

УДК 910.2:528.94(571.66)

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ПРИРОДНОГО РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА
(НА ПРИМЕРЕ ЕЛИЗОВСКОГО РАЙОНА КАМЧАТСКОГО КРАЯ)**

**METHODOLOGY FOR ASSESSING THE SPATIAL DISTRIBUTION
OF NATURAL RECREATIONAL POTENTIAL
(ON THE EXAMPLE OF THE YELIZOVSKY DISTRICT OF KAMCHATKA KRAI)**

**В.С. Деньга^{1,2}, А.М. Сазыкин¹, А.В. Малюгин¹, Р.С. Шайгузов¹
V.S. Denga, A.M. Sazykin, A.V. Malyugin, R.S. Shaiguzov**

*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток¹,
Far East Federal University, Vladivostok
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток²
Pacific Geographical Institute, Vladivostok*

Аннотация. Разработана методика оценки природного рекреационного потенциала большой территории по стандартным ячейкам, используя характеристики природной среды, которые ценны для туризма и могут быть формализованы численно. Оценка произведена в геоинформационной среде ArcGIS по критериям, которые косвенно отражают качество рекреационных ресурсов и которые можно выразить численными значениями. Преимуществом данной методики является демонстрация пространственного распределения природного рекреационного потенциала территории. Реализация метода на примере территории Елизовского района Камчатского края может дать рекомендации для его более эффективного и безопасного туристско-рекреационного освоения.

Annotation. A method for assessing the natural recreational potential of a large territory by standard cells has been developed, using the characteristics of the natural environment that are valuable for tourism and can be formalized numerically. The assessment was made in the ArcGIS geoinformation environment using criteria that indirectly reflect the quality of recreational resources and that can be expressed in numerical values. The advantage of this method is the demonstration of the spatial distribution of the natural recreational potential of the territory. The implementation of the method on the example of the territory of the Yelizovsky District of the Kamchatka Krai can provide recommendations for its more effective and safe tourist and recreational development.

Ключевые слова. Рекреационные ресурсы, природный рекреационный потенциал, туризм, рекреация, ГИС, Елизовский район, Камчатский край.

Keywords: Recreational resources, natural recreational potential, tourism, recreation, GIS, Yelizovsky district, Kamchatka Krai.

Введение. Сравнительная оценка рекреационного потенциала территорий (обычно административных единиц) или отдельных объектов является стандартной задачей [2, 3, 5], решаемой с помощью метода многопризнаковой типологии. Нами предлагается методика оценки природного рекреационного потенциала большой территории по стандартным ячейкам, используя характеристики природной среды, которые ценны для туризма и могут быть формализованы численно. Данный методический подход для относительно небольшой территории уже был использован в работах А.М. Сазыкина и Е.Г. Сомовой при оценке рекреационного потенциала национального парка «Земля Леопарда» [6, 8]. Новизна заключается в том, что создается карта непрерывного распределения рекреационного потенциала в виде его интегральной оценки на большую территорию (рис.1).

Материалы и методы. Оценка природного рекреационного потенциала проводилась в геоинформационной среде ArcGIS. В качестве исходных материалов для дальнейших расчетов

была использована цифровая модель рельефа (далее ЦМР). Данные SRTM 1 Arc-Second Global ver. 2.1 (разрешение модели составляет 1" (30*30 м), абсолютная точность по высоте – 16 м (LE–90%), а относительная – 5–9 м (LE–90%), линейная относительная ошибка (LE–90%) – менее 10 м) были взяты с сайта Геологической службы США (USGS) [10].

