

Научная статья

УДК 581.331.2:551.35"628.646"(265.54)
doi:10.52349/0869-7892_2025_104_23-29

Ключевые слова: Япономорский регион, шельф острова Сахалин, морские донные отложения, палинологический анализ, спорово-пыльцевой спектр, морские течения

Благодарности: экспедиция, в ходе которой был получен материал, финансировалась Лаошаньской лабораторией (LSKJ202204203), Тайшаньской научной программой провинции Шаньдун (tspd20181216). Исследование выполнено в рамках темы государственного задания № 124022100084-8.

Для цитирования: Новосёлова Ю. В., Горбаренко С. А. Пространственное распределение пыльцы в современных донных осадках Японского моря // Региональная геология и металлогения. 2025. Т. 32, № 4. С. 23–29. https://doi.org/10.52349/0869-7892_2025_104_23-29

Original article

UDC 581.331.2:551.35"628.646"(265.54)
doi:10.52349/0869-7892_2025_104_23-29

Keywords: Sea of Japan region, Sakhalin Island shelf, marine bottom sediments, pollen analysis, pollen spectrum, sea currents

Acknowledgments: the Laoshan Laboratory (LSKJ202204203) and Mount Tai Science Program of Shandong Province (tspd20181216) funded the data-collecting expedition. The research was supported by state geological study no. 124022100084-8.

For citation: Novoselova Yu. V., Gorbarenko S. A. Spatial distribution of pollen in the Sea of Japan's modern bottom sediments. *Regional Geology and Metallogeny*. 2025; 32 (4): 23–29. https://doi.org/10.52349/0869-7892_2025_104_23-29



Пространственное распределение пыльцы в современных донных осадках Японского моря

Ю. В. Новосёлова✉, С. А. Горбаренко

Тихоокеанский океанологический институт им. В. И. Ильичева
Дальневосточного отделения Российской академии наук,
Владивосток, Россия, novoselova.uv@poi.dvo.ru✉

Аннотация. Рассматриваются результаты изучения пыльцы и спор из донных отложений Японского моря, отобранных в 2010 г. в Татарском прогибе, на материковом склоне Приморья, а также на возвышенностях Северное Ямато и Первенец. В осадках Татарского прогиба отмечается высокое содержание пыльцы сосны, березы и ели. Доминирование пыльцы хвойных (ели, сосны) обусловлено широким распространением этих пород и особенностью этой пыльцы разноситься ветрами на сотни километров. В осадках, отобранных на возвышенности Первенец, преобладает пыльца хвойных деревьев (сосна, ель и пихта в сумме составляют около 90 %) и дуба (до 20 %). В осадках на хр. Северное Ямато доминирует пыльца сосны и дуба. Участие пыльцы дуба в морских осадках увеличивается с севера на юг в соответствии с его ареалом в Япономорском регионе. Полученные данные важно учитывать в будущем при интерпретации пыльцевых записей морских осадков и палеореконструкции природных условий и климата.

Spatial distribution of pollen in the Sea of Japan's modern bottom sediments

Yu. V. Novoselova✉, S. A. Gorbarenko

V. I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute,
Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences,
Vladivostok, Russia, novoselova.uv@poi.dvo.ru✉

Abstract. The paper reveals pollen and spore findings from the Sea of Japan's bottom sediments, namely the Tartary Trough, continental slope of Primorye, Russian Far East, as well as Northern Yamato and Pervenets rises in 2010. The Tartary Trough sediments contain a high percentage of pine, birch, and spruce pollen. Dominance of coniferous (spruce and pine) pollen is associated with the widespread distribution of the species as well as ability of this pollen to be aerially dispersed for hundreds of kilometers. Coniferous pollen (pine, spruce, and fir amount to approximately 90 %) and oak pollen (up to 20 %) dominate in the Pervenets Rise sediments. Pine and oak pollen prevail in the Northern Yamato Ridge sediments. Oak pollen presence in marine sediments increases from north to south, consistent with its range in the Sea of Japan region. The obtained data are likely to contribute to interpreting pollen records of marine sediments and paleoreconstruction of environmental conditions and climate.

ВВЕДЕНИЕ

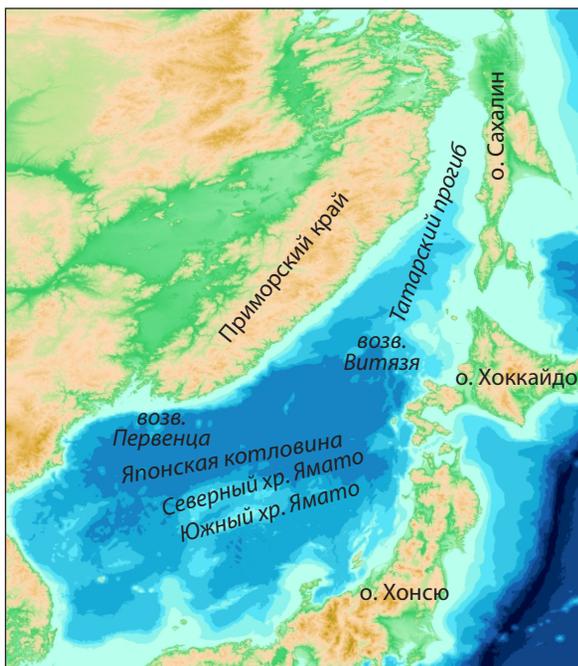
Во второй половине прошлого века в нашей стране начались интенсивные исследования морских осадков, включая осадки дальневосточных морей [1–10]. Геологи использовали данные палинологического анализа в первую очередь при стратиграфическом делении морских отложений. Первые работы по изучению осадков дальневосточных морей были организованы палинологом Е. В. Корневой в 1953–1963 гг. Результаты этих исследований послужили основой для составления карты и схемы количественного распределения и качественного состава пыльцы на дне Охотского моря и западной части Тихого океана [1; 2]. На примере изучения зал. Петра Великого определены общие закономерности в распределении пыльцы и спор в зависимости от геоморфологического строения и типов осадков. Пыльца распределяется в осадках как пелитовая фракция терригенного происхождения, и максимальное содержание палиноморф встречается на участках, где накапливаются глинистые

