

© Автор 2024 г. Открытый доступ.
Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution License 4.0 International (CC BY 4.0)



© The Author 2024. Open access.
Content is available under Creative Commons Attribution License 4.0 International (CC BY 4.0)

УДК 551.8+561(271.64)

<https://doi.org/10.30730/gtr.2024.8.2.142-152>
<https://www.elibrary.ru/hbzaau>

Особенности формирования субфоссильных спорово-пыльцевых спектров острова Кетой (Центральные Курилы)

Л. М. Мохова

E-mail: nadyar@tigdvo.ru

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия

Резюме. Проведен анализ состава и соотношения основных компонентов спорово-пыльцевых спектров из поверхностного слоя торфяников, почв, отложений озер и аллювиальных наилок в разных частях о. Кетой (Центральные Курилы), который, несмотря на небольшие размеры, отличается сложной организацией ландшафтов. Независимо от генезиса отложений пыльцевые спектры хорошо отражают локальную растительность в местах сбора проб. Пыльца, занесенная с сопредельных территорий, существенного влияния на состав пыльцевых спектров не оказывает. Спектры почвенных отложений юго-восточной части острова представлены пыльцой вересковых; юго-западной части – пыльцой деревьев, среди них доминирует пыльца кедрового стланика, ольховника и березы. В группе пыльцы трав преобладают астровые и вересковые. Спектры, полученные из пионерных почв западной части острова, формируют споры плауна булавовидного (*Lycopodium clavatum*), что отражает сообщества на зарастающих отложениях обвалов. В спектрах поверхностного слоя торфяников в большом количестве присутствует пыльца осоковых и злаков. Спектры аллювиальных наилок отражают растительность долин низкопорядковых водотоков, где распространены ольховник, кедровый стланик, а по бортам – каменная береза. Спектры верхнего слоя осадков небольших озер очень хорошо отражают локальные биоценозы. В незначительном количестве, за исключением двух проб, в спектрах присутствует аллохтонная пыльца темнохвойных и широколиственных древесных пород. Эта пыльца переносится с южных островов, в том числе Японских. Полученные данные можно использовать для палеогеографических реконструкций при анализе формирования палиноспектров на малых океанических островах.

Ключевые слова: островные ландшафты, спорово-пыльцевой анализ, растительность, аллювиальные и озерные наилки, торфяники, пионерные почвы, Курильские острова

Special aspects of the formation of subfossil pollen assemblages from Ketoi Island (Central Kuril Islands)

Ljudmila M. Mokhova

E-mail: nadyar@tigdvo.ru

Pacific Geographical Institute, FEB RAS, Vladivostok, Russia

Abstract. The composition and ratios of main components of pollen assemblages from the surface layer of peatlands, soils, lake sediments, and alluvial silts in different parts of the Ketoi Island were analyzed. The island, despite its small size, is distinguished by a complex organization of the landscapes. The pollen spectra represent well the local vegetation at the sampling sites, regardless of the genesis of sediments. Pollen brought from adjacent territories does not have a significant effect on the composition of pollen spectra. The spectra from soil deposits in the southeastern part of the island are represented by heather pollen; in the southwestern part, by tree pollen, mostly Siberian dwarf pine, alder, and birch pollen. Among nonarborescent pollen, Asteraceae and Ericaceae are dominant. The pollen spectra obtained from pioneer soil in the western part of the island consist of club moss spores (*Lycopodium clavatum*), which represent communities on overgrown rockfall deposits. The assemblages of the surface layer of peatlands contain large amounts of sedge and grass pollen. The pollen spectra from alluvial silts represent the vegetation of small valleys, where alder, dwarf pine, and Erman's birch along the sides are common. The pollen spectra from the surface sediments of small lakes represent local

biotic communities very well. Allochthonous pollen of dark coniferous and broad-leaved trees is present in the spectra in small quantities, except for two samples. This pollen was brought from the southern islands, including those of Japan. The data obtained can be used for paleogeographic reconstructions in the analysis of the formation of pollen spectra on small oceanic islands.

Keywords: island landscapes, pollen analysis, vegetation, alluvial and lacustrine silts, peatland, pioneer soils, Kuril Islands

Для цитирования: Мохова Л.М. Особенности формирования субфоссильных спорово-пыльцевых спектров острова Кетой (Центральные Курилы). *Геосистемы переходных зон*, 2024, т. 8, № 2, с. 142–152. <https://doi.org/10.30730/gtrz.2024.8.2.142-152>; <https://www.elibrary.ru/hbzaau>

For citation: Mokhova L.M. Special aspects of the formation of subfossil pollen assemblages from Ketai Island (Central Kuril Islands). *Geosistemy perekhodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2024, vol. 8, no. 2, pp. 142–152. (In Russ., abstr. in Engl.). <https://doi.org/10.30730/gtrz.2024.8.2.142-152>; <https://www.elibrary.ru/hbzaau>

Финансирование и благодарности

Работа выполнена по теме государственного задания Тихоокеанского института географии ДВО РАН (№ 122020900184-5). Экспедиционные работы проводились в рамках Курильского биоконкомплексного проекта, финансируемого Национальным научным фондом США (грант ARC-0508109, руководитель Бен Фицью). Автор благодарит уважаемых рецензентов за конструктивные замечания, способствующие улучшению данной публикации.

Funding and Acknowledgements

The study was carried out within the framework of the state assignment of the Pacific Institute of Geography of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences (No. 122020900184-5). The field work was conducted within the framework of the Kuril Biocomplexity Project funded by the United States National Science Foundation (grant ARC-0508109, principal investigator Ben Fitzhugh). The author thanks the respected Reviewers whose constructive suggestions contributed to the improvement of this article.

Введение

Длительная и сложная история развития природной среды Курильских островов предопределила уникальность и специфику ландшафтной структуры территории. Комплекс зональных и аazonальных ландшафтообразующих факторов, главным из которых является тектоническая и вулканическая активность, нашел отражение в ландшафтной организации островов Курильской гряды [1] и во многом определил эволюцию ландшафтов в голоцене. К настоящему времени получены данные по истории развития практически всех островов из группы Центральных Курил [2–4], в том числе и для о. Кетой [5], но субфоссильным спектрам уделялось мало внимания.

