

## Субфоссильные спорово-пыльцевые спектры как отражение ландшафтного разнообразия островов Малой Курильской гряды

Л. М. Мохова\*

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН  
690041, Российская Федерация, г. Владивосток  
E-mail: nadyar@tigdvo.ru

### Аннотация

Проанализированы состав и соотношение основных компонентов спорово-пыльцевых спектров (СПС) из поверхностного слоя почв, торфяников и наилок в руслах рек и на бенче на островах Шикотан, Полонского, Зелёный, Юрий, Танфильева, входящих в природный заказник «Малые Курилы» (государственный заповедник «Курильский»). Цель работы – выявление степени адекватности СПС растительности островов, определение качественных и количественных характеристик воздушного переноса аллохтонной пыльцы с сопредельных территорий. Показаны различия в СПС на о. Шикотан с развитой лесной растительностью и на малых безлесных островах на юге гряды с широким развитием болотно-луговых сообществ. На о. Шикотан содержание пыльцы древесных достигает 98 %, на юге острова, где развиты лугово-болотные сообщества, её доля менее 32 %. На малых островах практически вся пыльца древесных является аллохтонной и занесена с соседних островов. В СПС с высоким содержанием древесных в эту группу попадает пыльца кустарника восковника пушистого (*Myrica tomentosa*), широко распространенного на болотных массивах. В целом, СПС адекватно описывают растительность на уровне биома. Установлено, что в условиях небольших островов генезис отложений не имеет сильного влияния на формирование СПС в отличие от континентальных территорий с большими водосборными бассейнами. Оценён ветровой привнос древесной пыльцы с сопредельных островных территорий, который достигает на о. Шикотан для кедрового стланика 5 %, дуба 3 % (в группе пыльцы древесных), единично встречены пыльцевые зерна ореха, лещины, граба, липы, сосны, криптомерии, восковника. На малых островах количество аллохтонной пыльцы в группе древесных достигает 7 %, максимальное количество (45 %) зафиксировано на о. Зелёный.

**Ключевые слова:** субфоссильные спорово-пыльцевые спектры, ландшафты, аллохтонная пыльца, ветровой занос, природный заказник «Малые Курилы».

*Введение.* Одним из направлений палеогеографических исследований является изучение современных спорово-пыльцевых спектров и их соответствия растительности для более корректных палеоландшафтных построений [Новенко и др., 2017; Рашке, Савельева, 2017; Руденко и др., 2017]. Такие работы в различных ландшафтных зонах Дальнего Востока показали высокую степень их адекватности ландшафтно-климатической зональности и вертикальной поясности [Васьковский, 1957; Карташова, 1971; Короткий и др., 1976; 1983; и др.].

---

\* Сведения об авторе: Мохова Людмила Михайловна, нс, ТИГ ДВО РАН, e-mail: nadyar@tig.dvo.ru.