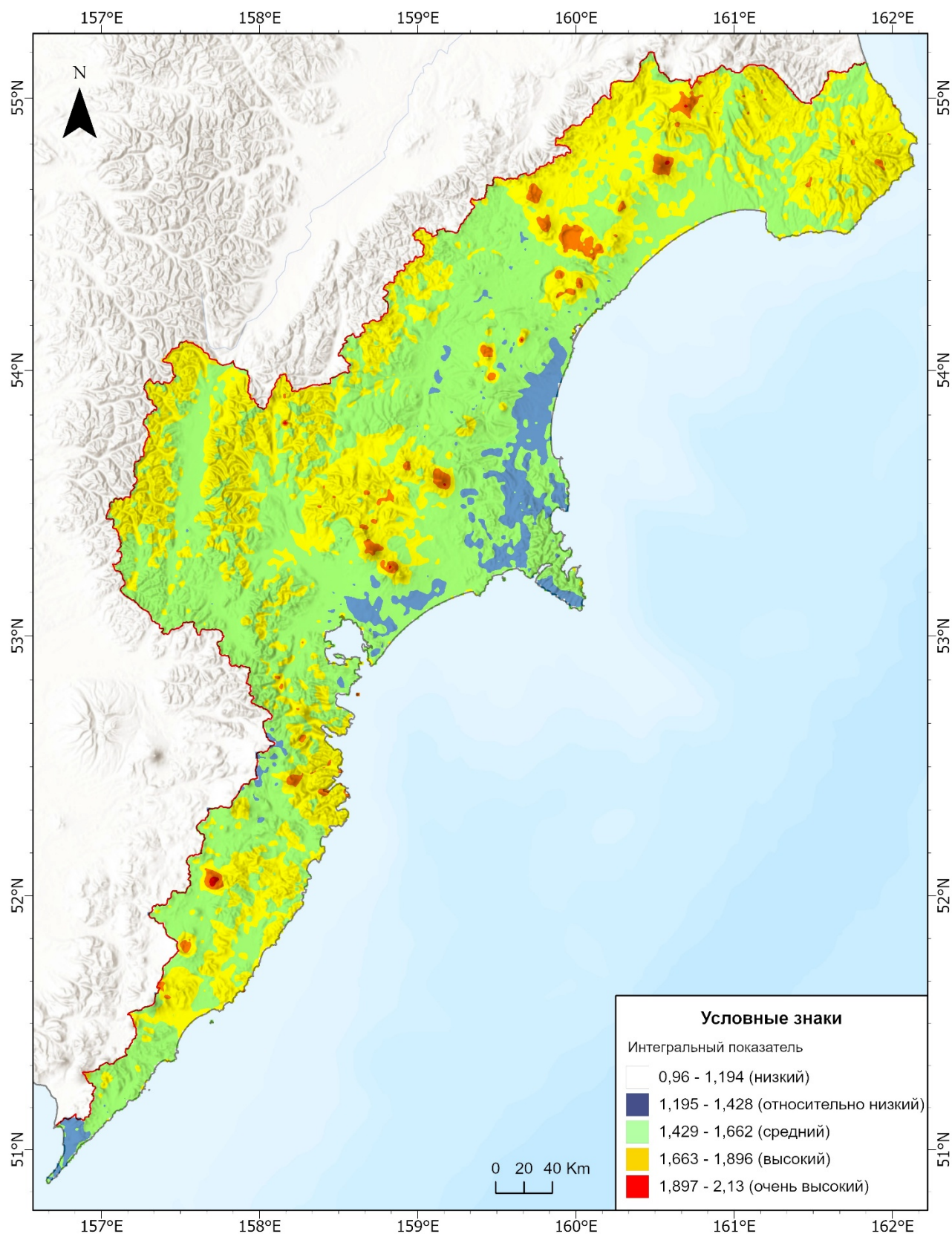


Рисунок 1 – Интегральная оценка природного рекреационного потенциала Елизовского района

Для геоморфометрического анализа нами была построена векторная сетка квадратов со стороной в 2 км. Данная процедура проводилась с использованием инструмента «построить сетку» (FishNet). Количество полученных ячеек составило 10996 квадратов. Морфометрический анализ представляет собой количественную характеристику показателей рельефа, традиционная методика расчета которой хорошо известна [4, 9].

Значения абсолютной и относительной высоты (вертикального расчленения) были получены с помощью набора данных «пространственный анализ» (Spatial Analyst) инструмента «зональная статистика» (Zonal Statistics). Для расчета русловой сети была использована группы инструментов «Гидрология» (Hydrology). Речная сеть моделируется автоматически на основе ЦМР с учетом специфики алгоритмов расчета (инструменты ArcGIS): «Заполнение локальных понижений», «направление стока», «аккумуляция стока (объем потенциального стока)», «сеть водотоков», «растр в полилинию» и др. Векторизованную русловую сеть, в пределах каждой расчетной ячейки делили на значение ее площади, затем значение переводилось в баллы согласно шкале.

Остальные критерии были рассчитаны в таблице атрибутов векторного слоя сетки квадратов. Доля площадных объектов получена в результате соотношения имеющейся площади объекта к стандартной площади ячейки сетки (4 км²). Таким образом, получены относительные данные для критериев «заозеренность», «ледники», «площадные ООПТ».