Анализ современных спорово-пыльцевых спектров и их соответствия растительности является важным этапом при изучении развития ландшафтов конкретных территорий [6–8] и проводится в разных регионах Дальнего Востока [9–11]. Для Курильских островов такие исследования выполнены для юга

[12, 13], где установлено, что субфоссильные палиноспектры в целом адекватно отражают растительность на уровне биома, в отличие от континентальных территорий с большими водосборными бассейнами; генезис отложений не имеет большого влияния на их формирование; выявлено присутствие аллохтонной древесной пыльцы, поступающей с сопредельных островных территорий [14].

Целью данной работы является изучение субфоссильных спорово-пыльцевых спектров, полученных из осадков различного генезиса, сформированных в разных природно-территориальных комплексах о. Кетой (рис. 1), для сопоставления спектров с современной растительностью и оценки их соответствия окружающим растительным ассоциациям.

Краткая характеристика района

Кетой, остров средней группы Большой гряды Курильских островов, омывается с запада и востока водами Охотского моря и Тихого океана соответственно*. Площадь острова

* Физико-географические сведения об острове приводятся по: *Справочник по физической географии Сахалинской области*. 2003. Южно-Сахалинск: Сахалинское кн. изд-во, 112 с.

составляет 71 км² [1]. На юге он отделяется проливом Дианы (ширина – 18.5 км, глубина – до 400 м) от о. Симушир, на севере – проливом Рикорда (ширина – 25.9 км, глубина – 200 м) от островов Ушишир. Остров Кетой образован группой вулканов, основную часть территории занимает сомма древнего вулкана с кальдерой диаметром 5–5.5 км. Хорошо выражена молодая центральная постройка, современный внутрикальдерный активный конус – Пик Палласа [15]. Наивысшая точка острова – около 1172 м. Гидрологическая сеть на вулканических постройках развита крайне неравномерно. Большинство водотоков являются временными и нередко пересыхают. Озера на острове (Малахитовое и Глазок) имеют вулканическое происхождение.

Климат на острове* океанический, с небольшой разницей между средними зимними и летними температурами. В районе Центральных Курил, по данным метеонаблюдений на островах Симушир и Матуа, среднегодовая температура составляет 1.6–2.5 °С, минимальная –27 °С, максимальная +29 °С. Зима относительно теплая: средняя температура февраля –6.3...–5.8 °С, лето прохладное, самый теплый месяц август – средняя температура 10.9–11.0 °С, среднегодовое количество осадков 1213–1610 мм. Высота снежного покрова варьирует от 16 до 110 см, снежники в верховьях долин могут сохраняться все лето. Характерны сильные туманы, количество ясных дней не превышает 7 за год. В данном районе отмечено максимальное количество дней с сильным ветром (>15 м/с) – до 185 в год. Проливы Дианы и Рикорда не замерзают. С тихоокеанской стороны острова проходит холодное течение Оясио, оказывающее существенное влияние на климат Центральных Курил.

Согласно флористическому районированию Курильских островов, о. Кетой относится к Средне-Курильскому району, флористическую обособленность которого обеспечивают восточноазиатские элементы флоры: бамбучник (*Sasa kurilensis*), тис остроконечный

(*Taxus cuspidata*) и каменная береза (*Betula ermanii*) [16–18]. Склоны влк. Кетой покрыты кедровым стлаником (*Pinus pumila*). Видовой состав кедрово-стланиковых зарослей очень беден. Они часто смешаны с зарослями каменной березы и ольховника. На острове также широко распространен ольховник кустарниковый (*Duschekia fruticosa*) с разреженным травянистым покровом или кустарниковым подлеском. Остров Кетой является северным пределом распространения бамбучника, который широко представлен на всем острове. Повсеместно встречаются разнотравные и злаково-разнотравные луга. Главным условием их формирования является хорошая дренированность почв. Высокотравье, образованное в основном белокопытником, свойственно морским берегам и долинам водотоков.

На о. Кетой вдоль береговой полосы распространены ландшафты абразионно-денудационных уступов с валунно-галечными пляжами и штормовыми валами, с травянистыми сообществами и высокотравьем на маломощных дерновых почвах [1]. Юго-западную часть острова занимают ландшафты вулканических плато, для которых, как и для южной части острова, характерны заросли кедрового стланика, каменной березы и ольховника с бамбучниково-разнотравными лугами. В северной части распространены заросли кедрового стланика, каменной березы и ольховника. На повышенных местах доминирует кедровый стланик и распространены бамбучниково-разнотравные луга, а в понижениях преобладают каменная береза и ольховник. В верхних частях склонов растительность уничтожена в результате последних извержений. На крутых склонах кальдеры значительные площади занимают заросли каменной березы, ольховника и кедрового стланика с бамбучниково-разнотравными лугами. На восточном и южном склонах кальдеры растительность представлена зарослями кедрового стланика, каменной березы и ольховника. В западной части распространены абразионно-денудационные

* Сведения о климате острова по: *Справочник по климату СССР*. Вып. 34. *Сахалинская область*. Л.: Гидрометеиздат. 1970. Ч. 2. 200 с.; 1968. Ч. 3. 248 с.; Ч. 4. 172 с. [*USSR climate guide*]. Vol. 34. *Sakhalin Region*. Leningrad: Gidrometeoisdat. 1970. Pt 2. 200 p. 1968. Pt 3. 248 p.; Pt 4. 172 p. (In Russ.).

уступы с разреженной травянистой растительностью. В долинах временных и постоянных водотоков встречаются заросли каменной березы с ольховником, кедровым стлаником и бамбучниково-разнотравными лугами, нижние части долин занимает высокотравье [1].

Материалы и методы

Материал для изучения субфоссильных спектров с кратким описанием окружающих растительных ассоциаций был собран Н.Г. Разжигайевой (Тихоокеанский институт географии ДВО РАН) во время экспедиции 2006 г. (рис. 1). Отбирались пробы из поверхностного слоя почв, торфяников (очес), аллювиальных наилок, верхнего слоя осадков небольших озер. Всего изучено 16 проб. Обработка проб проводилась сепарационным методом с использованием тяжелой жидкости $\text{H}_2\text{O}:\text{CdI}_2:\text{KI}$ (2.2 г/см^3) без ацетализа. Рассчитывалось соотношение трех групп: 1) пыльца древесных пород и кустарников, 2) пыльца трав и кустарничков, 3) споры. Расчет пропорций отдельных таксонов проводился в каждой группе. Кластерный анализ выполнен с помощью пакета программ Past 3.26 [19]. В качестве меры сходства выбран коэффициент корреляции.

