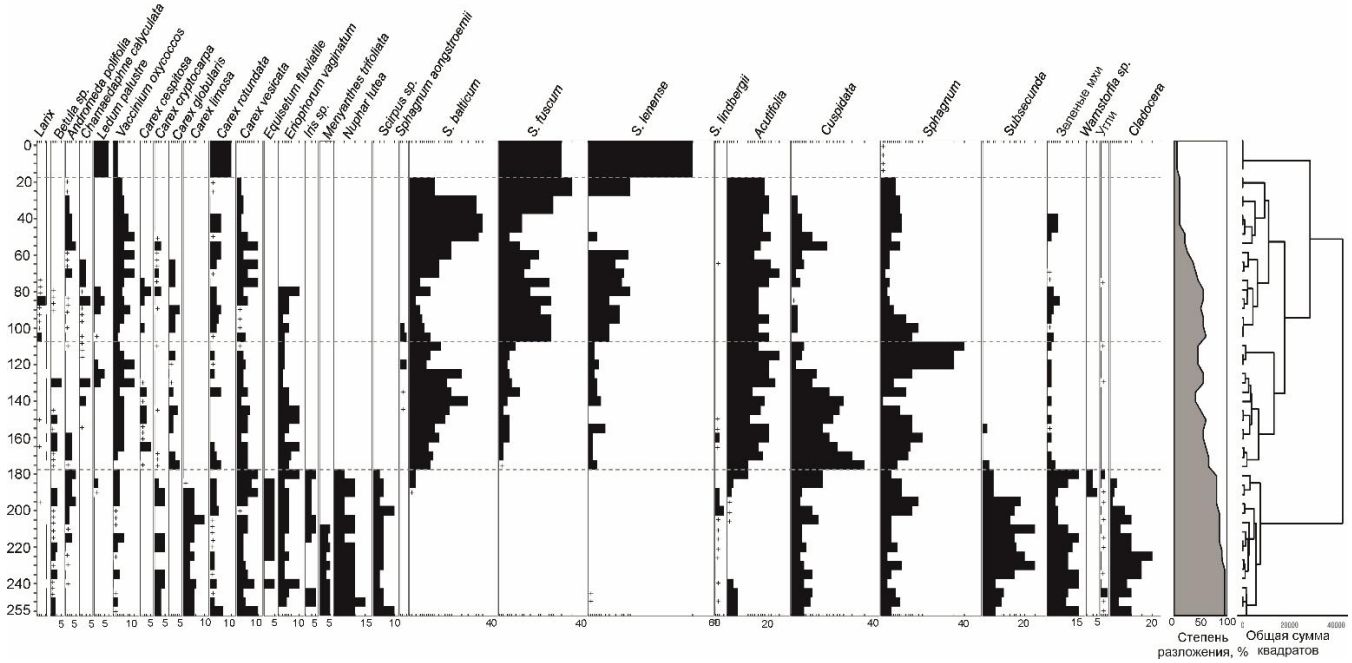


Рис. 1. Стратиграфическая диаграмма растительных остатков торфяных отложений олиготрофного болота в междуречье рр. Тугур и Нимелен

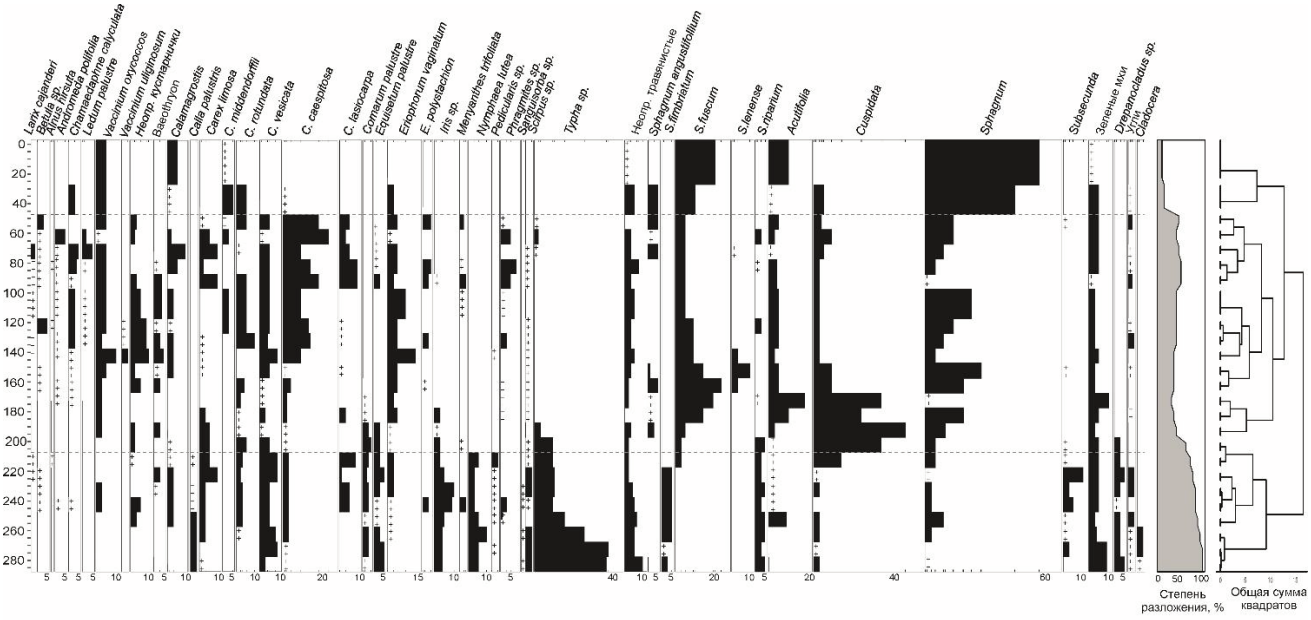


Рис. 2. Стратиграфическая диаграмма растительных остатков торфяных отложений олиготрофного болота в долине р. Амгунь

В рельефе таких кустарничково-травяно-сфагновых ассоциаций с угнетенной лиственницей и кедровым стлаником прослеживается чередование небольших повышений высотой 30 см и понижений. На возвышениях изредка встречаются отдельные деревья сильно угнетенной лиственницы высотой до 2 м. В кустарниковом ярусе преобладает *Pinus pumila* (10% ПП), встречались единичные *Betula ovalifolia*. Кустарничково-травяной ярус занимает до 45% поверхности повышений, из них по 10 % занимают *Rubus chamaemorus, Chamaedaphne calyculata*, *Ledum palustre*, *Vaccinium microcarpum,* 5% – *Eriophorum sp.*, единично – *Drosera rotundifolia*. ПП мохово-лишайникового яруса составляет 100%, из них 5% приходится на лишайники, 95% занимают сфагновые мхи: *Sphagnum fuscum* (15%), *S. lenense* (20%), *S. rubellum* (5%), *S. papillosum* (3%), *S. divinum* – единично. В понижениях кустарничково-травяной ярус покрывает 25%: *Rubus chamaemorus* (5%), *Andromeda polifolia* (5%), *Eriophorum sp.* (5%), *Vaccinium microcarpum* (5%), *Carex sp*. (5%). В понижениях сплошной моховой покров из *Sphagnum balticum*.