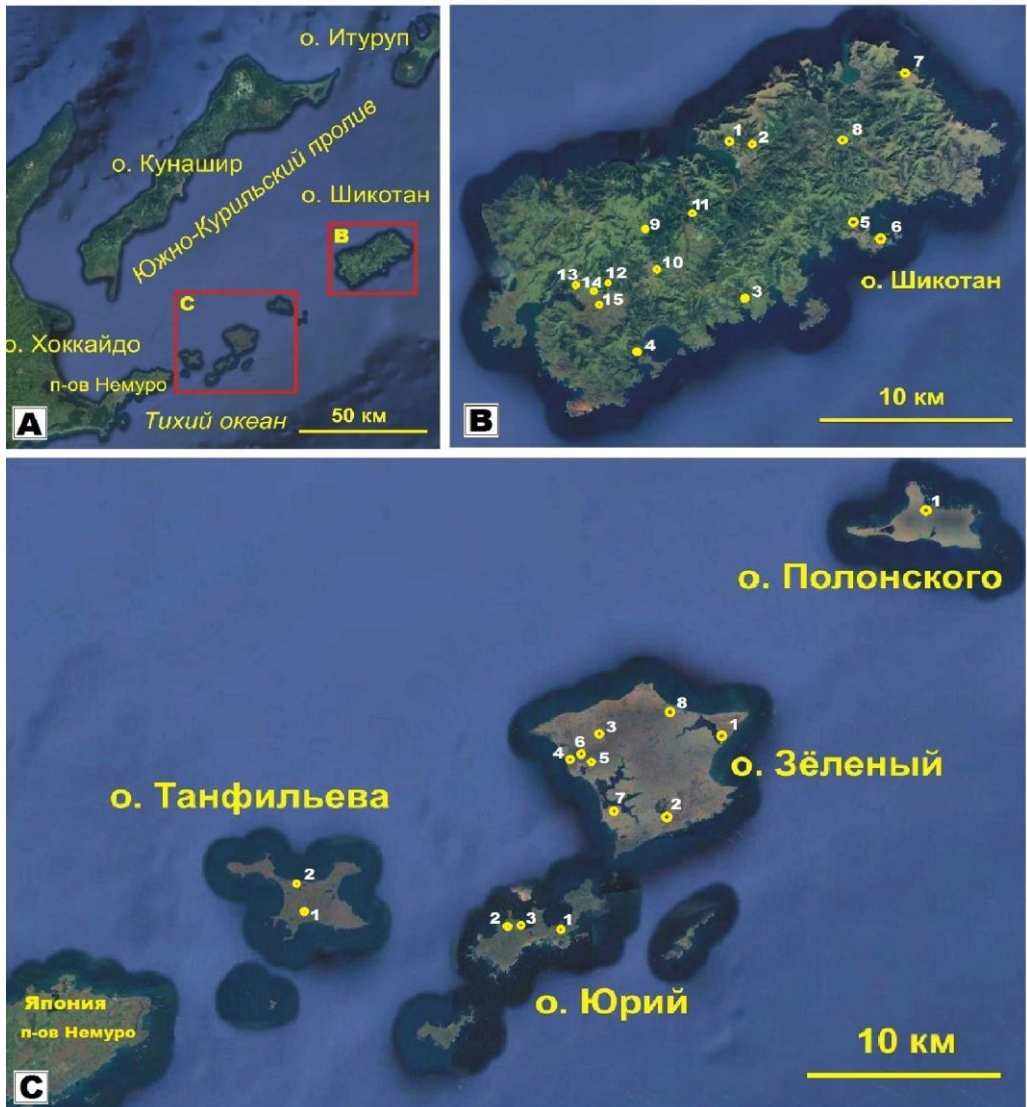
Вместе с тем в современных спорово-пыльцевых спектрах (СПС) встречаются пыльца и споры растений, как произрастающих в районе исследований, так и отсутствующих на данной территории. Пропорция пыльцы некоторых растений в палиноспектрах не отражает их участия в окружающих ландшафтах. Поэтому данные исследования являются необходимой ступенью при изучении развития ландшафтов конкретных территорий. Для юга Дальнего Востока большой объём работ по изучению субфоссильных спектров выполнен для континентальной части [Короткий, 2002; Петренко и др., 2009; Мохова, 2020; Mokhova et al., 2009]. Для островных территорий такие исследования выполнялись на о. Сахалин [Микишин, Гвоздева, 2009] и ряда островов Большой Курильской гряды [Мохова, Ганзей, 2008; Мохова, Ерёменко, 2020; Anderson, Lozhkin, 2017].

Целью работы является выявление степени адекватности субфоссильных спектров растительности островов Малой Курильской гряды и определение качественных и количественных характеристик переноса аллохтонной пыльцы и спор воздушными массами с сопредельных территорий.

*Материалы и методы.* Материал для изучения субфоссильных спектров был собран во время экспедиций 2003–2005, 2010 гг. Работы проводились на островах Шикотан, Полонского, Зелёный, Юрий и Танфильева (рис. 1). Большая часть о. Шикотан и южная часть гряды входят в государственный природный заказник федерального значения «Малые Курилы», который является частью государственного природного заповедника «Курильский» [Линник, 2019а, б].