Для кластерного анализа из состава палиноспектров исключены аллохтонные таксоны.

Результаты

Современные осадки о. Кетой включают богатые спорово-пыльцевые спектры. Исключением является одна проба (наилок ручья Горчичный), где встречены единичные зерна пыльцы и споры. Найдена пыльца 18 таксонов древесных пород и кустарников, 18 травянистых и кустарничков и споры 7 споровых растений.

В юго-восточной части о. Кетой (рис. 1) отбор аллювиальных осадков проводился в ручье Сточный и рядом расположенном временном водотоке. Долина ручья покрыта высокотравьем (преобладает белокопытник). По бортам долины распространен кедровый стланик, ольховник и каменная береза, в травянистом покрове – папоротник семейства полиподиевых и плауны. Спорово-пыльцевые спектры (пробы 32, 39) содержат большое количество пыльцевых зерен (п.з.) и спор, в сумме 1296–2822 шт. На долю пыльцы древесных растений приходится от 532 до 1937 п.з., трав – от 311 до 51 п.з., спор – от 453 до 834 шт. Среди древесных видов (содержание от 41 до 69 %)

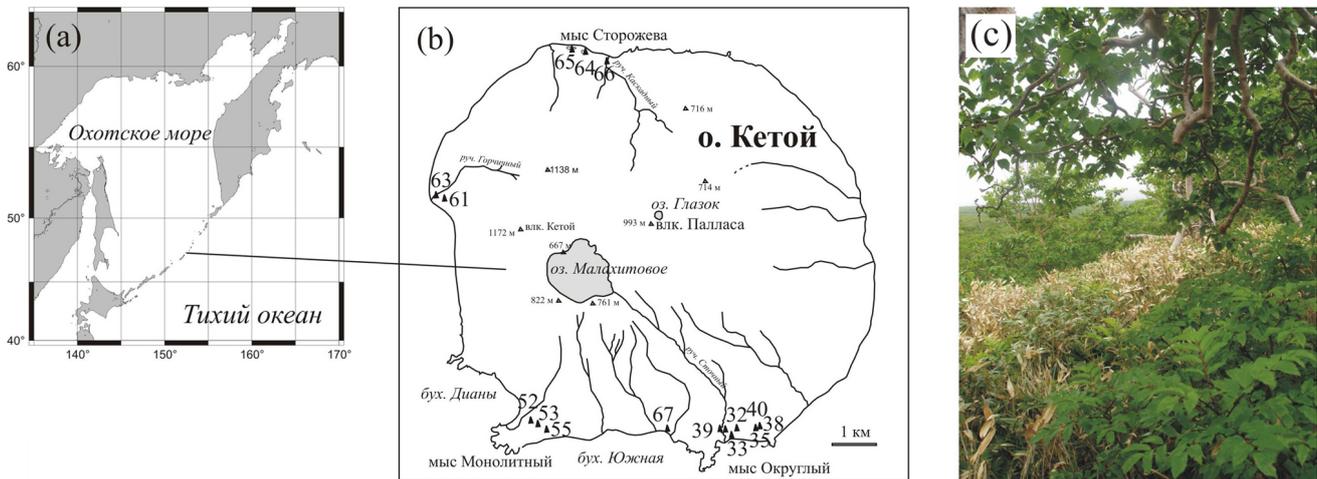


Рис. 1. Район исследований. (а) Положение о. Кетой в цепи Курильских островов, (б) расположение точек отбора проб (номером 64 обозначены пробы 0/64 и 00/64), (с) каменноберезняк (*Betula ermanii*) с рябиной смешанной (*Sorbus commixta*) и бамбучником (*Sasa kurilensis*), (д) болото на плато в южной части острова и окружающая растительность.

Fig. 1. Study area. (a) Position of Ketoi Island in the Kuril Islands chain, (b) location of sampling sites (black triangles) on Ketoi Island, (c) Erman's birch (*Betula ermanii*) forest with mountain ash (*Sorbus commixta*) and dwarf bamboo (*Sasa kurilensis*), (d) swamp on the plateau in southern part of the island with surrounding vegetation.

отмечена пыльца ольховника (*Duschekia*), кедрового стланика (*Pinus s/g Haploxyton*, от 10 до 14 %), каменной березы (*Betula sect. Costatae*, 4–12 %). Единично встречена пыльца ели (*Picea*), сосны (*Pinus s/g Diploxyton*), ольхи (*Alnus*), березы (*Betula sp.*) и восковника (*Myrica*). Разнотравье представлено главным образом пыльцой сложноцветных (*Asteraceae*, 58–80 %), злаков (*Poaceae*, до 39 %), включая и пыльцу бамбучника. В небольших количествах встречается пыльца лютиковых (*Ranunculaceae*), вересковых (*Ericaceae*), зонтичных (*Apiaceae*). Встречено много спор папоротников (*Polypodiaceae*, 89–98 %), найдены споры плаунов (*Lycopodium clavatum*, *Lycopodium sp.*) и плаунка (*Selaginella*) (рис. 2).

Небольшие участки на плато в южной части острова заняты шикшевником с участием кустарниковой ивы (*Salix kurilensis*). Спорно-пыльцевой спектр из почвы (проба 33), отобранной под шикшевником (*Empetrum sibiricum*), содержит среднее количество пыльцы и спор (432). На долю пыльцы *Ericaceae* приходится 99.7 % от всей пыльцы из группы трав и кустарничков. Споры представлены *Polypodiaceae*, 32 % и *Lycopodium*, 68 %. Среди пыльцы древесных видов отмечено одно пыльцевое зерно *Betula sect. Costatae*.