Для южной части Нимеленской низменности, где на гидрологические условия внутриболотной гидросети начинает дополнительно влиять р. Амгунь, обеспечивая здесь несколько лучшие дренажные условия заболоченных территорий, трофность гидрофильных болот несколько обедняется. Так, в частности, топяное осоково-сфагновое сообщество с зарождающимися подушками высотой до 10 см расположено в обширном понижении. В древесном ярусе встречаются редкие сильно угнетенные лиственницы высотой до 50 см. Кустарниковый ярус слагает *Betula ovalifolia* высотой 40 см с 5% ПП. Кустарничково-травяной ярус занимает 35%. Наибольшее проективное покрытие здесь имеет *Carex spp*. (15%). *Andromeda pollifolia* занимает 10%, хамедафне – 5%, вейник – 5%, кровохлебка и ирис встретились единично. В сплошном моховом ярусе доминантом выступает *Sphagnum. papillosum* с 80% ПП. *S. divinum* занимал 15%, *S. fuscum* – 5%.

Площади олиготрофных болот здесь уже могут достигать 1 га и выше. Кустарничково-травяно-сфагновые сообщества в данном случае характеризуются выположенным рельефом, на котором чередуются небольшие повышения и понижения. ПП древесного яруса из угнетенной лиственницы высотой 3–4 м не превышает 3%. Кустарниковый ярус из *Betula ovalifolia* покрывает 5%. Кустарничково-травяной занимает 50% и состоит из *Carex rotundata* (20%), *Chamaedaphne calyculata* (15%), *Vaccinium microcarpum* (5%), *Maianthemum bifolium* (5%), *Juncus sp.* (единично). Доминантом сплошного мохового яруса является *Sphagnum fuscum* с 55% ПП. *S. divinum* занимает 15%. По 5% приходится на *S. balticum* и *S. capilifollium*. *S. lenense* и *Polytrichum strictum* покрывают по 10%.

Анализ торфяных залежей в границах обследованных болот (Рис.1, 2) свидетельствует о том, что возникновение очагов заболачивания на Нимеленской низменности связаны в обоих случаях с избыточным увлажнением существующих здесь замкнутых котловин или ложбин. В первом случае это остаточная часть аласа на поверхности плоского заболоченного междуречья р.р. Тугур-Нимелен, во втором – часть старичного русла в левобережной части р. Амгунь. Судя по растительным остаткам, слагающим придонный слой торфяной залежи с примесями сапропеля, на плоском заболоченном водоразделе заболачивание началось с водной стадии торфообразования, и продолжалась около 5000 лет [6] до тех пор, пока его мощность не достигла 180–190 см. В этом слое низинного травяно-сфагнового торфа со степенью разложения 85–90% в качестве доминантов выступают сфагновые мхи секции *Subsecunda*, зеленые мхи, преимущественно *Meesia sp*., травянистые *Nuphar lutea u Scirpus sp*.

Следующий этап торфонакопления формировался здесь за счет жизнедеятельности трех сукцессионных смен мезотрофных и олиготрофных травяно-сфагновых фитоценозов. Палеоклиматическая обстановка данного этапа голоцена на междуречье оставалась по-прежнему влажной, но более теплой. При этом в водном балансе болот стали преобладать атмосферные осадки, что привело к смене эвтрофных растений на мезотрофные или

олиготрофные, в числе которых доминантами выступают мезо-олиготрофные и мезотрофные гигрогидрофитные сфагновые мхи секций *Cuspidata* (*S. balticum)*, *Acutifolia и Sphagnum*. Кроме того, в значительном количестве присутствуют остатки *Eriophorum vaginatum*.

За последние 1500 лет несмотря на незначительную вариабельность растительного состава фитоценозов на олиготрофных болотах плоского заболоченного водораздела трофность экосистем оставалась практически неизменной. Об этом свидетельствует экология таких растений как *Sphagnum balticum, S. lenense, S. fuscum* а также *Vaccinium oxycoccus, Carex vesicata и Carex rotundata*

Для южной части низменности судя по травянистой растительности нижнего слоя торфа затопление котловин носило временный характер в периоды летне-осенних паводков во время таяния горных ледников на окрестных хребтах.

После аккумуляции 90-сантиметрового слоя остатков пойменных растений со степенью разложения 75–80%, таких как *Typha sp.,* зеленые мхи и травянистые *Nuphar lutea, Iris sp., Carex vesicata, C. limosa,* водное питание болот поменялось с грунтового на атмосферное, соответственно, и трофность с эвтрофного изменилось на мезотрофное. Об этом свидетельствуют обильные включения в состав фитодетрита олиго-мезотрофных и мезотрофных сфагновых мхов секций *Cuspidata* и *Sphagnum*. Довольно часто здесь присутствуют остатки *Eriophorum vaginatum* и *Carex cespitosa*. В приповерхностном 50-сантиметровым слое также как и современных фитоценозах выявлены остатки таких видов как *Sphagnum fuscum*, *S. divinum* и *S. papillosum*. Обильны *Vaccinium oxycoccus* и *Calamagrostis sp.*

Заключение

Основная площадь Нимеленской низменности, судя по представленным материалам, занята регрессивными поверхностями, заболачивающимися практически с начала голоцена. В северной части низменности болотообразовательные процессы включают четыре эволюционных этапа, в то время как в южной только три. При этом очаги заболачивания, несмотря на различные гипсометрические отметки в южной и северной частях низменности формировались приблизительно в одно и тоже время около 9000 лет назад.

Благодарность. *Работа выполнена по теме НИР ИВЭП ДВО РАН: Динамика природных и природно-хозяйственных систем в условиях освоения Приамурья и Приохотья (2021-2025). Номер гос. регистрации 121021500060-4.*

Литература

1. ГОСТ 28245–89. Торф. Методы определения ботанического состава и степени разложения. 2-е изд. – М.: Стандартинформ, 2006. – 7 с.