илы, имеющие невысокое содержание карбонатов и аморфного кремнезема [2; 11]. Исследования С. А. Сафаровой, Л. П. Карауловой, Н. К. Вагиной, И. Г. Гвоздевой, опубликованные в конце XX в. — начале XXI в., были посвящены главным образом вопросам палеоокеанологии Японского и Берингова морей [3; 8; 12–15]. В последние десятилетия пыльцевые записи морских осадков широко используют при детальной реконструкции палеоклимата, однако недостаточная изученность поверхностных отложений существенно затрудняет их интерпретацию.

Японское море имеет уникальное географическое положение на окраине Азиатского континента (рис. 1, а) и отличается своеобразной системой течений (рис. 1, с) [16]. Зимой в результате столкновения двух атмосферных центров регион оказывается под влиянием Азиатского антициклона, поэтому погода преимущественно ясная и без осадков. В теплый период сильное влияние оказывают поступающие с океана теплые, влажные воздушные массы, благодаря которым выпадают обильные осадки. Дно моря отличается сложным рельефом и неоднородным



а



б

Рис. 1. Географическое положение региона и станций

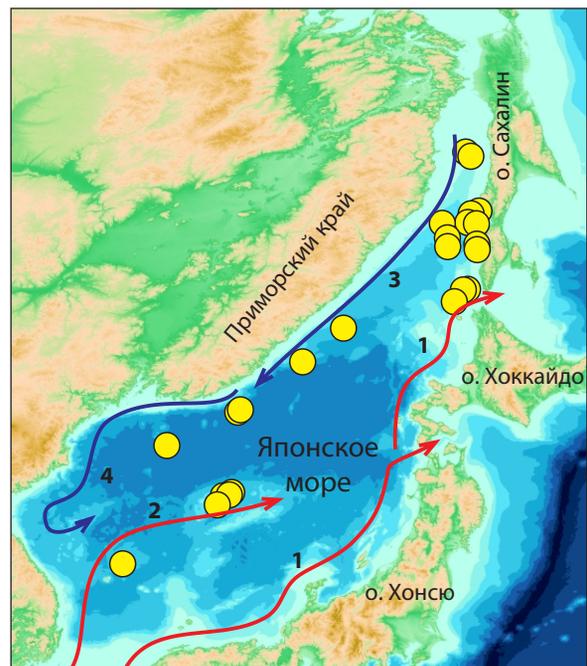
а — район исследования; **б** — крупные морфоструктуры дна Японского моря; **с** — схема поверхностных течений (1–4) и карта расположения станций отбора материала: 1 — Цусимское теплое течение, 2 — Восточно-Корейское теплое течение, 3 — Лиманное холодное течение, 4 — Северо-Корейское холодное течение

Источник: **с** — по [16]

Fig. 1. Geographical location of the region and stations

а — study area; **б** — large morphostructures at the Sea of Japan bottom; **с** — surface current (1–4) scheme and sampling stations location map: 1 — Tsushima warm current, 2 — East Korean warm current, 3 — Limannoye cold current, 4 — North Korean cold current

Source: **с** — from [16]