Среди пушицево-сфагнового болота расположены небольшие озера (озерки), вокруг которых находятся заросли кедрового стланика, ольховника, березы, рябины (*Sorbus sambucifolia*), жимолости голубой (*Lonicera caerulea*), в покрове – папоротники и плауны. Пробы, отобранные из верхнего слоя осадков озера (пробы 35, 38), содержат от 385 до 392 п.з. и спор. На долю пыльцы древесной растительности и кустарников приходится от 55 до 88 %, пыльцы *Pinus s/g Haploxyton* – от 44 до 67 %, доля пыльцы *Duschekia* составляет от 3 до 51 %, максимум зафиксирован в озерных осадках. Незначительно количество пыльцы *Betula* и занесенной пыльцы пихты (*Abies*), ели (*Picea*), дуба (*Quercus*). Группа пыльцы травянистых видов включает пыльцу *Ericaceae* (до 91 %) и трав, типичных для болотной растительности, в том числе *Iridaceae* (2–14 %). Споры представлены *Polypodiaceae* (до 72 %) и *Lycopodium* (от 21 %). На болоте в поверхност-

ном слое торфа резко снижается количество пыльцевых зерен – до 198 (проба 40). Преобладает пыльца *Pinus s/g Haploxyton* (59 %), увеличивается количество пыльцы берез (25 %), встречена аллохтонная пыльца *Abies*, *Quercus*. Среди пыльцы трав доминирует пыльца осок (*Cyperaceae*, 90 %), встречается пыльца *Rosaceae* (5 %), *Ericaceae* (3 %), единично *Cheporodiaceae*. Споры немногочисленны (6 %) – присутствуют *Polypodiaceae* и *Sphagnum*.

В почве под высокотравьем в тыловой части морской террасы около абразионно-денудационного уступа (проба 67) количество пыльцы и спор низкое (127 шт.), преобладает пыльца трав (55 %), представленная в основном *Asteraceae* (36 %), розоцветными (*Rosaceae*, 30 %), полынью (*Artemisia*, 14 %), что отвечает доминирующим в сообществе лабазнику камчатскому (*Filipendula camtschatica*), белокопытнику японскому (*Petasites japonicus*) и полыни, распространенной в растительных сообществах побережья. В группе пыльцы древесных и кустарников (32 %) присутствуют *Pinus s/g Haploxyton* (70 %) и *Betula*. Споры немногочисленны (13 %), в основном *Polypodiaceae*.

В юго-западной части острова, в районе бухты Диана (рис. 1), были отобраны почвенные пробы под разнотравьем (проба 52) и шикшевником с многочисленными кустиками ольховника и ивы (проба 53). Пробы сильно различаются по количеству пыльцы и спор: в поверхностном слое луговой почвы (проба 52) содержится 550 шт. п.з. и спор, в почве под шикшевником (проба 53) – 2248 шт. В спорно-пыльцевых спектрах из луговой почвы в группе пыльцы древесных видов и кустарников доминирует пыльца *Pinus s/g Haploxyton* (62 %); в палиноспектре из почвы под шикшевником до 28 % приходится на долю пыльцы ольховника и до 13 % – на пыльцу берез, по морфологии сходную с пыльцой кустарниковых берез. В небольшом количестве встречена пыльца ив (3 %) и заносная пыльца (*Abies*, *Picea*). Группа пыльцы травянистых видов в спектре из луговой почвы в основном состоит из пыльцы *Asteraceae* (до 84 %), единичны зерна пыльцы разнотравья. Пыльца трав и кустарничков в спектре из почвы под шикшевником состоит в основном из пыльцы *Ericaceae* (98 %),

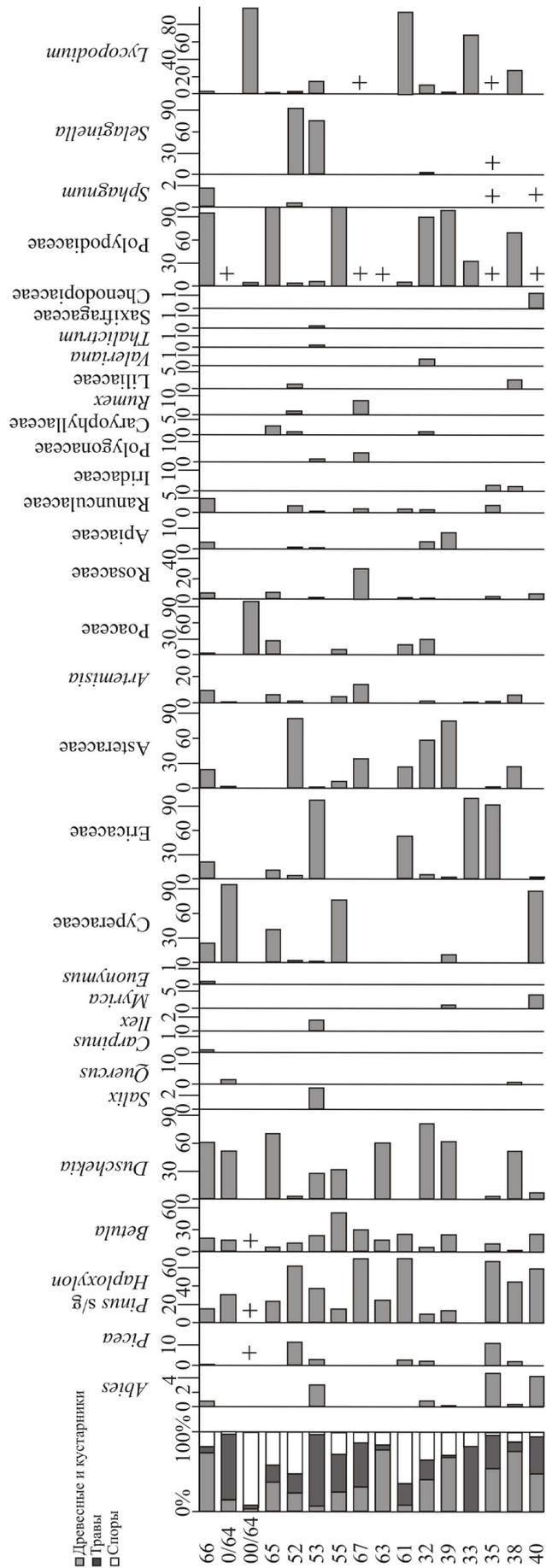


Рис. 2. Состав субфоссильных спорово-пыльцевых спектров из осадков и почв о. Кетой. Пробы: 66 – наилок ручья Каскадный, 0/64 – верхний слой осадков, небольшое озеро, 00/64 – пионерная почва на отложениях обвала, 65 – верхний слой осадков, небольшое озеро, 52 – почва под разнотравным лугом, 53 – почва под шикшеником, 55 – поверхность торфяника, 67 – почва под высокоотравьем, 63 – наилок ручья Горчишный, 61 – пионерная почва, 32 – наилок временного водотока, 39 – наилок ручья Сточный, 33 – почва под шикшеником, 35 – поверхность торфяника, 38 – поверхность торфяника, 40 – поверхность торфяника.