2. Максимов А. И. Разнообразие сфагновых мхов России // Труды Карельского научного центра РАН. – 2023. – № 8. – С. 75–80

3. Прозоров Ю.С. Соотношение болотообразования с колебаниями базиса эрозии на Нимелен-Чукчагирской низменности. В сборнике: Вопросы географии Дальнего Востока. Хабаровск, 1973. С. 208-231.

4. Тюремнов С.Н. Торфяные месторождения. – М. : Недра, 1976. – 488 с

5. Шенников А. П. Введение в геоботанику. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. – 447 с.

6. Chakov V.V., Zakharchenko E.N., Parkhomchuk E.V. Dynamics of peat accumulation processes in the areas of the periglacial zone of the basin watershed of Tugur-Nimelen rivers // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "2021 Regions of New Development: The Current State of Natural Complexes and Their Protection" 2021. С. 012010.

7. Grimm E. C. CONISS: a FORTRAN 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares // Computers & Geosciences. – 1987. – Vol. 13, – № 1. – Pp. 13–35.

8. Juggins S. rioja: Analysis of Quaternary Science Data. 2024. R package version 1.0-7. URL: cran.r-project.org (дата обращения: 25.02.2025).

9. Makhinov A.N. Contrasting Landforms and Exogenous Processes in the Lower Amur Region // Doklady Earth Sciences. 2025. Vol. 522. Article No. 61. DOI: 10.1134/S1028334X25606698

10. POWO: Plants of the World Online. Kew: Facilitated by the Royal Botanic Gardens. 2025. URL: https://powo.science.kew.org/ (дата обращения: 10.02.2026).

УДК 550.46:556 DOI: 10.35735/9785605515623_342

ЯПОНСКИЕ РЫБАКИ И ИЗВЕРЖЕНИЯ ВУЛКАНОВ: НЕОЧЕВИДНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Шамов В.В.,
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия

Аннотация. Анализируются некоторые гидрологические последствия регистрируемых изменений регионального температурного фона и атмосферного увлажнения в бассейне р. Амур в конце XX в. Известно, что подвижные формы соединений железа играют ключевую роль в усвоении биогенных элементов в пищевых сетях морских экосистем и, как следствие, определяют их продуктивность. Снижение объёмов добычи биоресурсов в Охотском море японскими промысловиками в начале XXI века учёные этой страны связали с сокращением выноса терригенного мобильного железа со стоком р. Амур. Вполне практическая проблема снижения рыбопродуктивности послужила основой масштабного 5-летнего японско-российско-китайского научно-исследовательского проекта. В итоге исследований нами была сформулирована гипотеза о том, что на фоне быстрого роста приземных температур воздуха и почв при относительно высоком атмосферном увлажнении во второй половине 1980-х гг. из тающих очагов многолетнемерзлых горных пород и почв в бассейне Амура высвободилось беспрецедентно большое количество растворённых железо-гумусных соединений, которые мигрировали с водными потоками в реки и, в конечном счёте, в Охотское море. Пространственно согласованное понижение и дальнейшее 4-летнее увеличение температур воздуха в 1980-е гг. обусловлено, на наш взгляд, сильным климатическим сигналом вследствие вулканических извержений в начале 1980 гг. В последнее время получен ряд независимых подтверждений «криогенной» гипотезы выноса железа со стоком Амура, в частности выявлено достоверное климатически обусловленное увеличение его зимне-весеннего стока.

***Ключевые слова**: Амур, растворённое железо, сток, климат, мерзлота, Охотское море*

JAPANESE FISHERMEN VS VOLCANO EXPLOSIONS: NON-OBVIOUS CONSEQUENCES OF THE CLIMATE IMPACT

Shamov V.V.,
Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia

Abstract. I analyze some hydrological consequences of the recorded changes in the regional atmospheric temperature and moistening in the Amur River basin at the end of the 20th century. It is known that mobile iron forms in water play a key role in the absorption of biogenic elements in the marine ecosystems' food chains, as a result, determine productivity of the ecosystems. In the early 21th century, Japanese scientists associated the decline in the extraction of biological resources in the Sea of Okhotsk with a decrease in the mobile terrigenous iron export through the Amur River. The practical problem of declining fish productivity made the basis for a large-scale 5-year Japanese-Russian-Chinese research project. As a result of our research, we hypothesized that, in the second half of the 1980s, as air and soil temperatures rapidly increased and precipitation remained relatively high, an unprecedented amount of dissolved iron-humus compounds was released from the melting permafrost in the Amur basin, which migrated with water flows into the rivers and eventually into the Sea of Okhotsk. In our opinion, the spatially consistent decrease and subsequent 4-year increase in air temperatures in the 1980s are due to a strong climatic signal caused by volcanic eruptions in the early 1980s. Recently, several independent confirmations of the "cryogenic" hypothesis of iron export with the Amur R. water have been obtained, including a significant climatically driven increase in the Amur low-water flow.

***Key words**: Amur / Heilongjiang, dissolved iron, flow, climate, permafrost, Okhotsk Sea*

Введение. Систематическое поступление растворённых и взвешенных веществ с терригенным стоком существенно контролирует продуктивность экосистемы Охотского моря и северо-западной Пацифики. Это обусловлено тем, что соединения растворённого железа (РЖ) – активные агенты биогеохимических процессов, а его общее содержание лимитирует усвоение морским планктоном биогенных элементов, особенно фосфора [13].

Во второй половине 1990-х гг. биопродуктивность Охотского моря и связанная с нею добыча биоресурсов японскими промысловиками резко возросла, но в начале 2000-х гг. объёмы добычи заметно снизились. Согласно гипотезе японских учёных, такое снижение было связано, в первую очередь, с сокращением выноса терригенного мобильного железа в Охотское море после 1998 г. Задача выяснения причин такого поведения железа легла в основу 5-летнего международного научно-исследовательского проекта (Амуро-Охотский проект: www.chikyu.ac.jp/AMORE/), в фокусе которого оказалось именно РЖ и подвижные формы иных следовых металлов, а также ряд компонентов макросостава вод реки Амур – основного поставщика терригенного материала в экосистему Охотского моря.

Материалы и методы. В рамках проекта были привлечены данные стандартных наблюдений за стоком и химическим составом воды на постах Дальневосточного УГМС. При этом пробоподготовка и методы лабораторных анализов соответствовали требованиям руководящих документов, принятых в системе Росгидромета [9].