Отбирались — поверхностный слой почв, аллювиальные наилки, очёс на болотах, наилки с осушки. Обработка проб проводилась по стандартной методике [Покровская, 1966] сепарационным методом с использованием тяжёлой жидкости  $\text{H}_2\text{O}:\text{CdI}_2:\text{KI}$  ( $2,2 \text{ г/см}^3$ ) без ацетализа. Рассчитывалось соотношение трёх групп: 1) пыльца древесных и кустарниковых; 2) пыльца трав и кустарничков; 3) споры. Расчёт пропорций отдельных таксонов проводился в каждой группе. Кластерный анализ выполнен с помощью пакета программ Past 3.26 [Hammer et al., 2001].

*Характеристика района исследований.* Малая Курильская гряда, включающая в себя острова Шикотан (площадью  $182 \text{ км}^2$ ), Полонского ( $11,57 \text{ км}^2$ ), Зелёный ( $58,72 \text{ км}^2$ ), Юрий ( $10,32 \text{ км}^2$ ), Танфильева ( $12,92 \text{ км}^2$ ) и др., протянулась с северо-востока на юго-запад почти на  $100 \text{ км}$  параллельно Большой Курильской гряде и отделена от неё Южно-Курильским проливом шириной  $48,1 \text{ км}$ , глубина которого не превышает  $200 \text{ м}$  [Справочник..., 2003; Линник, 2019б].



**Рисунок 1.** Район исследований с точками отбора образцов для изучения СПС.

**Figure 1.** Research area with sampling sites for subfossil pollen spectra study.

А — расположение района исследований в Тихом океане; красными линиями обведены о. Шикотан (В) и юг Малой Курильской гряды (С) [A — location of the research area in the Pacific Ocean; Shikotan Island (B) and the south of the Lesser Kuril Ridge (C)]; В — о. Шикотан [Shikotan Is.]; цифрами обозначены точки отбора проб [numbers indicate sampling points]: 1 — Крабовозовск, елово-пихтовый лес, почва [Krabozavodsk]; 2 — там же, берёзовый лес, почва [the same]; 3 — бухта Церковная, елово-пихтовая роща, почва [Tserkovnaya Bay]; 4 — бухта Малая Церковная, наилок на бенче [Malaya Tserkovnaya Bay]; 5 — бухта Димитрова, аллювиальный наилок [Dimitrov Bay]; 6 — п-ов Димитрова, почва [Dimitrov Peninsula]; 7 — гора Шикотан, почва [Shikotan Mt.]; 8 — р. Свободная, наилок [Svobodnaya R.]; 9 — гора Ноторо, перевал, почва [Notoro Mt.]; 10 — гора Ноторо, вершина, почва [the same]; 11 — р. Горобец, наилок [Gorobets R.]; 12 — р. Островная, наилок [Ostrovnaya R.]; 13–15 — бухта Дельфин, очёс [Delphin Bay]; С — юг Малой Курильской гряды [south of Lesser Kuril Ridge]: о. Полонского [Polonsky Is.], 1 — центральное болото, очёс; о. Зелёный [Zeleniy Is.]: 1 — оз. Долгое [Dolgoe Lake], очёс; 2 — мыс Протяжный [Protuzhnyi Cape], очёс; 3 — центральное болото, очёс; 4 — оз. Каменское, почва [Kamenskoe Lake]; 5 — там же, очёс; 6 — там же, очёс; 7 — оз. Утиное, очёс [Utinoe Lake]; 8 — северный берег, почва; о. Юрий [Yuri Is.]: 1 — бухта Широкая [Shirokaya Bay], очёс; 2 — бухта Песчаная [Peschanaya Bay], очёс; 3 — между бухтами Песчаная и Катерная [between Peschanaya and Katernaya bays]; о. Танфильева [Tanfiliev Is.]: 1 — центральное болото, очёс; 2 — бухта Чичерина, почва.

Особенности географического положения островов, уникальность геологического строения, природных объектов и растительного покрова обусловили большой интерес к изучению ландшафтов этого района [Баркалов, Ерёменко, 2003; Ганзей, 2010; Разжигаева и др., 2005; 2008; Лящевская и др., 2018; Razjigaeva et al., 2018]. На их формирование оказывают влияние зональные, а зональные и местные факторы. Острова гряды находятся в переходной зоне океан — континент, которая и определяет своеобразные природные условия.