Значения интегральной оценки были отнесены центроидам ячеек, дальнейшее построение карты производилось методом интерполяции с использованием метода естественная окрестность («natural-neighbor»).

Результаты и их обсуждение. Оценка производилась по критериям, которые косвенно отражают качество рекреационных ресурсов и которые можно выразить численными значениями. Значения каждого критерия, отнесенные к ячейкам, были переведены в баллы (использована 5-балльная система). В связи с разной значимостью критериев для оценки природных рекреационных ресурсов каждому из них придан определенный удельный вес. Ниже дана характеристика критериев оценки, показывающая значимость их для рекреации.

1. Абсолютная высота (м) – очень важный критерий пейзажности, связанные с высокой обзорностью местности (панорама), высотной поясностью, контрастностью, мелконтурностью и мозаичностью ландшафтов. Гористость территории определяет большое разнообразие и специфику видов туризма и рекреации. Пересеченный рельеф создает экологические ниши для различных видов растений и животных, в укрытиях чаще встречаются краснокнижные виды.

2. Относительная высота (м) – определяет крутизну рельефа, что влияет на наличие интересных форм рельефа и гидрографии: скалы, каньоны, водопады и водоскаты, бурные реки, а также на ландшафтное разнообразие. Перепад высот – условие для развития рафтинга, альпинизма, скалолазания, горнолыжного спорта, сноубординга.

3. Густота речной сети (км/км²). Преимущественно вдоль рек идут туристские маршруты, на берегах рек встают на привалы и пикники, огромное значение имеет рыбалка, многие реки используются для рафтинга или катания на лодках, реки повышают транспортную доступность местности при использовании моторного транспорта. Водная поверхность усиливает пейзажную привлекательность ландшафта.

4. Действующие вулканы (кол.). Это высоко эстетичные объекты, интересные своей палеогеографической историей. С вулканизмом связано наличие необычных форм рельефа (кальдеры, кратеры, лавовые пещеры и т.д.) и гидротермических проявлений (фумаролы). Из-за несоизмерности ячеек и размеров статистических клеток центр действующего вулкана оценивался в 5 баллов, расчетные ячейки ближайшего окружения центральной ячейки в 3 балла и следующее периферийное окружение в 1 балл.

5. Потухшие вулканы (кол.). Сохраняют высокую эстетичность рельефа и ландшафтов, хотя, как правило, снижается активность гидротермального проявления. Значимым фактором использования объектов является безопасность в сравнении с действующими вулканами. Для потухших вулканов использовался тот же принцип, что и для

действующих, только их центр – 3 балла, окружение – 2 балла и периферия – 1 балл. Таким образом меньшая рекреационная ценность потухших вулканов учтена не только в весовых коэффициентах (таблица 4), но и в меньшей балльности.

6. Заозеренность (%). Озера определяют высокую эстетичность ландшафтов (особенно это касается горных территорий), возможность занятия рыбалкой, водными видами спорта и отдыха; это популярные места отдыха рекреантов.

7. Ледники (кв. км). Привлекательны необычным ландшафтом и динамичностью процессов. С ледниками связано образование особенных форм рельефа: морены, кары, карлинги, ареты, водно-ледниковые террасы, ледяные грибы и столы, поля «муравьиных» куч, бергшруды, лахаровые русла и конусы выноса и пр. Сочетание вулканической и ледниковой деятельности («лед и пламя») создает особенную специфику природным процессам и рельефообразованию. В спортивном туризме ледники повышают категоричность маршрута.

8. Наличие площадных ООПТ (кв. км). Заповедные территории (заповедники и природные парки) характеризуются повышенным биоразнообразием, определяют лучшую сохранность растительности и животного мира. Это основные территории экологического и научного туризма.

9. Памятники природы (точечные ООПТ). Многие памятники природы отличаются высокой аттрактивностью, другие обладают целебными свойствами (минеральные воды, грязи), нередко они обеспечены туристской инфраструктурой. Статус ООПТ придает этим объектам особую значимость и привлекательность, делает их имиджевыми, интересными для экскурсионной деятельности.

10. Наличие интересных природных объектов. Это места притяжения туристов и экскурсантов. К интересным (иногда с лечебным эффектом) природным объектам отнесены древние вулканы, кальдеры, каньоны, кекуры, скалы, каньоны, другие необычные геоморфологические объекты, холодные и термальные минеральные источники, лечебные грязи, водопады, морские лежбища, птичьи базары, пляжи.