В 2006–2009 гг. были проведены российско-японские полустационарные и экспедиционные исследования поведения подвижных форм железа и других элементов в горных и равнинных ландшафтах российской части бассейна Амура. Ежегодно выполнялись гидрохимические разрезы и измерения расходов воды на участке Амура от г. Хабаровска до г. Николаевска-на-Амуре с учётом впадения крупных притоков, влияния городов и чередования долинных расширений и сужений. Регулярные измерения стока и отборы проб воды с последующим их лабораторным анализом на базе ИВЭП ДВО РАН проводились в границах Среднеамурской равнины – на реках, впадающих в оз. Гасси (2006–2007 гг.), и на р. Кия, правого притока р. Уссури (2008–2009 гг.).

В 2023–2024 гг. международным коллективом при участии автора настоящего доклада было выполнено исследование гидрологических последствий климатических изменений в трансграничном бассейне Амура на основе статистического анализа многолетних ежедневных метеорологических (температура, осадки, испарение) данных, полученных из глобальных моделей реанализа ERA5 и GLEAM, а также общедоступных гидрологических данных с водомерных постов Хабаровск, Комсомольск-на-Амуре и Богородское за период с 1950 по 2022 гг. [11]. Недостающие данные о суточном стоке были восстановлены с помощью методов (моделей) машинного обучения. Анализ значимости трендов в рядах данных был выполнен с помощью непараметрического теста Манна-Кендалла. Метод анализа главных компонент был использован для оценки значимости климатических факторов в изменении стока р. Амур.

Результаты и их обсуждение. В рамках Амур-Охотского проекта было выявлено, что при относительно низкой водности транзитных рек слабодренируемые равнинные ландшафты, приуроченные к переувлажненным днищам речных долин и долинным расширениям Нижнего Амура, обеспечивают поступление в эти реки от сотен грамм до нескольких килограммов РЖ в сутки с 1 км^2 площади водосбора. Горные реки в долинных сужениях р. Амур обеспечивают на порядок меньшую величину удельного стока РЖ. В условиях сезонного переобводнения обширных мелкозалежных торфяных болот и высоких половодий и дождевых паводков на реках данное различие стирается, так как прослеживается некоторое разбавление железистых болотных вод ультрапресными атмосферными водами. Особый случай представляют собой летне-осенние паводки, во время которых горные реки благодаря высоким значениям удельного стока выносят РЖ от десятков до сотен г/с, тогда как реки, преимущественно дренирующие болота, обеспечивают объёмы выноса РЖ не более 10 г/с.

Значимую долю стока рек системы р. Амур составляют подземные воды, разгрузка которых в русловую сеть приурочена в основном к горным верховьям этих рек. Сток горных рек повсеместно в среднем на порядки превышает сток с торфяных болот благодаря существенно бóльшим площадям водосбора и мощной системе водоносных горизонтов, дренируемой густой речной сетью. Учитывая этот факт, преобладающим источником подвижного железа в крупных транзитных реках (в частности, в Амуре и его крупных притоков) следует считать грубогумусные почвы и подстилающие породы горных ландшафтов. Торфяные болота амурских равнин поставляют двухвалентное железо, связанное с органическими кислотами, преимущественно в нижележащие грунтовые и напорно-грунтовые воды [1], разгрузка которых в Амур в его нижнем течении и его крупные притоки осуществляется, по нашим оценкам [10], лишь в весьма незначительном объёме – около 1 % руслового стока.

Сведения о сельскохозяйственном освоении болот и заболоченных земель, сопровождающемся потерями естественного гумуса и запасов подвижных форм железа в почве [12; 5], а также данные об активном использовании железистых подземных вод для ирригации рисовых полей в провинции Хейлунцзян (КНР) в 1990-х гг. [10] не объясняют причины всплеска концентрации и выноса железа в горно-таёжных ландшафтах российской части бассейна Амура. Также остаётся не объяснённым, почему при сохранявшемся увеличении числа оросительных скважин в сельскохозяйственных кооперативах провинции Хейлунцзян и, очевидно, наращивании объёмов откачек подземных вод в 1998–1999 гг. наблюдалось весьма резкое снижение содержания РЖ в водах Амура ниже впадения рек Сунгари и Уссури, на водосборах которых сосредоточены основные площади поливных земель [2].

Примечательно, что по данным ранее выполненных исследований [6] Зейское водохранилище несколько снижает или стабилизирует содержание РЖ в водах Зеи и Амура. В 1995–1998 гг. резкое увеличение содержания железа отмечен лишь в пунктах, расположенных в низовьях Зеи, существенно ниже створа Зейской ГЭС.

По итогам 5-летнего Амур-Охотского проекта нами [10] сформулирована гипотеза о том, что многократный (2–6 раз) резкий рост концентрации растворённого железа в Амуре и его северных и восточных притоках в 1994–1998 гг. был преимущественно обусловлен интенсивной деградацией многолетней мерзлоты близ южной границы её распространения. Это следует рассматривать как следствие повышения зимних и среднегодовых температур воздуха и почвы в Забайкалье и российском Приамурье в 1987–1990 гг., рост температур при этом сопровождался увеличением годовых сумм атмосферных осадков [7]. Снижение содержания РЖ в реках региона после 1998 года, вероятно, связано с существенным снижением атмосферного увлажнения в бассейне Амура, что могло стать причиной сокращения темпов выщелачивания РЖ в почвах и миграции его в реки.

Как известно, термический режим мёрзлых пород достаточно чувствителен к тепловому воздействию на их верхнюю поверхность: по оценкам Э.Д. Ершова [3], при скорости климатического нагрева 0,06 °С/год скорость таяния оценивается в мёрзлом торфе как 6 см/год, в мёрзлых илистых грунтах – 13 см/год, а в мёрзлом песке – 20 см/год. Кроме того, развитие больших объёмов талых надмерзлотных (выше кровли ММП) и межмерзлотных вод на границе между талыми и мёрзлыми породами приводит к увеличению скорости водообмена в системе водоносных горизонтов и, следовательно, к усилению связей между поверхностными и подземными водами.

Северная часть бассейна р. Амур – более 1/3 общей площади – покрыта многолетнемерзлыми горными породами (ММП) различной степени сплошности и мощности. В горах северной части бассейна мощность слоя ММП может достигать 100–300 м. Согласно палеореконструкциям в Забайкальской криолитозоне, эта мощность в основном определяется климатическими условиями. Ранее отмечено [8] резкое уменьшение мощности ММП в южной

части Забайкальского региона (верховья Амура) в течение последнего десятилетия XX в., при этом приводятся данные о смещении границы ММП на север на десятки–сотни километров в конце XX в.