Океанические массы в летний период формируются под воздействием холодного Курило-Камчатского течения и оказывают влияние на всю территорию островов [Атлас..., 2009]. Отсутствие орографических препятствий на их пути определяет невысокие температуры воздуха и холодные туманы, часто с обильными атмосферными осадками. В зимний период сильных морозов не наблюдается, что связано с влиянием теплых океанических масс, которые проникают с Тихого океана в сторону пролива Кунаширский. «...В это время наблюдается постоянная повышенная аномальная температура океанических вод в районе смешения холодных вод с тёплыми водами северо-восточной ветви Куроисио и Сангарского течения с тихоокеанской стороны и течения Соя — с охотоморской. Нельзя не учитывать в этот период и глобального влияния зимних тепловых потоков с океана» [Власова, Полякова, 2004, с. 128].

Особое влияние на ландшафтную организацию островов оказывают орография и циркуляционные процессы, как в атмосфере, так и в прилегающих водных акваториях [Ганзей, 2010]. На Малых Курилах не наблюдается высотная поясность ландшафтов. Максимальная абс. высота составляет 412 м (гора Шикотан), на островах Полонского, Зелёный, и Танфильева высоты не превышают 10–20 м, а на о. Юрий — до 30–40 м. На Шикотане выделяются следующие природно-территориальные комплексы (ПТК): ПТК склонов и долин водотоков с елово-пихтовой растительностью и примесью каменной берёзы (растительность этого комплекса не поднимается выше 250–300 м); ПТК вершин, склонов и долин водотоков с каменной берёзой, примесью пихты, ели и бамбучником в покрове, такие растительные ассоциации в южной части острова могут подниматься по долинам водотоков на высоту 250–270 м; ПТК пойм и долин водотоков с ольшаниками и примесью каменной берёзы и ивы, тяготеют к заболоченной пойме рек и ручьёв, на склонах и вершинах возвышенностей встречаются ольшаники с примесью каменной берёзы и ивы; ПТК предгорий и высоких морских террас с лугово-бамбучниковой растительностью

и редкой примесью каменной берёзы, ели, пихты и ольхи; ПТК долин водотоков с болотными ассоциациями и редкой примесью ольхи и ивы, где преобладает тростниково-осоково-сфагновая растительность; ПТК склонов с куртинами можжевельника Саржента с примесью бамбучника выделяется только на о. Шикотан. Во флоре острова известно 724 вида сосудистых растений [Баркалов, 2009].

Остров Зелёный занимает второе место по размеру в Малой Курильской гряде (после о. Шикотан), расположен в 21 км от п-ова Немуро (Япония). Вместе с островами Полонского, Юрий, Танфильева и др. он входит в группу островов, отделённых друг от друга узкими (1,9–5,6 км) мелководными проливами с глубинами от 12 до 54 м. Рельеф островов уплощённый и представляет собой террасовидные поверхности высотой до 10–15 м, приподнятые в восточных частях до 25 м на о. Зелёный и до 30–40 м на о. Юрий.

Острова полностью продуваются ветрами, с чем связано отсутствие древесной растительности [Баркалов, Ерёменко, 2003], которая была здесь развита в тёплые фазы позднего плейстоцена, когда существовал обширный сухопутный мост [Разжигаева и др., 2005; 2009; Лящевская и др., 2018]. По форме о. Зелёный напоминает пятиугольник со слабоизрезанной береговой линией с небольшими открытыми бухтами. На побережье имеются мелкие озёра, соединяющиеся протоками с океаном. Речная сеть представлена низкопорядковыми водотоком, её особенностью является полное отсутствие русловой фации [Разжигаева и др., 2005]. Большая часть о. Зелёный (84,5 %) заболочена. Распространены травянисто-кустарничковые болотные и луговые сообщества [Черняева, 1977]. Из кустарников на островах встречаются ива буреющая, ипритка волосистоплодная, калина Саржента, гортензия метельчатая и ольха волосистая, ольховник Максимовича [Баркалов, Ерёменко, 2005; Баркалов, 2009]. Растения имеют сильно угнетённый вид, и только в долинах водотоков, где есть укрытия от ветров, разрастаются в крупные кусты. Наиболее разнообразная флора на малых островах встречена на о. Юрий — до 212 видов сосудистых растений, на о. Зелёный — 187 видов, на о. Танфильева — 175, на о. Полонского — 129 [Баркалов, 2009; Баркалов, Ерёменко, 2003].