с

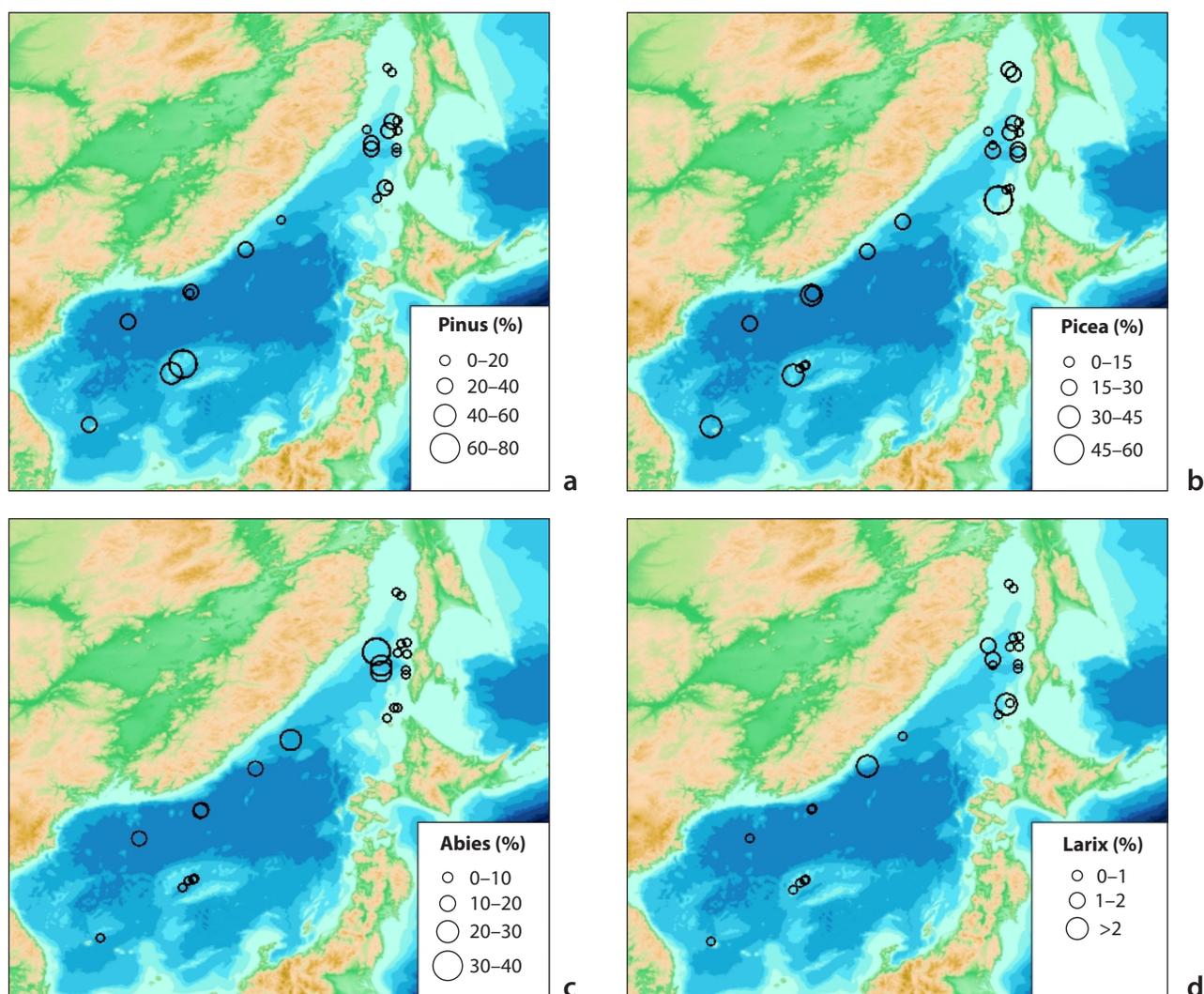


Рис. 2. Пространственное распределение пыльцы хвойных пород в донных осадках

a — сосна; *b* — ель; *c* — пихта; *d* — лиственница

Fig. 2. Spatial distribution of coniferous pollen in bottom sediments

a — pine; *b* — spruce; *c* — fir; *d* — larch

составом осадков. Наиболее распространенными являются крупноалевритовые, алевро-пелитовые и пелитовые илистые отложения. На шельфе и других мелководных областях часто встречаются пески [17], на континентальном склоне распространены крупноалевритовые осадки, области глубоководных котловин обычно состоят из алевро-пелитовых и пелитовых илов [18].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В основу работы положены результаты изучения пыльцы и спор из морских донных отложений, отобранных в 2010 г. в Татарском прогибе, на материковом склоне Приморья, а также на возвышенностях Северное Ямато и Первенец (рис. 1, *b*). Основная часть материала получена в ходе совместной работы с китайскими учеными на научно-исследовательском судне «Академик М.А. Лаврентьев».

Эти образцы представляют собой самый верхний слой современных донных отложений (0–4 см) и отбирались с помощью мультикорера на борту судна. Как правило, осадок был представлен мягким, очень мягким или полужидким пелитом либо мелкоалевритовым пелитом серовато-зеленого, зелено-коричневого или коричневого цвета. Использовались также опубликованные результаты изучения морских осадков, отобранных на шельфе Сахалина [19]. Всего изучено более 20 образцов морских осадков. Химическая подготовка проб проведена по стандартной методике В.П. Гричука¹ [20]. Главный инструмент, используемый для определения пыльцы и спор, — световой микроскоп Микмед-6. Полученные первичные данные анализа далее подвергались пересчету по группам согласно

¹ Чернова Г.М. Спорово-пыльцевой анализ отложений плейстоцена–голоцена : учеб. пособие. СПб. : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2004. 128 с.