Согласно П.В. Новороцкому [7], среднегодовая температура воздуха в бассейне р. Амур, полученная на основе пространственно усреднённых стандартных данных с 14-и российских и 6-и китайских метеостанций, демонстрирует устойчивое повышение в конце 1980-х годов после длительного периода относительной стабильности и их понижения в 1984–1985 гг. В 1988 году ряд отклонений среднегодовой температуры совершает своего рода положительный скачок и каждый последующий год до 1991 года остаётся выше нуля. Это означает, что после 1988 г. в бассейне р. Амур отмечалось чрезвычайно поступление большого количества атмосферного тепла к подстилающей поверхности. 1990 год стал самым тёплым в амурском регионе, превышение средней температуры относительно базового уровня (за период 1890–2010 гг.) составило 1,7–2,0 °С. При этом в 2007–2011 гг. она превысила базовый уровень в среднем на 1,42 °С.

Между тем, согласно данным стандартных метеонаблюдений, по меньшей мере два случая значительного увеличения усреднённой годовой суммы осадков были отмечены в 1980-х и 1990-х годах, а с середины 1990-х годов, в бассейне Амура было отмечено относительно резкое снижение пространственно-усреднённых годовых сумм осадков [7].

Крупные вулканические события, как известно [4], приводят к существенным многолетним возмущениям в климатической системе Земли и обычно сопровождаются снижением температурного фона в приземном слое атмосферы в первые годы за счёт выброса в атмосферу большого количества пепла, аэрозолей и снижения её прозрачности, а затем – более длительным и весьма интенсивным повышением температуры воздуха благодаря высокому содержанию в атмосфере вулканогенных летучих соединений (водяной пар, двуокись углерода, диоксид серы, метан и др.), оказывающих «парниковый эффект». В данном ключе примечательны три крупных вулканических извержения в северном полушарии, которые произошли в рассматриваемый период: в апреле 1980 г. (Сент-Хеленс, США), в марте–апреле 1982 г. (Эль-Чичон, Мексика) и в июне 1991 г. (Пинатубо, Филиппины). Климатические сигналы этих извержений были зарегистрированы практически одновременно на многочисленных метеостанциях северного полушария.

Поскольку температура приземного воздуха подвержена сильным флуктуациям, нами были проанализированы ряды данных измерений температуры почвы на 10-и метеостанциях, расположенных в российской части бассейна Амура – от Читы на западе региона до Свиягино (Приморский край) на востоке. На стандартной глубине 3,2 м температура почвы испытывала плавные изменения в силу большой инерционности результирующей величины теплообменных процессов (рис. 1).

Вулканические события начала 1980-х гг. отразились в рядах данных о температуре почв на всех 10-и метеостанциях. Явное уменьшение поступления тепла в почву в середине 1980-х гг., а затем его относительно резкое увеличение в 1986–1990 гг. на фоне относительно обильного атмосферного атмосферного увлажнения в северной и восточной частях бассейна Амура могло послужить триггером таяния ММП и, в конечном итоге, к выщелачиванию подвижных форм железа из таёжных гумусовых / торфяных почв в подземные водоносные горизонты, а затем и в реки.

В 1990 г. в некоторых реках северных притоков Амура (Тында, Селемджа, Большая Пера и Бурея) максимумы содержания железа были зарегистрированы на год позже, чем на южных участках Амура и Зеи. Примечательно, что содержание железа в таких реках повысилось не так сильно, как на южных участках. Возможно, ММП вблизи южных и восточных окраин «таяли» в первую очередь и более интенсивно. В реках низовьев Амура (Тунгуска, Нимелен, Амгунь), увеличение содержания РЖ наблюдалось несколько раз в 1995–1996 годах. Однако повышенные концентрации железа в р. Уссури – в 3–5 раз выше среднего

значения – были обнаружены в 1997 и 1998 гг., т.е. в те же годы, что в р. Амур у Хабаровска, что могло быть обусловлено таянием сохранявшихся в 1990-е гг. островов мезлоты на вершинах Сихотэ-Алиня.

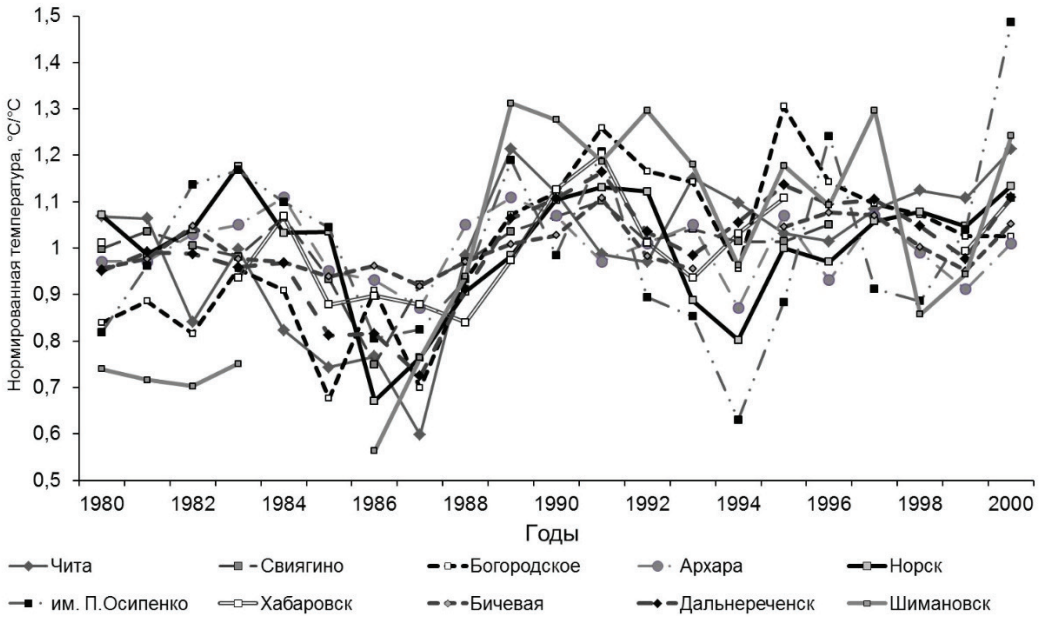


Рис. 1. Колебания температуры почвы на глубине 3,2 м по данным метеостанций в российской части бассейна р. Амур.

В 2025 году вышла обобщающая работа японских исследователей [14], в которой они убедительно показывают криогенно-климатическую обусловленность увеличения выноса мобильного железа из вытаивающих ММП северной части бассейна Амура, при этом всплеск содержания этого элемента в речных водах регистрируется примерно 7 лет спустя после значимого повышения температур в этом регионе.