На малых островах дифференциация территории определяется степенью увлажнения [Ганзей, 2010]. Здесь выделяются ПТК возвышенностей в пределах террасовидных поверхностей с лугово-разнотравной растительностью, которые приурочены к хорошо дренированным участкам. На заболоченных понижениях в пределах террасовидных поверхностей формируются ПТК с осоково-тростниково-

кустарничковой растительностью; ПТК озёрных котловин и временных водотоков с осоково-тростниково-сфагновой растительностью распространены по берегам озёр на переувлажненных участках; ПТК штормовых волов с высокотравьем встречаются узкой полосой вдоль пологих берегов.

Малые Курилы относятся к Курило-Сахалинскому округу Японо-Корейской океанической провинции Дальневосточной хвойно-широколиственной лесной подобласти, которая входит в состав Восточно-Азиатской хвойно-широколиственной области зоны смешанных хвойно-широколиственных лесов [Воробьев, 1963]. При ботанико-географическом районировании Курильских островов В. Ю. Баркалов [2009] выделил Малокурильский флористический район.

На о. Шикотан основными лесообразующими породами являются [Баркалов, 2009; Баркалов, Ерёменко, 2003] пихта сахалинская (*Abies sachalinensis*), ель иезская (*Picea jezoensis*), каменная берёза (*Betula ermanii*) и берёза плосколистная (*Betula platyphylla*), широко распространены ольшаники из ольхи волосистой (*Alnus hirsuta*) и заросли ольхового Максимовича (*Duschekia maximowiczii*). Часто ольховый стланик имеет угнетённый вид. Локально встречаются лиственница курильская (*Larix kamtschatica*) и ель Глена (*P. glehnii*) [Баркалов, 2009]. Типичные для островов Большой Курильской гряды заросли кедрового стланика не встречаются на Малых Курилах. На о. Шикотан он экологически замещается можжевельником Саржента (*Juniperus sargentii*), который формирует стелющиеся заросли по склонам гор и растёт отдельными куртинами на прибрежных скалах и террасовидных поверхностях [Урусов, 1998; Урусов, Чипизубова, 2000].

На острове широко распространены своеобразные сообщества — бамбучники, образованные различными видами *Sasa* spp. Высота этих зарослей не превышает 70–80 см. Бамбучники встречаются и на других островах гряды, где они образуют невысокие заросли (20–30 см) и сильно смешаны с луговым разнотравьем, приуроченным к хорошо дренированным участкам. На островах Зелёный и Юрий разнотравные луга занимают наиболее возвышенные участки [Баркалов, Ерёменко, 2003; Черняева, 1977]. По долинам рек и на морском побережье развито высокотравье, достигающее 2–3 м в высоту. Широко распространены болотные ассоциации, которые занимают долины временных водотоков и террасовидные поверхности с затрудненным стоком воды. На о. Шикотан болотные сообщества расположены в приустьевых участках долин большинства водотоков.

*Результаты. Остров Шикотан.* Спектры из современных проб, отобранных на западе острова на увалах около пос. Крабозаводска в елово-

пихтовом лесу с присутствием редко стоящих берёз, рябин, с обилием ипритки, лиан актинидии и папоротниковым покровом (проективное покрытие 30–40 %) и в берёзовом лесу (рис. 1В1 и 1В2), носят выраженный лесной тип (рис. 2–4).