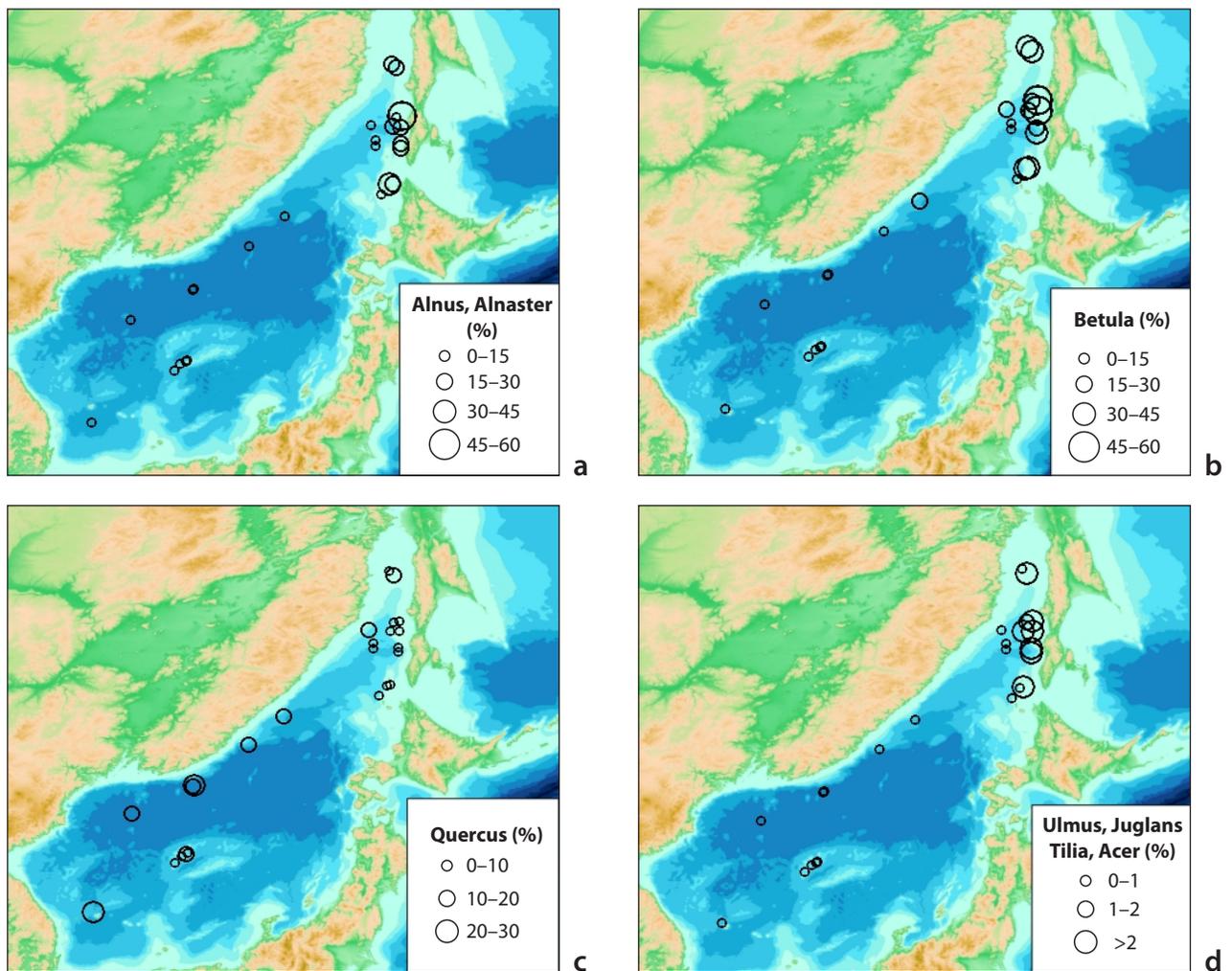


Рис. 3. Пространственное распределение пыльцы листопадных пород в донных осадках

a — ольха, ольховник; *b* — береза; *c* — дуб; *d* — ильм, орех, липа, клен

Fig. 3. Spatial distribution of deciduous pollen in bottom sediments

a — alder; *b* — birch; *c* — oak; *d* — elm, walnut, linden, maple

классической методике [20]. Сначала вычислялся общий состав, то есть подсчитывались процентные соотношения по группам пыльцы: 1) деревьев и кустарников, 2) трав и кустарничков и 3) спор (за 100% принимается сумма всех зарегистрированных пыльцевых и спорных зерен). Затем вычислялось процентное содержание каждого таксона или семейства в одной группе (когда за 100% поочередно принимаются суммы пыльцы деревьев и кустарников, трав и кустарничков и спор). Общее количество палиноморф в каждой пробе достигало 500 зерен. При помощи программы Surfer 15 были построены карты-схемы пространственного распределения пыльцы в морских донных осадках.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Общий состав спектров поверхностных донных отложений характеризуется доминированием пыльцы деревьев и кустарников. Наибольшее таксономическое разнообразие отмечается в шельфовых

осадках. В группе деревьев и кустарников доминирует пыльца *Pinus*, *Picea*, *Quercus*, *Abies*, *Betula*, тогда как *Tsuga*, *Acer*, *Castanea*, *Ulmus*, *Cryptomeria* встречаются редко. Пыльца трав и кустарничков занимает незначительное положение в общем составе. Как правило, преобладает пыльца растений с характерной способностью обильно продуцировать пыльцу и распространяться посредством воздушных потоков на сотни километров (*Picea*, *Pinus*) [20]. В составе палиноспектров отмечается обилие пыльцы ели (*Picea*) — до 30% и пихты (*Abies*) — до 30%, особенно в области Татарского прогиба и на континентальном склоне (рис. 2, *b*, *c*). Это связано с распространением темнохвойных лесов на севере Приморского края, Сахалине и Хоккайдо [21].

Высокое содержание сосны (*Pinus*) до 40% (рис. 2, *a*) связано с произрастанием кедрового стланика *Pinus koraiensis* на горных вершинах хр. Сихотэ-Алинь, простирающегося вдоль побережья, и других горных хребтах в изученном регионе. В япономорских осадках почти отсутствует пыльца лиственницы (*Larix*), однако лиственничники