Анализ тенденций в рядах многолетних метеоданных в бассейне Амура, выявление резких изменений (точек перелома трендов) и регрессионный анализ данных показали в целом значительное потепление и увеличение интенсивности фактической эвапотранспирации в бассейне с 1950 по 2022 год, в то время как годовое количество осадков снижалось в конце XX в., достигнув минимума в 2000-м году, затем резко увеличивалось, эквивалент снежного покрова не проявил существенных изменений [11]. Увеличение температуры воздуха существенно влияет на режим рек бассейна, изменяя характер выпадения осадков и провоцируя интенсивное таяние ММП. Согласно результатам регрессионного анализа увеличение годового количества осадков на 1 мм привело к увеличению годового стока р. Амур у станции Комсомольск-на-Амуре на 0,48 мм, а повышение температуры на 1 °С – к его увеличению на 1,65 мм.

При том, что в годовом стоке значимых долгосрочных трендов не наблюдалось, низкий зимне-весенний сток (суммарный за период с декабря по май) существенно возрастал в течение 1980-х гг., затем, во второй половине 1990-х он испытывал снижение, достигнув локального минимума в 2004-м году (рис. 2).

Рис. 2. Многолетняя динамика зимне-весеннего стока р. Амур у г. Комсомольска-на-Амуре за период 1950–2022 гг. [11].

Общее повышение меженного стока за весь 73-летний период (со средней интенсивностью 0,032 мм/год) объясняется, в первую очередь, увеличением подземного питания рек криолитозоны на фоне повышения температуры и количества жидких осадков при снижении толщины снежного покрова.

Выводы

Многолетние тенденции в динамике стока одной из крупнейших рек мира – Амура – и изменение содержания растворённых веществ в её водах следует рассматривать как следствие масштабных преобразований в бассейне, обусловленных не столько прямым воздействием на них хозяйственной деятельности, сколько изменением регионального климатического фона. Климат, очевидно, является одним из главных естественных факторов, определяющих круговорот вещества и энергии в бассейнах крупных рек на южной границе криолитозоны, что приводит к отсроченным как минимум на 7 лет изменениям качества речных вод. Возмущения в климатической системе, вызванные крупными вулканическими событиями, могут служить своеобразными триггерами для процессов, казалось бы, весьма удалённых – и пространственно, и во временном отношении – от растущих потребностей людей. Бесспорна необходимость исследовать гидрологические реакции на тенденции в потоках приземного тепла и влаги, выявленные на основе инструментальных метеорологических наблюдений и результатов моделирования динамики теплового и водного баланса.

Литература

1. Архипов Б.С., Кулаков В.В. Факторы и процессы формирования подземных железистых вод в северо-восточной части Среднеамурского артезианского бассейна // Гидрогеологические исследования в Приамурье. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1979. – С. 94–102.
2. Ганзей С.С. Трансграничные геосистемы юга Дальнего Востока России и северо-востока КНР. – Владивосток: Дальнаука, 2004. – 231 с.
3. Ершов Э.Д. Общая геокриология. М.: Изд-во МГУ, 2002. 682 с.
4. Логинов В.Ф. Радиационные факторы и доказательная база современных изменений климата. – Минск: Белорусская наука, 2012. – 266 с.
5. Матюшкина Л.А., Левшина С.И., Юрьев Д.Н. О миграции железа в почвах и поверхностных водах Нижнего Приамурья // Биогеохимические и экологические исследования наземных и водных экосистем. Вып. 16. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – С. 185–194.
6. Мордовин А.М., Петров Е.С., Шестеркин В.П. Гидроклиматология и

гидрохимия Зейского водохранилища. – Хабаровск: Дальнаука, 1997. – 137 с.

7. Новороцкий П.В. Климатические изменения в бассейне Амура за последние 115 лет // Метеорология и гидрология. – 2007. – № 2. – С. 43–53.

8. Обязов В.А. Адаптация к изменениям климата: региональный подход // География и природные ресурсы. – 2010. – № 2. – С. 34–39.

9. Руководящий документ РД 52.24.358-2006. Росгидромет. – Ростов-на-Дону, 2006. – 19 с.

10. Шамов В.В., Ониши Т., Кулаков В.В. Сток растворенного железа в реках бассейна амура в конце XX века // Водные ресурсы. – 2014. Т. 41. – № 2. – С. 206–215.

11. Li J., Wang R., Huang Q., Xia Ju., Wang P., Fang Yu., Shamov V.V., Frolova N.L., She D. Climate warming-induced hydrological regime shifts in cold northeast Asia: insights from the Heilongjiang-Amur River basin // Land. 2025. 14 (5), 980. https://doi.org/10.3390/land14050980

12. Liu H., Zhang S. and Lu X. Processes of wetland landscape changes in Naoli River basin since 1980s // J. Natural Resources. – 2002. Vol. 17. – № 6. – Pp. 698–705 (in Chinese).

13. Martin J.H., Fitzwater S.E. Iron deficiency limits phytoplankton growth in the north-east Pacific subarctic // Nature. – 1988. – № 331. – Pp. 341-342. doi:10.1038/331341f0.

14. Tashiro Y., Hiyama T., Kanamori H., Kondo M. Impact of permafrost degradation on the extreme increase of dissolved iron concentration in the Amur river during 1995–1997 // Prog. Earth Planet. Sci. 2024. 11, 17. https://doi.org/10.1186/s40645-024-00619-w.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ 5

Часть 1
Вопросы теории и методологии исследований геосистем разных рангов и типов

Бочарников В.Н. СИТУАТИВНЫЙ АНАЛИЗ ОХОТНИЧЬЕГО ХОЗЯЙСТВА САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ 6

Бровко П.Ф. ГЕОГРАФИЯ И ТОПОНИМИКА: ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НАУК В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ МОРЯ 11

Демьяненко А.Н. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ РОССИЙСКОГО ОБШЕСТВА В СВЕТЕ ТЕОРИИ СЛОЖНОСТИ 19

Коростелев С.Г., Чалов С.Р., Школьный Д.И., Цыпленкова В.Н. ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В БАССЕЙНЕ РЕК ОЗЕРНАЯ ВОСТОЧНАЯ И УКА (ПОЛУОСТРОВ КАМЧАТКА) В РЕЗУЛЬТАТЕ РАЗРАБОТКИ ОЗЕРНОВСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ 29

Мошков А.В. «ПАРНАЯ СИСТЕМА» КАК ЗВЕНО СЕТЕВОЙ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ПРОИЗВОДСТВА 34