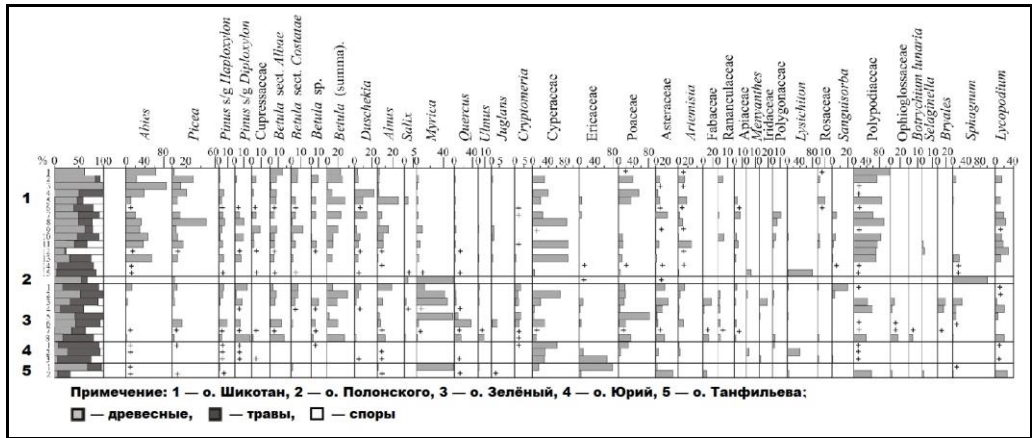


Рисунок 2. Современные субфоссильные спорово-пыльцевые спектры.

Figure 2. Modern subfossil pollen spectra.



Автор фото Н. Г. Разжигаева.

Рисунок 3. Тёмнохвойный лес на побережье бухты Крабовая (о. Шикотан).

Figure 3. Dark-coniferous forest on Krabonaya Bay coast (Shikotan Island).



Автор фото Н. Г. Разжигаева.

**Рисунок 4.** Берёзовый лес на побережье бухты Крабовая (о. Шикотан).

**Figure 4.** Birch forest on Krabonaya Bay coast (Shikotan Island).

Пыльца древесных и кустарниковых составляет от 61,2 до 84,2 %, преобладает пыльца *Abies* (23,1–63,6 %), *Picea* sect. *Eurpicea* (до 10,6 %) присутствует только в почвенном спектре из берёзового леса. Присутствуют также *Picea* sect. *Omorica* (до 18,6 %) и Cupressaceae (до 4 %). Из аллохтонных темнохвойных встречены *Pinus* s/g *Diploxylon* (до 2,1 %), *P.* s/g *Haploxylon* (до 0,7 %). Среди пыльцы мелколистных преобладает пыльца *Betula* sect. *Albae* (до 15 %), *B.* sect. *Costatae* (до 7,5 %), *Betula* sp. (9,3 %). Встречена также пыльца, сходная по морфологии с *B. middendorffii* (до 4%). На долю *Alnus* приходится до 2,9 %, *Duschekia* — до 4,3 %, *Myrica* — 2,8 %. Среди пыльцы широколиственных растений отмечены *Phellodendron* и не произрастающие на острове *Quercus*, *Juglans*, *Carpinus*. Пыльца травянистых в СПС из почвы в темнохвойном лесу встречается единично (Rosaceae, *Artemisia*, Rosaceae). СПС из почвы в берёзовом лесу с густым травяным покровом содержит 9,1 % пыльцы трав: Rosaceae — 38,3 %, Cyperaceae — 29,6 %, *Artemisia* — 13,6 %, Asteraceae — 8,6 %, Ranunculaceae — 4,9 % и единично Rosaceae и Caryophyllaceae. Споры (до 38,5 %) состоят преимущественно из Polytrichaceae, отмечается *Sphagnum*, *Lycopodium*. В юго-восточной части острова, на побережье б. Церковной, отобран поверхностный слой почвы в елово-пихтовой роще (рис. 1В3, рис. 5).





*Автор фото Л. А. Ганзей.*

**Рисунок 5.** Бухта Церковная (о. Шикотан).  
**Figure 5.** Tserkovnaya Bay (Shikotan Island).



*Автор фото К. С. Ганзей.*

**Рисунок 6.** Бухта бухта Малая Церковная (о. Шикотан).  
**Figure 6.** Malaya Tserkovnaya Bay (Shikotan Island).

На побережье бухты Димитрова (рис. 1В5, рис. 7) отбор проб проводился в разреженном елово-пихтовом лесу (наилкок ручья) и на полуострове Димитрова (почва), где распространены разнотравные луга.



Автор фото Н. Г. Разжигаева.