Fig. 2. Composition of subfossil pollen assemblages from the sediments and soils of Ketoi Island. Samples: 66, silt from Kaskadnyy Creek; 0/64, the sediments of small lake; 00/64, pioneer soil on rockfall deposits; 65, the sediments of small lake; 52, soil under forb meadow; 53, soil under crowberry (*Empetrum sibiricum*) communities; 55, peatland surface; 67, soil under tall grasses; 63, silt from Gorchichnyy Creek; 61, pioneer soil; 32, silt from temporary stream; 39, silt from Stochnyy Creek; 33, soil under crowberry (*Empetrum sibiricum*) communities; 35, peatland surface; 38, peatland surface; 40, peatland surface.

в небольшом количестве присутствует пыльца разнотравья. Встречена пыльца падубы, источником является *Plex rugosa*, характерный для каменноберезняков и зарослей кедрового стланика. Споры представлены в основном *Selaginella selaginoides* (от 74 % до 93 %), остальная часть приходится на *Polypodiaceae* и *Lycopodium*.

В этой же части острова на небольшом болоте, расположенном в нижней части склона на борту долины, получены спектры из моховой подстилки на поверхности торфяника (проба 55). Окружающая растительность – луговая, с небольшими куртинами ольховника и кедрового стланика, на прилегающих участках плато присутствует березовый лес. Палиноспектр содержит 261 шт. п.з. и спор. Основная доля приходится на пыльцу травянистых (47 %) и споры (до 28 %). Среди пыльцы древесных видов отмечена пыльца *Betula sect. Costatae* (46 %), *Duschekia* (32 %) и *Pinus s/g Haploxylon* (15 %). Пыльца травянистых растений представлена *Cyperaceae* (до 76 %), *Roaceae* (11 %) и пыльцой разнотравья. Встречены только споры *Polypodiaceae*.

В западной части острова изучен состав палиноспектра из пионерной почвы (проба 61) на отложениях обвала, образованных крупными глыбами с бурой супесью в заполнителе. Почва (мощность 4–5 см) сложена плохо гумусированной супесью, формируется под разнотравной луговой растительностью. Общее количество пыльцы и спор составляет 1291 шт., преобладают споры (840), на долю древесных пород и кустарников приходится 111 п.з., трав – 340 п.з. В группе травянистых преобладают *Ericaceae* (53 %), *Asteraceae* (26 %) и *Roaceae* (19 %). Споры представлены в основном *Lycopodium clavatum* (95 %). Среди пыльцы древесных пород и кустарников встречается пыльца *Pinus s/g Haploxylon* (70 %), *Betula* (19 %), единично *Picea*. Здесь же был изучен спектр из наилка ручья Горчиный (проба 63), в долине которого находится много фумарол. Наилкок содержит небольшое количество пыльцы, представленной главным образом *Duschekia* (61 %), *Pinus s/g Haploxylon* (24 %) и *Betula* (15 %). Пыльцевые зерна трав единичны, споры представлены *Polypodiaceae*.

В северной части острова, около мыса Сторожева, пробы отбирались из верхнего слоя осадков мелких озер, образовавшихся на отложениях крупного обвала (пробы 0/64, 00/64, 65). Вокруг этих озерков – луговая растительность. Количество пыльцы и спор в спектрах от 341 до 350 шт. Среди древесных видов преобладает пыльца *Duschekia* (52–71 %) и *Pinus s/g Haploxylon* (24–31 %), встречается пыльца *Betula* (6–16 %) и заносная пыльца *Quercus*. В группе травянистых и кустарничков основная часть приходится на пыльцу *Cyperaceae* (до 99 %), *Roaceae* (до 27 %) и *Ericaceae* (до 11 %). Споры представлены в основном *Polypodiaceae*. Здесь же на берегу озера в поверхностном слое почвы (проба 00/64) обнаружено 528 шт. п.з. и спор. Количество спор достигает 93 %, преобладает *Lycopodium*, в основном *L. clavatum*.

Спектр из наилка ручья Каскадный (проба 66), стекающего с отрога влк. Палласа, содержит значительное количество пыльцы и спор (916). На долю древесных пород и кустарников приходится 75 % пыльцы, в составе которой *Duschekia* (61 %), *Pinus s/g Haploxylon* (15 %), *Betula sect. Costatae* (14 %) и единичные зерна аллохтонной пыльцы *Abies*, *Picea*, *Carpinus*, *Euonymus*. Пыльца травянистых растений и кустарничков почти в равных долях включает *Cyperaceae*, *Asteraceae* и *Ericaceae* (24, 23, 21 % соответственно). Обнаружены споры *Polypodiaceae* (95 %), *Lycopodium* и *Sphagnum*.

Обсуждение

В группе древесных преобладает пыльца кедрового стланика (до 70 %), ольховника (до 81 %), особенно в наилках ручьев, и березы (до 27 %), что отвечает распространению на острове стланиковых группировок на всех элементах рельефа и участках, занятых березовыми лесами и редколесьями, предпочитающими нижние части склонов и защищенные от ветра места. Каменная береза здесь основной лесобразующий вид, северная граница ее ареала находится немного севернее – на о. Расшуа. Несмотря на небольшой размер острова, ландшафтная структура организована довольно сложно, что обусловлено длительной и сложной историей вулканизма района,

приуроченностью биотопов к разным элементам рельефа, а также микроклиматическими особенностями [1]. Пропорции содержания пыльцы древесных пород значительно варьируют, что отражает хорошую дифференциацию природно-территориальных комплексов. Пыльца тиса остроконечного, который растет на острове, не найдена. Этот вид обычно продуцирует небольшое количество пыльцы. На острове он редко встречается и сильно угнетен. Пыльца рябины плохо сохраняется, возможно, включена в группу пыльцы Rosaceae. Количество пыльцы трав резко увеличивается на открытых пространствах – в пробах, отобранных из почв под шикшевниками, высокотравьем, в верхнем слое осадков некоторых озерков. Преобладает пыльца следующих семейств: Ericaceae, Asteraceae, Cyperaceae, Poaceae.