Симашов М.Р., Бровко П.Ф. ГЕОГРАФО-ТОПОНИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ШАНТАРСКИХ ОСТРОВОВ (ОХОТСКОЕ МОРЕ) 42

Старожилов В.Т. НООЛАНДШАФТОСФЕРА: НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ВЕКТОР РАЗВИТИЯ НАУЧНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО И ОТРАСЛЕВОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОСВОЕНИЯ РОССИИ 47

Чернова Е.Н. ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ В МОНИТОРИНГЕ И ОЦЕНКЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОИНДИКАТОРОВ 52

Шабанов Г.А., Паничев А.М. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ АКТИВИРОВАННОГО РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ЦЕОЛИТА НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА РИТМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА 58

Шулькин В.М., Болдескул А.Г., Катрасов С.В., Луценко Т.Н., Шамов В.В., Юрченко С.Г. СЕЗОННОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ ВЗВЕСИ, КРУПНЫХ КОЛЛОИДОВ И РАСТВОРЕННЫХ ФОРМ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В РЕЧНЫХ И ОЗЕРНЫХ ВОДАХ БАССЕЙНА ОЗ.ХАНКА 63

Часть 2
Природные и природно-ресурсные геосистемы: типы, современное состояние и динамика

Болдескул А.Г., Шулькин В.М., Юрченко С.Г., Луценко Т.Н., Шамов В.В., Катрасов С.В. ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОЗЕРЕ ХАНКА И ЕГО ПРИТОКАХ 70

Василевский Д.Н., Лисина И.А., Мушта С.Н., Василевская Л.Н. ДИНАМИКА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ЛЕТА В ПРИМОРСКОМ КРАЕ 77

Галышева Ю.А., Коженкова С.И., Метревели В.Е. СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВА *ZOSTERA MARINA* LINNAEUS В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЯПОНСКОГО МОРЯ 83

Жарков Д. М., Лисина И. А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ВОЗДУХА В РАЗНЫХ ОРОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ 89

Иванов А.Н., Подгорный О.М. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ МЕЖКОМПОНЕНТНЫХ СВЯЗЕЙ В ВУЛКАНИЧЕСКОМ ЛАНДШАФТЕ ОСТРОВА МАТУА (ЦЕНТРАЛЬНЫЕ КУРИЛЫ) 93

Иванов М.В., Алаторцев А.В., Аксентов К.И. ГЕОХИМИЯ РТУТИ В ДОННЫХ ОСАДКАХ ОКРАИННЫХ МОРЕЙ ВОСТОЧНОЙ АРКТИКИ 98

Иванова Е.Д., Жариков В.В., Лебедев А.М. ОСОБЕННОСТИ ФОРАМИНИФЕРОВЫХ АССОЦИАЦИЙ В МЕЛКОВОДНЫХ УСЛОВИЯХ (НА ПРИМЕРЕ БУХТЫ ЭКСПЕДИЦИИ, ПРИМОРСКИЙ КРАЙ) 101

Катрасов С.В., Жариков В.В. ГЕОМОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ТИПОЛОГИЯ МАЛЫХ ВОДОСБОРОВ ОСТРОВА РУССКИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРИБРЕЖНЫХ РИСКОВ 105

Киндеев А.Л., Архипова Н.В., Давидович Ю.С., Воробей М.В., Якушев А.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВ В ЛЕСНЫХ ГЕОСИСТЕМАХ 111

Киндеев А.Л., Кухлевский Е.А., Булова А.С., Васильева А.Д., Шендерова Д.А. ВЫПАХАННОСТЬ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПЕСЧАНЫХ ПОЧВ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ (НА ПРИМЕРЕ ОПЫТНОГО УЧАСТКА) 115

Кишкина А.К., Шестаков Н.В., Лисина И.А., Василевская Л.Н., Бугаец А.Н. ПРИМЕНЕНИЕ СЕТИ ГНСС ДЛЯ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ 118

Клочкова Н.Г., Сизенцов Н.А., Рогатых С.В. КАМЧАТСКАЯ ЛАМИНАРИЕВАЯ ВОДОРОСЛЬ *HEDOPHYLLUM BONGARDIANUM*, КАК ИСТОЧНИК ЙОДА ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНОГО РАСТЕНИЕВОДСТВА 125

Коженкова С.И. МНОГОЛЕТНИЙ БИОМОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ БУХТЫ РУДНОЙ ЯПОНСКОГО МОРЯ 131

Костык В.А. МЕТОДЫ СЪЕМКИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО КАРБОНОВОГО ПОЛИГОНА И НОВЫЕ ВОЗМОЖОСТИ ОЦЕНКИ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА 137

Костюкова М.С. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАЛЫХ РЕК ВЕРХНЕГО ПРИАНГАРЬЯ (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ИДЫ) 140

Макаревич Р.А., Базаров К.Ю., Слепушкина А.А. НЕОДНОРОДНОСТЬ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА УЧАСТКЕ СОЛОНЦА ГОРБАЧЕВА В БАССЕЙНЕ РЕКИ МАКСИМОВКИ (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ) 145

Подобуева О.В., Гренадерова А.В. РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ СИТУАЦИИ В ЮЖНОЙ ТАЙГЕ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ В ГОЛОЦЕНЕ 150

Попова А.Ю., Блиновская Я.Ю. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ СБОРА И ОБРАБОТКИ ПРОБ МИКРОПЛАСТИКА В ПРЕСНЫХ ВОДОЕМАХ 154

Самохвалов В.Л. ПРОТЯЖЕННОСТЬ ВОДОТОКОВ РАЗЛИЧНЫХ ПОРЯДКОВ НЕКОТОРЫХ РЕК ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА 161

Симашов М.Р., Вовна Г.М., Сазыкин А.М. ГЕОМОРФОЛОГИЯ ПОЛУОСТРОВА ТОБИЗИНА (О. РУССКИЙ, ЮЖНОЕ ПРИМОРЬЕ) 166

Степнова Ю.А., Коновалов А.В., Шевырев С.Л. ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОПОЛЗНЕВОЙ ОПАСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ 171

Сухин Д.В. ПАЛЕОПОЧВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОАРХИВОВ ГОРОДИЩА КРИНИЧНОЕ (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ) 176

Тимофеев М.А. ДИНАМИКА СУММ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ ЯКУТИИ 182

Юрченко С.Г., Болдескул А.Г. Шулькин В.М, Шамов В.В., Луценко Т.Н., Катрасов С.В. ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОД ОЗЕРА ХАНКА И ЕЁ ПРИТОКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СЕЗОНА 188