11. Длина береговой линии (км). Хотя холодное море ограничивает возможности его рекреационного использования, здесь есть условия занятия виндсерфингом, дайвингом, яхтингом. Огромное значение имеют летняя и зимняя рыбалка, морские экскурсии и прогулки по берегам. Контраст морской акватории и суши создает высокую эстетическую привлекательность побережий. Здесь типично наличие аттрактивных и познавательных объектов: кекуры, клифы, пляжи, птичьи базары, лежбища морских животных; на акватории можно увидеть китов, дельфинов, касаток.

Немаловажное значение имеют климатические факторы, определяющие возможность, безопасность и комфортность отдыха и туризма. Важнейшими здесь являются летние и зимние температуры, среднегодовое количество осадков, высота снежного покрова и сила ветра. Низкая плотность метеостанций при высокой изменчивости климатических параметров из-за гористости и орографического рисунка территории затрудняет использование этих критериев. Недостаток данных по среднегодовому количеству осадков, температуре и скорости ветра был восполнен с использованием данных реанализа WorldClim 2 за период с 1970 по 2020 годы [11]. Представленные данные имеют разрешение 30" (1 км²) и приведены с учетом высоты над уровнем моря.

Усредненные значения среднемноголетней высоты снежного покрова были получены по Агроэкологическому атласу [1]. Разрешение растровых данных 10 км². Совокупная доля метеорологических параметров в рекреационном потенциале составляет 25%.

12. Средняя температура января (°C). Определяет возможность и комфортность для занятия зимними видами туризма, которые для Камчатки очень значимы (горнолыжный туризм, сноубординг, рафтинг, хели-ски, кросс-кантри, ски-туринг, лыжные спортивные походы).

13. Средняя температура июля (°C). Определяет комфортность условий для летнего туризма, отличающегося наибольшим разнообразием и массовостью.

14. Годовое количество осадков (мм). Значительные осадки отражают количество дней с плохой погодой (снег, дождь, морось, туманы), с распутицей, ограничивают доступность многих территорий.

15. Высота снежного покрова (см). Важнейшие условия для развития всех видов горнолыжного туризма, особенно фрирайда и хели-ски. Большая мощность и высокая влажность камчатского снега очень благоприятны для данных видов туризма.

16. Среднегодовая скорость ветра (м/сек). Негативный фактор для туристской деятельности как в летний, так и зимний период.

Для каждого критерия разработана пятибалльная шкала (табл. 1). Диапазоны шкал «абсолютных» и «относительных высот» увеличиваются в геометрической прогрессии со множителем 1,2. Для все других критериев использованы арифметические шкалы.

Таблица 1 – Шкала оценки природных рекреационных ресурсов

Критерии	Размерность	Баллы				
		1	2	3	4	5
Абсолютные высоты	м	0–475	475,1–1045	1045,1–1729	1729,1–2549,8	2549,9–3528
Вертикальное расчленение	м	0–245	245,1–539	539,1–891,8	891,9–1315,1	1315,2–1817
Горизонтальное расчленение	км/км ²	0–0,668	0,669–1,336	1,337–2,004	2,005–2,672	2,673–3,34
Действующие вулканы	объект	Периферийные ячейки	–	Ячейки вокруг центра	–	Центр вулкана
Потухшие вулканы	объект	Периферийные ячейки	Ячейки вокруг центра	Центр вулкана	–	–
Заозеренность	%	0–20	20,1–40	40,1–60	60,1–80	80,1–100
Ледники	%	0–20	20,1–40	40,1–60	60,1–80	80,1–100
Площадные ООПТ	%	0–20	20,1–40	40,1–60	60,1–80	80,1–100
Памятники природы	объект	–	–	–	–	Есть
Интересные тур. объекты	объект	–	–	–	–	Есть
Длина береговой линии	км	0–1,34	1,35–2,68	2,69–4,02	4,03–5,36	5,37–6,74
Ср. температура января (отриц. значения)	(–)°C	19,51–16,11	16,1–12,71	12,7–9,31	9,3–5,91	5,9–2,5
Ср. температура июля	(+)°C	1,45–3,94	3,95–6,43	6,44–8,92	8,93–11,41	11,42–13,9
Годовое количество осадков	мм	1141,5–1225	1057,9–1141,4	974,3–1057,8	890,7–974,2	807–890,6
Высота снежного покров	см	25,6–41,98	41,99–58,36	58,37–74,74	74,75–91,12	91,13–107,5
Среднегодовая скорость ветра	м/сек	8,5–7,26	7,27–6,04	6,03–4,80	4,79–3,57	3,56–2,34