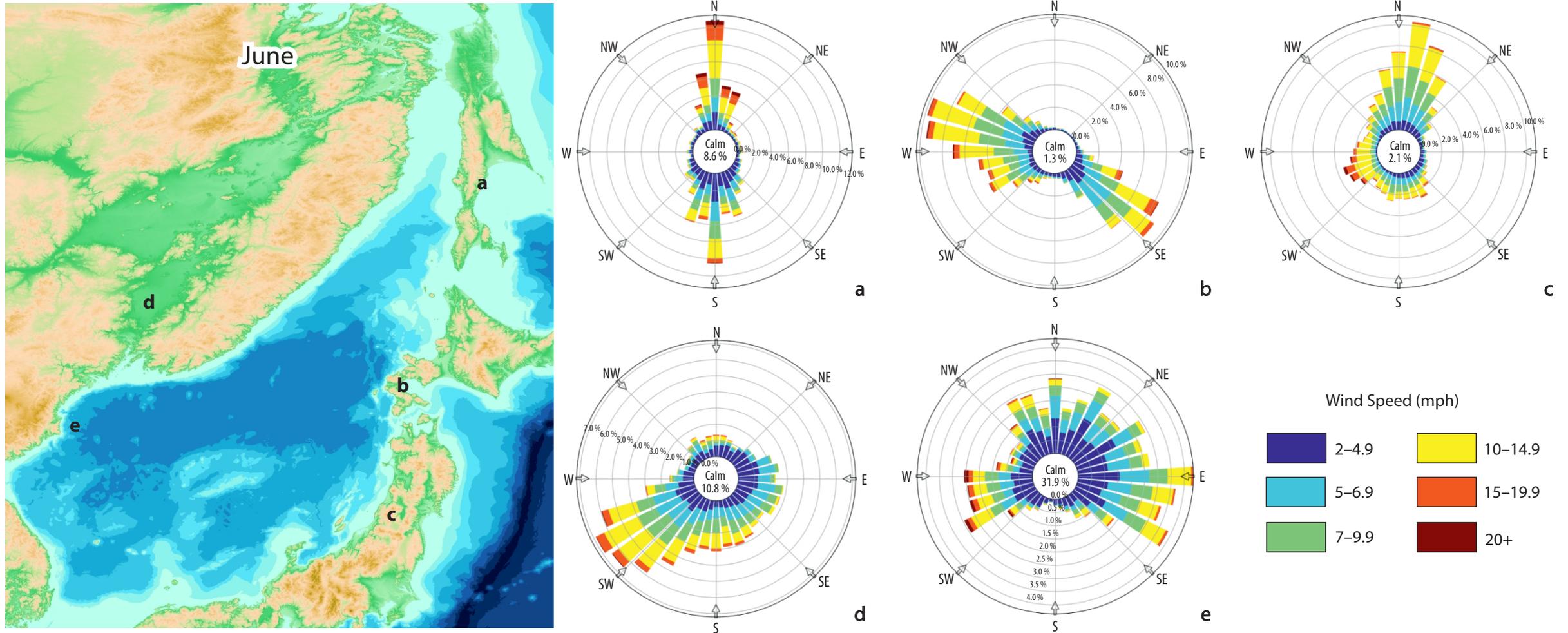


Рис. 4. Роза ветров

a — Владивосток; *b* — Южно-Сахалинск; *c* — Акита; *d* — Ниигата; *e* — Каннын

Источник: по открытым данным мезомасштабных конвективных комплексов Университета штата Айова (США)*

Fig. 4. Wind rose

a — Vladivostok; *b* — Yuzhno-Sakhalinsk; *c* — Akita; *d* — Niigata; *e* — Gangneung

Source: from the free-access data by the Iowa Environmental Mesonet of Iowa State University (USA)**

* URL: <http://www.mesonet.agron.iastate.edu> (дата обращения: 19.06.2025).

** URL: <http://www.mesonet.agron.iastate.edu> (accessed 19.06.2025).

нередко встречаются на юге Дальнего Востока [21; 22]. Это объясняется тем, что пыльца рода *Larix* разрушается в процессе фоссилизации [23]. Содержание дуба (*Quercus*) относительно высокое (20%) в области континентального склона Приморья (рис. 3, с), на возвышенности Первенец, и, напротив, низкое в осадках на шельфе Сахалина (до 10%), что показывает большую роль дуба в умеренно-широколиственных лесах на юге Приморья и согласуется с составом субфоссильных палиноспектров [24].

Высокое участие в спектрах пыльцы березы и ольхи (*Betula* и *Alnus*, *Alnaster*) на шельфе Сахалина (рис. 3, а, б) превышает роль каменной березы и ольховника в растительном покрове острова. Процентное содержание *Juglans*, *Tilia*, *Ulmus*, *Acer* низкое (рис. 3, с), что отражает их незначительную роль в современной растительности региона и отлично согласуется с составом субфоссильных спектров Приморья [24].

ОБСУЖДЕНИЕ

В осадках Татарского прогиба преобладает пыльца сосны (до 40%) и ели (до 30%), поступающая преимущественно с территорий Сахалина и Приморского края, где в период вегетации преобладают ветра северного и юго-западного направлений (рис. 4). Существенный вклад в распространение пыльцы также вносит Лиманное течение. Появление в отдельных образцах пыльцы *Cryptomeria* — известного эндемика Японских островов — свидетельствует о ее переносе ветрами с о. Хонсю (рис. 4). Это подтверждает мнение японских палинологов о том, что *Cryptomeria* отличается обильной пыльцевой продуктивностью и способна переноситься воздушными потоками на большие расстояния [25]. Также, вероятно, она могла транспортироваться посредством мощного Цусимского течения. Эта экзотическая пыльца в исключительных случаях отмечена в ранее изученных субфоссильных палиноспектрах Сахалина. В работе [19] было показано, что на Сахалине встречается пыльца не произрастающих здесь таксонов: *Corylus*, *Fagus*, *Castanea*. Их содержание, как правило, крайне низкое. Вероятно, это результат ветрового заноса с островов Хонсю и Хоккайдо. Очевидно, что пыльца липы (*Tilia*) может переноситься ветром за пределы своего ареала [19], вопреки имеющимся ранее сведениям [20].