Часть 3
Проблемы рационального природопользования в геосистемах разных типов

Волкова Д.И. ПРИРОДНЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НА ПЛЯЖАХ РИАСОВОГО ПОБЕРЕЖЬЯ (БУХТА БАКЛАН) 195

Гуров А.А. АНТРОПОГЕННО ИЗМЕНЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ ГОРОДСКОГО ОКРУГА СПАССК-ДАЛЬНИЙ (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ) 201

Майорова Л.А., Варченко Л.И., Яковлева К.Е. К ВОПРОСУ О НЕОБХОДИМОСТИ СОЗДАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТРОП НА О. РУССКИЙ И ПРИЛЕГАЮЩИХ МАЛЫХ ОСТРОВАХ (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ) 206

Синькова И.С., Каминский О.И., Макаревич К.С., Хомченко О.С., Кириченко Е.А. АНТРОПОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ НА ПРОЦЕСС ВЫСВОБОЖДЕНИЯ МАРГАНЦА ИЗ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В РЕКЕ ЧЕРНАЯ (Г. ХАБАРОВСК) 212

Сорокин П.С. ФАКТОРЫ, ОГРАНИЧИВАЮЩИЕ РАЗВИТИЕ ПЛЯЖНОЙ РЕКРЕАЦИИ В ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЕ Г. ВЛАДИВОСТОКА (АМУРСКИЙ ЗАЛИВ, ЯПОНСКОЕ МОРЕ) 219

Часть 4
Территориальные социально-экономические геосистемы: типы, современное состояние и тенденции развития

Архипова А.С. ЭТНОКОНФЕССИОНАЛЬНОЕ ПРОСТРАНСТВО АЗИАТСКОЙ РОССИИ: ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ И СОВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА 226

Изергина Е.В. АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ БЫТОВОЙ АЛЛЕРГИИ У ДЕТЕЙ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ 230

Карань Е.С. ГЕОДЕМОГРАФИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ (НА ПРИМЕРЕ УСТЬ-КУТСКОГО РАЙОНА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ) 234

Корниенко О.С. ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ 238

Кузьмина Н.А. УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ АЗИАТСКОЙ РОССИИ: СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ 242

Лозовская С.А., Латышева Л.А. РЕКРЕАЦИОННО-ТУРИСТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ХАНКАЙСКОГО РАЙОНА (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ) 249

Рябинина Л.И., Чурзина А.А. ОПОРНЫЙ КАРКАС РАССЕЛЕНИЯ ВОСТОЧНОЙ ЗОНЫ ТРАНССИБА И БАМА: ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЦЕНТРАЛЬНОСТИ И ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ 254

Ушаков Е.А. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ АДМИНИСТРАТИВНЫХ ЦЕНТРОВ СУБЪЕКТОВ И БОЛЬШИХ ГОРОДОВ НА БЛИЖАЙШИЕ ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА) 261

Ушакова В.Л. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МИГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ГОРОДАХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ 270

Харитонов А.М. О СОВРЕМЕННОМ СОСТОЯНИИ ЛЕСОВ ДАЛЬНЕРЕЧЕНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ПРИМОРСКОГО КРАЯ 276

Часть 5
Материалы Круглого стола: «Творческое наследие академика П.Я. Бакланова и профессора М.Т. Романова»

Бакланов П.Я., Романов М.Т., Мошков А.В. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ЭКОНОМИКИ РАЙОНА РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ТЕРРИТОРИИ ОПЕРЕЖАЮЩЕГО РАЗВИТИЯ (на примере ТОР «Надеждинская» («Приморье»)) 281

Ушаков Е. А. ИСХОДНЫЕ ПРИНЦИПЫ ИЕРАРХИЧНОСТИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ 296

Часть 6
Материалы Круглого стола: «Роль климатических изменений в эволюции разноранговых природных геосистем»

Базарова В.Б., Макарова Т.Р., Макаревич Р.А., Гвоздева И.Г. ПРИРОДНАЯ СРЕДА ПРИХАНКАЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ В ПОСЛЕДНЕЕ ТЫСЯЧЕЛЕТИЕ 301

Белянин П.С. ИЗМЕНЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СОСНЫ ГУСТОЦВЕТКОВОЙ (*PINUS DENSIFLORA*) В ПРИМОРЬЕ РОССИИ В ПОЗДНЕМ НЕОПЛЕЙСТОЦЕНЕ-ГОЛОЦЕНЕ 307

Белянин П.С. ИЗМЕНЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГРАБА СЕРДЦЕЛИСТНОГО (*CARPINUS CORDATA*) В ПРИМОРЬЕ В ПОЗДНЕМ НЕОНЕОПЛЕЙСТОЦЕНЕ-ГОЛОЦЕНЕ (МИС 5–1) 313

Котенков А.В., Зарецкая Н.Е., Крылович О.А., Кузьмичева Е.А., Савинецкий А.Б. ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОБСТАНОВКИ ЗАХОРОНЕНИЯ КОСТНЫХ ОСТАТКОВ СТЕЛЛЕРОВОЙ КОРОВЫ НА О. БЕРИНГА 319

Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Мохова Л.М., Белянин П.С., Макарова Т.Р., Кудрявцева Е.П., Копотева Т.А., Климин М.А. ЗАПИСЬ КОРОТКОПЕРИОДНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ЛЕТНЕГО МУССОНА В РАЗРЕЗАХ РАЗНОФАЦИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВБЛИЗИ НЭБ «СМЫЧКА», ВОСТОЧНОЕ ПРИМОРЬЕ 324

Утюпин Л.О. ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ РАКОВИН БЕНТОСНЫХ ФОРАМИНИФЕР КОЛОНКИ LV50-27 (ОХОТСКОЕ МОРЕ) 330

Чаков В.В., Захарченко Е.Н., Купцова В.А. РЕГРЕССИВНЫЕ БОЛОТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ НИЖНЕГО ПРИАМУРЬЯ: ИХ ПРИРОДА И ЛОКАЦИИ 336

Шамов В.В. ЯПОНСКИЕ РЫБАКИ И ИЗВЕРЖЕНИЯ ВУЛКАНОВ: НЕОЧЕВИДНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ 342

Научное издание

Геосистемы Северо-Восточной Азии:

природные, природно-хозяйственные и социально-экономические системы

Сборник научных статей

Подписано в печать 03.04.2026 г.
Формат 60×84/8. Усл. печ. 40,9 л. Уч.-из. л. 37,95
Тираж 300 экз. Заказ 3

Индивидуальный предприниматель
ИП Мироманова И.В.
690106 г. Владивосток, ул. Нерчинская, 42-102