Можно отметить, что в торфяниках и почвах отчетливее фиксируются особенности локальных биоценозов. Спектры, полученные из поверхностного слоя почв в юго-западной части о. Кетой (бухта Дианы), в целом хорошо отражают растительность, под которой они

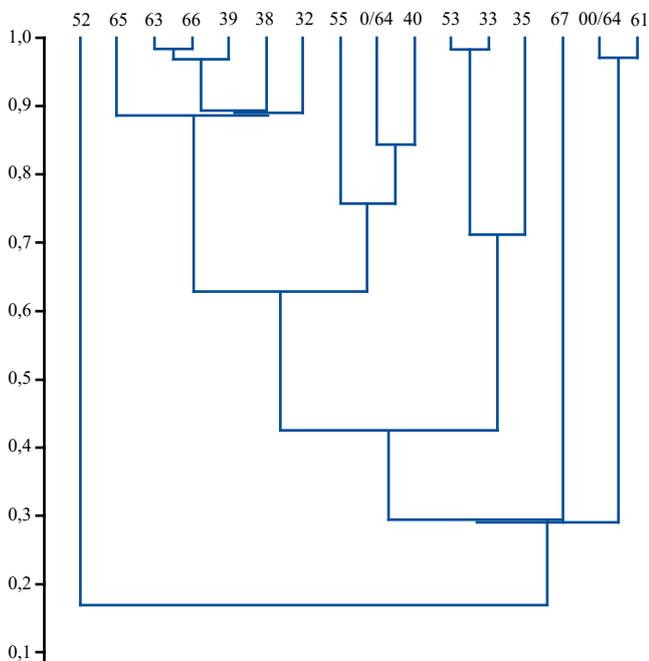


Рис. 3. Дендрограмма сходства субфоссильных спорово-пыльцевых спектров о. Кетой (средние Курильские острова). Номера точек отбора – см. рис. 2.

Fig. 3. Tree diagram of the similarity of subfossil pollen assemblages from Ketoi Island (Central Kuril Islands). Numbers of sampling sites are shown in Fig. 2.

были сформированы (шикшевник, ольховник, с отдельными куртинами кедрового стланика и развитием в покрове разнотравья). Спектры проб из почв под шикшевниками с небольшим участием карликовой ивы и папоротников в южной части острова образованы преимущественно пыльцой Ericaceae. Для спектров проб, отобранных из пионерных почв, которые начали формироваться на отложениях обвала в западной части острова, характерны в основном споры *Lycopodium clavatum* и пыльца разнотравья, что хорошо отражает локальную пионерную растительность. На дендрограмме (рис. 3) они выделяются в отдельную группу.

Спорово-пыльцевые спектры из поверхностного слоя торфа на заболоченных участках в целом также хорошо отражают локальную растительность. В них в группе пыльцы трав и кустарничков отмечается преобладание пыльцы представителей семейств Ericaceae, Asteraceae, а также в значительных количествах присутствует пыльца осок, злаков и незначительное количество пыльцы Iridaceae и других влаголюбивых растений. Пыльцевые спектры с преобладанием пыльцы разнотравья характерны для участков, занятых лугово-разнотравной растительностью. Спектры из аллювиальных наилков с преобладанием пыльцы ольховника, кедрового стланика и каменной березы хорошо отражают растительность прилегающих бортов долин ручьев. Разнотравье представлено пыльцой сложноцветных, злаковых и др., много спор папоротников. Палиноспектры из верхнего слоя осадков небольших озер с берегами, поросшими кедровым стлаником, ольховником, березой и разнотравьем, также очень хорошо отражают окружающую растительность, как древесную, так и травянистую.

Кластерный анализ выявил закономерности формирования субфоссильных спектров в зависимости от генезиса (рис. 3). В отдельную группу попадают палиноспектры из наилков ручьев и временного водотока, отмечено некоторое сходство с ними палиноспектров, полученных из поверхностного слоя торфяников и верхнего слоя осадков небольших озер с заболоченными берегами. Отдельные группы

составляют почвы, образованные под шикшевениками, и пионерные почвы. Наименьшее сходство с другими пробами имеет палиноспектр из поверхностного слоя почвы под разнотравным лугом и высокотравьем.

В незначительных количествах в субфоссильных спектрах о. Кетой присутствует аллохтонная пыльца широколиственных (*Quercus*, *Carpinus*), темнохвойных (*Abies*, *Picea*) пород и бересклета (*Euonymus*), занесенная ветровыми потоками, по-видимому, с Южных Курил и Японских островов. Содержание такой пыльцы, как правило, меньше 1–2 %, но в отдельных случаях (озерные отложения, поверхностный слой почв) доля темнохвойных достигает 10–15 %, что следует учитывать при реконструкции палеоландшафтов. Ближайшие места произрастания темнохвойных и широколиственных (*Quercus*) пород расположены на о. Итуруп. Аллохтонная пыльца найдена в субфоссильных пробах и на Южных Курилах [12, 13, 20], а на небольших безлесных островах на юге Малой Курильской гряды она образует всю древесную часть спектра [14]. Присутствие ее в разрезах голоценовых отложений является индикатором интенсивности циклогенеза в начале вегетационного периода [21]. Аллохтонная пыльца темнохвойных (*Picea* – до 15 %, *Abies* – до 2.6 %) и широколиственных (*Quercus*, *Ulmus*, *Corylus*, *Fagus*, *Juglans*) пород найдена и при изучении разреза средне-верхнеголоценового торфяника на юге о. Кетой [5]. Данные по субфоссильным спектрам показывают, что в современных условиях происходит активный занос пыльцы с южных островов и в отдельных пробах из озерных осадков и почв содержание аллохтонной пыльцы достаточно высокое.

Заключение

Состав субфоссильных палиноспектров из разнофациальных осадков о. Кетой хорошо согласуется с островной растительностью и отражает особенности биотопов, расположенных близко к местам отбора проб. Установлено, что на небольшой островной территории состав палиноспектров хорошо отражает дифференциацию ландшафтов, во многом обусловленную микроклиматической измен-

чивостью и особенностями развития локальной растительности на разных формах рельефа. Обнаружена пыльца темнохвойных и широколиственных древесных пород, занесенная ветровыми потоками с южной части Курил и Японских островов, но ее количество, за исключением отдельных проб из озерных осадков и почв, незначительное. Полученные данные по особенностям формирования спектров могут применяться при палеогеографических реконструкциях.