В осадках, отобранных на возвышенности Первенец, преобладает пыльца хвойных деревьев (сосна, ель и пихта достигают в сумме до 90%) и дуба (до 20%), что отражает широко распространенные на территории Приморского края темнохвойные и хвойно-широколиственные леса. В общих чертах состав изученных палиноспектров морских донных осадков вблизи южного побережья Приморья примерно сопоставим со спектрами в районе р. Комиссаровка (юг Приморья) [24]. В осадках хр. Северное Ямато доминирует пыльца сосны и дуба, которая, вероятно, поступает весной с Корейского полуострова западными ветрами (рис. 4) и посредством Восточно-Корейского (рис. 1, с) и Северо-Корейского

течений, а также с южного Приморья. В целом распространение пыльцы основных таксонов в донных отложениях хорошо согласуется с географией еловых, пихтово-еловых, смешанных хвойно-широколиственных лесов на побережье Японского моря, о. Сахалин и Японских островах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые получены данные о пространственном распределении пыльцы различных таксонов в современных осадках Японского моря. Состав палиноспектров поверхностных проб донных осадков продемонстрировал, что главными способами транспортировки пыльцы в акваторию и далее в донные осадки Японского моря являются воздушные потоки и морские течения. Доминирование пыльцы хвойных деревьев отражает преобладание еловых, пихтово-еловых и смешанных хвойно-широколиственных лесов в Япономорском регионе. Процентное содержание пыльцы дуба в морских осадках увеличивается с севера на юг, показывая закономерное изменение роли этой породы в составе растительности, поскольку дуб — теплолюбивая и влаголюбивая порода. В шельфовых осадках Сахалина отмечается относительно высокое содержание пыльцы березы и ольхи, поступающей с острова посредством ветрового заноса и речного стока. Полученные результаты имеют важное значение при реконструкции характера палеорастительности и палеоклимата на основе палинологического анализа глубоководных осадков Японского моря.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Коренева Е. В. Изучение современных морских отложений методом спорово-пыльцевого анализа // Труды Ин-та океанологии Акад. наук СССР / отв. ред. В. Н. Никитин. Т. 13. М. : Изд-во Акад. наук СССР, 1955. С. 23–29.
2. Коренева Е. В. Спорово-пыльцевой анализ донных отложений Охотского моря // Геологические исследования в дальневосточных морях : тр. Ин-та океанологии Акад. наук СССР / отв. ред. П. Л. Безруков. Т. 22. М. : Изд-во Акад. наук СССР, 1957. С. 221–251.
3. Сафарова С. А. С микроскопом в глубь тысячелетий / отв. ред. Е. Д. Заклинская. М. : Наука, 1964. 56 с.
4. Васильев Б. И., Репечка М. А., Караулова Л. П. О скорости осадконакопления голоценовых отложений в северо-западной и центральной частях Японского моря // Вопросы геологии дна Японского моря / отв. ред. Н. П. Васильковский. Владивосток, 1973. С. 124–128.
5. Вронский В. А. Палинологические исследования донных отложений Азовского моря // Палинология голоцена и маринопалинология : тр. III междунар. палинол. конф. / отв. ред. Н. А. Хотинский, Е. В. Коренева. М. : Наука, 1973. С. 124–132.
6. Малясова Е. С. Палинология донных осадков Белого моря / отв. ред. Л. П. Серебрянный. Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1976. 119 с.
7. Шатилова И. И. Палинологические исследования современных донных осадков Черного моря // Палинология голоцена и маринопалинология : тр. III междунар. палинол. конф. / отв. ред. Н. А. Хотинский, Е. В. Коренева. М. : Наука, 1973. С. 133–137.
8. Вагина Н. К. Изменение верхнечетвертичных палинокомплексов в морских отложениях (по материалам

прямоточных колонок Японского, Охотского морей и Курило-Камчатского желоба) // Геология Тихого океана : тез. докл. III Тихоокеан. шк. по мор. геологии, геофизике и геохимии, Владивосток, 12–18 окт. 1987 г. / отв. ред. Б. И. Васильев. Ч. 1. Владивосток, 1987. С. 49–50.

9. Heusser L. E., Balsam W. L. Pollen distribution in the north-east Pacific Ocean // *Quaternary Research*. 1977. Vol. 7, no. 1. P. 45–62. [https://doi.org/10.1016/0033-5894\(77\)90013-8](https://doi.org/10.1016/0033-5894(77)90013-8).

10. Farley M. B. Palynomorphs from surface water of the eastern and central Caribbean Sea // *Micropaleontology*. 1987. Vol. 33, no. 3. P. 254–262. <https://doi.org/10.2307/1485641>.

11. Коренева Е. В. Споры и пыльца из донных отложений западной части Тихого океана : тр. Геол. ин-та Акад. наук СССР / отв. ред. Е. Д. Заклинская. Вып. 109. М. : Наука, 1964. 92 с.

12. Караулова Л. П., Назаренко Е. М. Характеристика климата Приморья по данным спорово-пыльцевого анализа // Проблемы изучения четвертичного периода : материалы всесоюз. совещ. / отв. ред. А. С. Хоментовский, С. М. Цейтлин. М. : Наука, 1972. С. 388–392.

13. Голоценовые и верхнеплейстоценовые отложения Уссурийского залива / Ю. Д. Марков [и др.] // Геология окраинных морей Тихого океана : тр. Дальневост. науч. центра Тихоокеан. океанол. ин-та / под ред. И. И. Берсенева. Т. 7. Владивосток, 1975. С. 127–143.

14. Четвертичные отложения северной части Японского моря / Ю. Д. Марков [и др.] // Палеонтология и стратиграфия кайнозойских отложений Японского и Филиппинского морей / отв. ред. Н. П. Васильковский. Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1978. С. 45–83.