Весовые коэффициенты критериев определены экспертным методом (табл. 2). Ценность каждой ячейки, соответствующей 4 км² на местности, в отношении рекреационного потенциала, определялась, согласно формуле 1, путем суммирования баллов каждого критерия, умноженного на его удельный вес:

$$IP_i = \sum_{i=1}^n (P_i * K_i) \quad (1)$$

где IP – интегральный природный рекреационный потенциал ячейки, P_i – количество баллов критерия (i) в расчетной ячейке (n), K_i – удельный вес критерия (i) в расчетной ячейке (n).

Таблица 2 – Весовые коэффициенты критериев

Критерии	Удельный вес
Абсолютные высоты	0,1
Относительные высоты	0,08
Горизонтальное расчленение	0,08
Действующие вулканы	0,1
Потухшие вулканы	0,06
Заозеренность	0,06
Ледники	0,05

Площадные ООПТ	0,03
Памятники природы	0,05
Интересные тур. объекты	0,06
Длина береговой линии	0,08
Средняя температура января	0,04
Средняя температура июля	0,07
Годовое количество осадков	0,06
Высота снежного покрова	0,04
Средняя скорость ветра	0,04
Всего	1,0

Выводы. Предложенный подход к методике оценки пространственного распределения природного рекреационного потенциала (на примере Елизовского района Камчатского края) позволяет выявить территориальную дифференциацию природных составляющих рекреационного интереса, и предложить рекомендации для более эффективного и безопасного туристско-рекреационного освоения региона. В данной методике оценены только природные предпосылки туристской деятельности без учета факторов, влияющих на освоение рекреационных ресурсов. Таких, как доступность туристских объектов, обеспеченность инфраструктурой, стоимость посещения территории и прочих, которые могут быть охарактеризованы отдельно аналогичным способом. Основным преимуществом данной методики является демонстрация пространственного распределения природного рекреационного потенциала территории, что позволяет комплексно оценить территорию в целом. Существующие методики сравнивают потенциал отдельных туристских объектов или муниципальных районов.

Список литературы

1. Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: климат [Электронный ресурс]. – URL: https://agroAtlas.ru/ru/content/Climatic_maps/Snow/index.html.
2. Гудковских М.В. Методика комплексной оценки туристско-рекреационного потенциала // Географический вестник. 2017. №1(40). С. 102–116.
3. Завадская, А. В. Оценка эколого-туристского потенциала памятников природы в Камчатском крае // Вестник Московского университета. Серия 5: География. – 2010. – № 3. – С. 28–34.
4. Колбовский Е.Ю. Пространственный анализ в геоэкологии. – М.: МГУ, 2022. – 830 с. (доступно: <http://de.geogr.msu.ru/Spatial-Analysis-in-Geoecology/>).
5. Никифорова, Е.М. Методика оценки туристско-рекреационного потенциала рельефа и анализ территориально-рекреационных систем в пределах геоморфологических подрайонов Рязанской области // Вестник Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина. – 2023. – № 2(79). – С. 191–201.
6. Сазыкин А.М., Сомова Е.Г. Методика оценки территориального распределения рекреационного потенциала (на примере национального парка «Земля Леопарда») // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2019 г. – Том 5 (15). – Вып. 3. – С. 201–210.
7. Саранча М.А. Синтез правил принятия решений и методов балльной оценки рекреационного потенциала территории // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. – 2006. – № 11. – С. 55–62.
8. Сомова Е.Г., Сазыкин А.М. Методика оценки рекреационного потенциала национального парка «Земля Леопарда» с помощью ГИС // XII Дальневосточная конференция по заповедному делу: Материалы научной конференции. – Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2017. – С. 146–149.
9. Спиридонов А. И. Геоморфологическое картографирование. М.: Недра, 1974. – 184 с.
10. EarthExplorer Home [Electronic Resource]. – URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/>.
11. WorldClim 2: Global climate and weather data [Electronic Resource]. – URL: <https://worldclim.org/data/worldclim21.html>.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект № FZNS-2024-0037 «Комплексный экологический мониторинг прибрежных морских и наземных экосистем Камчатки».

The study was funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, project number FZNS-2024-0037 «Integrated environmental monitoring of coastal marine and terrestrial ecosystems of Kamchatka».