Список литературы

1. Ганзей К.С. 2010. *Ландшафты и физико-географическое районирование Курильских островов*. Владивосток: Дальнаука, 214 с.
2. Разжигаетова Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Мохова Л.М., Арсланов Х.А., Копотева Т.А., Рыбин А.В. 2012. Развитие озерно-болотных обстановок древней кальдеры о. Расшуа (Центральные Курилы) в голоцене. *Тихоокеанская геология*, 31(4): 74–86. EDN: PGRDLH
3. Разжигаетова Н.Г., Ганзей Л.А., Белянина Н.И., Гребенникова Т.А., Арсланов Х.А., Пшеничникова Н.Ф., Рыбин А.В. 2013. Роль климатического и вулканогенного факторов в развитии ландшафтов о. Симушир (Центральные Курилы) в среднем-позднем голоцене. *Тихоокеанская геология*, 32(3): 55–67. EDN: QIXIBD
4. Разжигаетова Н.Г., Ганзей Л.А., Арсланов Х.А., Мохова Л.М., Дегтерев А.В., Ганзей К.С., Пшеничникова Н.Ф., Максимов Ф.Е., Старикова А.А., Петров А.Ю. 2018. Запись палеогеографических событий позднеледниковья–голоцена в органических отложениях острова Матуа (Центральные Курилы). *Тихоокеанская геология*, 37(5):48–64. <https://doi.org/10.30911/0207-4028-2018-37-5-48-64>
5. Разжигаетова Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Мохова Л.М., Копотева Т.А., Рыбин А.В., Харламов А.А. 2009. Торфяник о. Кетой – опорный разрез среднего–позднего голоцена Центральных Курил. *Тихоокеанская геология*, 28(6): 65–80. EDN: KXXGMK
6. Новенко Е.Ю., Мазей Н.Г., Зерницкая В.П. 2017. Рецентные спорово-пыльцевые спектры заповедных территорий европейской части России как ключ к интерпретации результатов палеоэкологических исследований. *Nature Conservation Research. Заповедная наука*, 2(2): 55–65. <https://doi.org/10.24189/ncr.2017.012>; EDN: VZQNVK
7. Рашке Е., Савельева Л.А. 2017. Субрецентные спорово-пыльцевые спектры и современная раститель-

- ность дельты Лены. *Сибирский экологический журнал*, 4: 456–472. DOI: 10.15372/SEJ20170407
8. Руденко О. В., Васильчук А. К., Енина В. В., 2017. Сравнительная характеристика состава субрецентных палиноспектров в донных осадках моря Лаптевых и ледовых комплексах Сибирской Арктики. *Арктика и Антарктика*, 3: 1–16. DOI: 10.7256/2453-8922.2017.3.24524; EDN: ZOVYQJ
 9. Короткий А.М. 2002. *Географические аспекты формирования субфоссильных спорово-пыльцевых комплексов (юг Дальнего Востока)*. Владивосток: Дальнаука, 271 с.
 10. Микишин Ю.А., Гвоздева И.Г. 2009. *Субфоссильные спорово-пыльцевые комплексы Сахалина и прилегающих территорий*. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 162 с.
 11. Мохова Л.М., Кудрявцева Е.П. 2022. Субфоссильные спорово-пыльцевые спектры как отражение высотной поясности Южного Сихотэ-Алиня. *Геосистемы переходных зон*, 6(1): 43–53. <https://doi.org/10.30730/gtr.2022.6.1.043-053>
 12. Anderson A.P., Lozhkin A.V. 2017. Modern pollen rain from lake sediments of the Kurile Islands. *Bull. of North Eastern Scientific Centre FEB RAS*, 1: 3–13. EDN: YTPBGY
 13. Мохова Л.М., Еременко Н.А. 2020. Состав спорово-пыльцевого дождя на острове Кунашир (Курильские острова). *Биота и среда заповедных территорий*, 2: 3–37. <https://doi.org/10.25808/26186764.2020.15.81.001>; EDN: XLMZSH
 14. Мохова Л.М. 2021. Субфоссильные спорово-пыльцевые спектры как отражение ландшафтного разнообразия островов Малой Курильской гряды. *Биота и среда заповедных территорий*, 1: 3–30. https://doi.org/10.37102/2782-1978_2021_1_1; EDN: ННИКЕМ
 15. Горшков Г.С. 1967. *Вулканизм Курильской островной дуги*. М.: Наука, 288 с.
 16. Воробьев Д.П. 1963. *Растительность Курильских островов*. М.: Изд-во АН СССР, 92 с.
 17. Баркалов В.Ю. 2002. Очерк растительности. В кн.: *Растительный и животный мир Курильских островов (Материалы Международного Курильского проекта)*. Владивосток: Дальнаука, с. 35–66.
 18. Баркалов В.Ю. 2009. *Флора Курильских островов*. Владивосток: Дальнаука, 468 с.
 19. Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1): 1–9. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
 20. Korotky A.M., Razjigaeva N.G., Grebennikova T.A., Ganzey L.A., Mokhova L.M., Bazarova V.B., Sulerzhitsky K.A., Lutaenko K.A. 2000. Middle- and late-Holocene environments and vegetation history of Kunashir Island, Kurile Islands, northwestern Pacific. *The Holocene*, (10)3: 311–331. <https://doi.org/10.1191/095968300667552216>
 21. Разжигаяева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Мохова Л.М., Дегтерев А.В., Ежкин А.К., Рыбин А.В., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю. 2022. Запись изменений природной среды в озерно-болотных отложениях горной части острова Итуруп с позднеледниковья. *Тихоокеанская геология*, 41(2): 59–74. <https://doi.org/10.30911/0207-4028-2022-41-2-59-74>; EDN: QXSCAK