15. Пушкарь В. С., Караулова Л. П., Марков Ю. Д. Диатомовый и спорово-пыльцевой анализы верхнеплейстоценовых и голоценовых отложений залива Петра Великого (Японское море) // Рельеф и рыхлые отложения Приморья и Приамурья / отв. ред. А. М. Короткий, А. П. Кулаков. Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 98–111.

16. Yoon J.-H., Kim Y.-J. Review on the seasonal variation of the surface circulation in the Japan/East Sea // *Journal of Marine Systems*. 2009. Vol. 78, no. 2. P. 226–236. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2009.03.003>.

17. Гребенникова Т. А. Палеогеографический анализ позднечетвертичных обстановок осадконакопления в Японском море : по данным изучения диатомовых водорослей : дис. ... канд. геогр. наук. Владивосток, 1989. 184 с.

18. Репечка М. А. Современные донные отложения Японского моря // Вопросы геологии дна Японского моря / отв. ред. Н. П. Васильковский. Владивосток, 1973. С. 66–90.

19. Микишин Ю. А., Гвоздева И. Г. Субфоссильные спорово-пыльцевые комплексы Сахалина и прилегающих территорий. Владивосток : Изд-во Дальневост. ун-та, 2009. 161 с.

20. Сладков А. Н. Введение в спорово-пыльцевой анализ. М. : Наука, 1967. 270 с.

21. Крестов П. В., Баркалов В. Ю., Таран А. А. Ботанико-географическое районирование острова Сахалин // Растительный и животный мир острова Сахалин : материалы междунар. сахал. проекта / отв. ред. С. Ю. Сторожко. Ч. 1. Владивосток : ФГУП «Изд-во Дальнаука», 2004. С. 67–92.

22. Толмачев А. И. О флоре острова Сахалина : доложено на двенадцатом ежегодном Комаровском чтении 12 дек. 1957 г. М. ; Л. : Изд-во Акад. наук СССР, 1959. 103 с.

23. Александрова А. Н. Плейстоцен Сахалина. М. : Наука, 1982. 192 с.

24. Динамика изменения уровня оз. Ханка (Приморье) в позднем голоцене / В. Б. Базарова [и др.] // Тихоокеанская геология. 2008. Т. 27, № 3. С. 93–98.

25. Квавадзе Э. В. Пыльца таксодиевых и ее особенно-сти. Тбилиси : Мецниереба, 1988. 48 с.

2. Koreneva E. V. Spore-pollen analysis of bottom sediments in the Sea of Okhotsk. *Geological research in Far Eastern seas: Trans. of the Inst. of Oceanology of the USSR Acad. of Sci.* / Publ. Ed. P. L. Bezrukov. Vol. 22. Moscow: USSR Acad. of Sci.; 1957. P. 221–251. (In Russ.).

3. Safarova S. A. With a microscope into the depths of millennia / Publ. Ed. E. D. Zaklinskaia. Moscow: Nauka; 1964. 56 p. (In Russ.).

4. Vasilev B. I., Repechka M. A., Karaulova L. P. Holocene deposits sedimentation rate in the northwestern and central parts of the Sea of Japan. *Geological issues of the Sea of Japan bottom* / Publ. Ed. N. P. Vasilkovskiy. Vladivostok; 1973. P. 124–128. (In Russ.).

5. Vronsky V. A. Palynological studies of bottom sediments of the Sea of Azov. *Holocene Palynology and Marine Palynology: Proc. of the III Intern. Palynological Conf.* / Publ. Eds. N. A. Khotinsky, E. V. Koreneva. Moscow: Nauka; 1973. P. 124–132. (In Russ.).

6. Malyasova E. S. Palynology of the White Sea bottom sediments / Publ. Ed. L. R. Serebryanny. Leningrad: Leningrad Univ. Publ. House; 1976. 119 p. (In Russ.).

7. Shatilova I. I. Data on the palynological research of the recent bottom sediments of the Black Sea. *Holocene Palynology and Marine Palynology: Proc. of the III Intern. Palynological Conf.* / Publ. Eds. N. A. Khotinsky, E. V. Koreneva. Moscow: Nauka; 1973. P. 133–137. (In Russ.).

8. Vagina N. K. Changes in the Upper Quaternary pollen complexes in marine sediments (based on direct-flow cores from the Sea of Japan, Sea of Okhotsk, and Kuril-Kamchatka Trench). *Geology of the Pacific Ocean: Conf. Abstr. of the III Pacific School on Marine Geology, Geophysics, and Geochemistry*, Vladivostok, 12–18 Oct. 1987 / Publ. Ed. B. I. Vasilev. Pt. 1. Vladivostok; 1987. P. 49–50. (In Russ.).

9. Heusser L. E., Balsam W. L. Pollen distribution in the north-east Pacific Ocean. *Quaternary Research*. 1977; 7 (1): 45–62. [https://doi.org/10.1016/0033-5894\(77\)90013-8](https://doi.org/10.1016/0033-5894(77)90013-8).

10. Farley M. B. Palynomorphs from surface water of the eastern and central Caribbean Sea. *Micropaleontology*. 1987; 33 (3): 254–262. <https://doi.org/10.2307/1485641>.

11. Koreneva E. V. Spores and pollen from bottom sediments in the western part of the Pacific Ocean: Trans. of the Inst. of Geol. of the Acad. of Sci. of the USSR / Publ. Ed. E. D. Zaklinskaia. Vol. 109. Moscow: Nauka; 1964. 92 p. (In Russ.).

12. Karaulova L. P., Nazarenko E. M. Characteristics of the Primorye climate according to spore-pollen analysis. *Problems of Studying the Quaternary Period: All-Union Meeting Proc.* / Publ. Eds. A. S. Khomentovskiy, S. M. Tseytlin. Moscow: Nauka; 1972. P. 388–392. (In Russ.).

13. Holocene and Upper Pleistocene deposits of Ussuri Bay / Yu. D. Markov [et al.]. *Geology of the marginal seas of the Pacific Ocean: Trans. of the Far Eastern Sci. Centre, Pacific Oceanological Inst.* / Ed. I. I. Bersenev. Vol. 7. Vladivostok; 1975. P. 127–143. (In Russ.).

14. Quaternary deposits in the northern Sea of Japan. *Paleontology and stratigraphy of the Cenozoic deposits in the Japanese and Philippine seas* / Yu. D. Markov [et al.]; Publ. Ed. N. P. Vasilkovskiy. Vladivostok: FESC AS USSR; 1978. P. 45–83. (In Russ.).

15. Pushkar V. S., Karaulova L. P., Markov Yu. D. Diatom and spore-pollen analysis of the Upper Pleistocene and Holocene deposits of Peter the Great Bay (Sea of Japan). *Relief and loose sediments of Primorye and Amur region* / Publ. Eds. A. M. Kороткий, A. P. Kulakov. Vladivostok: FESC AS of USSR; 1976. P. 98–111. (In Russ.).

16. Yoon J.-H., Kim Y.-J. Review on the seasonal variation of the surface circulation in the Japan/East Sea. *Journal of Marine Systems*. 2009; 78 (2): 226–236. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2009.03.003>.

17. Grebennikova T. A. Paleogeographic analysis of the Late Quaternary sedimentation settings in the Sea of Japan: based on the diatom research: PhD diss. (Geography). Vladivostok; 1989. 184 p. (In Russ.).

18. Repechka M. A. Modern bottom sediments of the Sea of Japan. *Geological issues of the Sea of Japan bottom* / Publ. Ed. N. P. Vasilkovskiy. Vladivostok; 1973. P. 66–90. (In Russ.).

REFERENCES

1. Koreneva E. V. Modern marine sediments research with the spore-pollen analysis method. *Trans. of the Inst. of Oceanology of the USSR Acad. of Sci.* / Publ. Ed. V. N. Nikitin. Vol. 13. Moscow: USSR Acad. of Sci.; 1955. P. 23–29. (In Russ.).

19. Mikishin Yu. A., Gvozdeva I. G. Subfossil spore-pollen complexes of Sakhalin Island and adjacent areas. Vladivostok: Publ. Far Eastern Nat. Univ.; 2009. 161 p. (In Russ.).

20. Sladkov A. N. Introduction to spore-pollen analysis. Moscow: Nauka; 1967. 270 p. (In Russ.).

21. Krestov P. V., Barkalov V. Yu., Taran A. A. Botanical and geographical zoning of Sakhalin Island. *Flora and Fauna of Sakhalin Island: Proc. of Intern. Sakhalin Project* / Publ. Ed. S. Yu. Storozhenko. Pt. 1. Vladivostok: Dalnauka Publ. House; 2004. P. 67–92. (In Russ.).

22. Tolmachev A. I. About the flora of Sakhalin Island: Rep. on the twelfth annu. Komarov memorial lectures on 12 Dec. 1957. Moscow; Leningrad: USSR Acad. of Sci. Publ. House; 1959. 103 p. (In Russ.).

23. Aleksandrova A. N. Pleistocene of Sakhalini. Moscow: Nauka; 1982. 192 p. (In Russ.).

24. Variation of the Lake Khanka level in the late Holocene, primorye / V. B. Bazarova [et al.]. *Russian Journal of Pacific Geology*. 2008; 2 (3): 272–276. (In Russ.).

25. Kvavadze E. V. Pollen of Taxodiaceae and its features. Tbilisi: Metsnieri; 1988. 48 p. (In Russ.).

Юлия Викторовна Новосёлова

Кандидат географических наук,
младший научный сотрудник

Тихоокеанский океанологический институт им. В. И. Ильичева
Дальневосточного отделения Российской академии наук,
Владивосток, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-2824-5099>
ResearcherID HQY-6138-2023
SPIN-код РИНЦ 6951-3592
novoselova.uv@poi.dvo.ru

Yulia V. Novoselova

PhD (Geography),
Junior Researcher

V. I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute,
Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences,
Vladivostok, Russia

<https://orcid.org/0000-0002-2824-5099>
ResearcherID HQY-6138-2023
RSCI SPIN-code 6951-3592
novoselova.uv@poi.dvo.ru

Сергей Александрович Горбаренко

Доктор геолого-минералогических наук,
главный научный сотрудник

Тихоокеанский океанологический институт им. В. И. Ильичева
Дальневосточного отделения Российской академии наук,
Владивосток, Россия

<https://orcid.org/0000-0001-8864-0499>
Scopus Author ID 6701331486
ResearcherID A-7055-2016
SPIN-код РИНЦ 5633-8490
gorbarenko@poi.dvo.ru

Sergey A. Gorbarenko

DSc (Geology and Mineralogy),
Chief Researcher

V. I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute,
Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences,
Vladivostok, Russia

<https://orcid.org/0000-0001-8864-0499>
Scopus Author ID 6701331486
ResearcherID A-7055-2016
RSCI SPIN-code 5633-8490
gorbarenko@poi.dvo.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Conflict of interest: the authors declare no conflicts of interest.

Статья поступила в редакцию 19.06.2025
Одобрена после рецензирования 30.10.2025
Принята к публикации 22.12.2025

Submitted 19.06.2025
Approved after reviewing 30.10.2025
Accepted for publication 22.12.2025