References

1. Ganzey K.S. 2010. [*Landscapes and physiographic regions of the Kuril Islands*]. Vladivostok: Dalnauka. 214 p. (In Russ.).
2. Razzhigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Mokhova L.M., Arslanov Kh.A., Kopoteva T.A., Rybin A.V. 2012. Development of lacustrine-boggy sedimentary environments in the ancient Rasshua Island caldera (Central Kuril Islands) in the Holocene. *Russian Journal of Pacific Geology*, 6(4): 326–338. <https://doi.org/10.1134/S1819714012040069>; EDN: RGACUT
3. Razzhigaeva N.G., Ganzey L.A., Belyanina N.I., Grebennikova T.A., Arslanov Kh.A., Pshenichnikova N.F., Rybin A.V. 2013. Role climatic and volcanogenic factors in the formation of organogenic sediments and the development of landscape on Simushir Island (Central Kurils) in the Middle-Late Holocene. *Russian Journal of Pacific Geology*, 7(3): 199–211. <https://doi.org/10.1134/S1819714013030068>
4. Razzhigaeva N.G., Ganzey L.A., Arslanov Kh.A., Mokhova L.M., Degterev A.V., Ganzey K.S., Pshenichnikova N.F., Maksimov F.E., Starikova A.A., Petrov A.Yu. 2018. Record of Late Glacial–Holocene paleogeographical events in organogenic deposits of Matua Island (Central Kurils). *Russian Journal of Pacific Geology*, 12(5): 384–399. <http://dx.doi.org/10.1134/S181971401805010X>
5. Razzhigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Mokhova L.M., Kopoteva T.A., Rybin A.V., Kharlamov A.A. 2009. The peat bog of Kettoi Island: The Middle-Upper Holocene reference section of the Central Kuriles. *Russian Journal of Pacific Geology*, 3(6): 570–584. <https://doi.org/10.1134/S1819714009060050>; EDN: MWZRVH
6. Novenko E.Yu., Mazei N.G., Zernitskaya V.P. 2017. Recent pollen assemblages from protected areas of European Russia as a key to interpreting the results of paleoecological studies. *Nature Conservation Research. Reserve science*, 2(2): 55–65. (In Russ.). <https://doi.org/10.24189/ncr.2017.012>; EDN: VZQNVK

7. Raschke E.A., Savelieva L.A. **2017**. Subrecent spore-pollen spectra and modern vegetation from the Lena River delta, Russian Arctic. *Contemporary Problems of Ecology*, 10(4): 395–410. <https://doi.org/10.1134/s1995425517040084>
8. Rudenko O.V., Vasil'chuk A.K., Enina V.V. **2017**. [Comparative analysis of the composition of subrecent pollen spectra in the bottom sediments of the Laptev Sea and ice complexes of the Siberian Arctic]. *Arctic and Antarctic*, 3: 1–16. (In Russ.). <https://doi.org/10.7256/2453-8922.2017.3.24524>; EDN: ZOVYQJ
9. Korotkii A.M. **2002**. [Geographical aspects of formation of subfossil spore-pollen complexes (Southern Far East)]. Vladivostok: Dal'nauka, 271 p. (In Russ.).
10. Mikishin Yu.A., Gvozdeva I.G. **2009**. [Subfossil spore-pollen complexes of Sakhalin and adjacent areas]. Vladivostok: Izd-vo Dal'nevost. universiteta, 162 p. (In Russ.). <https://doi.org/10.17513/np.379>
11. Mokhova L.M., Kudryavtseva E.P. **2022**. Subfossil pollen spectra as evidence of the altitudinal zonation of the Southern Sikhote-Alin. *Geosistemy perekhodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 6(1): 43–53. (In Russ.). <https://doi.org/10.30730/grtz.2022.6.1.043-053>
12. Anderson P.M., Lozhkin A.V. **2017**. Modern pollen rain from lake sediments of the Kurile Islands. *Bull. of North Eastern Scientific Centre FEB RAS*, 1: 3–13. EDN: YTPBGY
13. Mokhova L.M., Eremenko N.A. **2020**. Pollen rain composition on Kunashir Island (Kuril Islands). *Biodiversity and Environment of Protected Areas*, 2: 3–37 (In Russ.). <https://doi.org/10.25808/26186764.2020.15.81.001>; EDN: XLMZSH
14. Mokhova L.M. **2021**. Subfossil spore-pollen spectra as a reflection of the landscape diversity of the Lesser Kuril Ridge. *Biodiversity and Environment of Protected Areas*, 1: 3–30. (In Russ.). https://doi.org/10.37102/2782-1978_2021_1_1; EDN: HHIKEM
15. Gorshkov G.S. **1967**. [Volcanism of the Kuril Island Arc]. Moscow: Nauka, 287 p. (In Russ.). URL: http://repo.kscnet.ru/156/1/Gorshkov_1967.pdf (accessed 15.10.2023).
16. Vorob'ev D.P. **1963**. [Vegetation of the Kuril Islands]. Moscow: Izd-vo AN SSSR, 92 p. (In Russ.).
17. Barkalov V.Yu. **2002**. [Essay on vegetation]. In: [Flora and fauna of Kuril Islands (Materials of International Kuril Project)]. Vladivostok: Dalnauka, p. 35–66. (In Russ.)
18. Barkalov V.Yu. **2009**. *Flora of Kuril Islands*. Vladivostok: Dalnauka, 468 p. (In Russ.).
19. Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. **2001**. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1): 1–9. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
20. Korotky A.M., Razjigaeva N.G., Grebennikova T.A., Ganzey L.A., Mokhova L.M., Bazarova V.B., Sul'erzhitsky K.A., Lutaenko K.A. 2000. Middle- and late-Holocene environments and vegetation history of Kunashir Island, Kurile Islands, northwestern Pacific. *The Holocene*, (10)3: 311–331. <https://doi.org/10.1191/095968300667552216>
21. Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Mokhova L.M., Degterev A.V., Ezhkin A.K., Rybin A.V., Arslanov Kh.A., Maksimov F.E., Petrov A.Yu. **2022**. The records of environmental changes in lacustrine-swamp sequences within the mountain area of Iturup Island since the Late Glacial Period. *Russian Journal of Pacific Geology*, 16(2): 116–130. <https://doi.org/10.1134/S1819714022020087>

Об авторе

Мохова Людмила Михайловна (<https://orcid.org/0000-0003-0396-4756>), научный сотрудник, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, nadyar@tigdvo.ru

Поступила 21.03.2024

Принята к публикации 06.06.2024

About the Author

Mokhova, Lyudmila M. (<https://orcid.org/0000-0003-0396-4756>), Researcher, Pacific Geographical Institute of the Far Eastern Branch of RAS, Vladivostok, nadyar@tigdvo.ru

Received 21 March 2024

Accepted 6 June 2024