**Рисунок 7.** Бухта Димитрова (о. Шикотан).

**Figure 7.** Dimitrov Bay (Shikotan Island).

Проба из наилка насыщена пылью и спорами (779 шт.). Спектр имеет лесной тип: на пылью древесных растений приходится 45,4 %. Хвойные представлены *Abies* (11,3 %), *Picea* sect. *Omorica* (7,6 %) и привнесенной пылью *Pinus* s/g *Diploxylon* (4,5 %) и *P.* s/g *Haploxylon* (3,1 %). Среди пыلقى мелколиственных растений отмечается *Betula* sect. *Albae* (7,3 %), *B.* sect. *Costatae* (4 %), *Betula* sp. (до 5,1 %) и пыльца, похожая по морфологии на *B. middendorffii* (до 17,2 %). Доля *Alnus* — 27,1 %, *Duschekia* — 8,9 %, спорадически встречается пыльца *Myrica* и *Salix*. Широколиственные единично представлены *Quercus*. В группе пыلقى трав (12,6 %) отмечены: Poaceae (32,7 %), *Artemisia* (18,4 %), Сурегасеae (19,4 %), Rosaceae (10,2 %), Ericales (8,2 %), Ариасеae (3,1 %). Споры, в основном, принадлежат папоротникам из Polypodiaceae (85,6 %).

На долю *Lycopodium* приходится 12,5 % и *Sphagnum* — 1,8 %. Спектр из луговой почвы слабо насыщен пылью и спорами (38 шт.). Единично отмечена пыльца хвойных. Встречено по 1–2 п.з. Cupressaceae и *Cryptomeria japonica*. Разнотравье представлено по 1–3 п.з. Встречены споры Polypodiaceae.

В северной части острова СПС изучались из поверхностного слоя почвы на вершине горы Шикотан (412 м), покрытой луговой растительностью. На склонах встречаются отдельные деревья — угнетенная пихта, ель и берёзы, пятна можжевельника, к ложкам приурочен ольховник. У подножья есть сомкнутая лесная растительность и тисовая роща. Спектр насыщен пылью и спорами (1210 шт.) и имеет выраженный лесной тип. На долю пылицы древесных и кустарников приходится 48,9 %. Пыльца хвойных представлена *Abies* (20,4 %), *Picea* sect. *Omorica* (8,1 %), *P.* sect. *Eupicea* (3,9 %), и Cupressaceae (5,1 %). Среди пылицы мелколистных доминирует пыльца берёз: *Betula* sect. *Albae* (5,7 %), *B.* sect. *Costatae* (4,1 %), *Betula* sp. (6,3 %) и зёрна, сходные с пылью кустарниковых берез (10,1 %). На долю *Duschekia* приходится 14,4 %, *Alnus* — 5,2 %. Присутствует пыльца *Myrica* (до 1,3 %). Из аллохтонной пылицы встречены п.з. хвойных *Pinus* s/g *Diploxylon* (5,2 %), *P.* s/g *Haploxylon* (4,7 %), *Cryptomeria japonica* и пыльца широколиственных (*Quercus* — 1,9 %, *Ulmus*, *Juglans*, *Tilia*, *Carpinus*, *Corylus*), а также Agaliaceae. Среди пылицы трав (в сумме 42 %) доминирует пыльца разнотравья: Asteraceae (26,3 %), *Artemisia* (2,9 %), *Sanguisorba* (12,2 %), Polygonaceae (12 %), Apiaceae (7,3 %), Rosaceae, *Valeriana*, *Thalictrum*, Ranunculaceae. Встречена пыльца болотных растений Cyperaceae (25,9 %), Ericales (7,3 %), *Lysichiton*. Споры (в сумме 9 %) представлены Polypodiaceae, *Lycopodium*.

В северной части острова изучен также наилок, отобранный в среднем течении р. Свободной с болотистым правым бортом. На окружающих увалах фрагменты лесной растительности чередуются с бамбучниково-луговыми ассоциациями. СПС насыщен пылью и спорами (370 п.з.). Спектр имеет лесной тип. Доля пылицы древесных — 49,7 %. Среди пылицы хвойных присутствует *Abies* (33,7 %), *Picea* sect. *Omorica* (38,6 %), *P.* sect. *Eupicea* (8,7 %) и аллохтонная пыльца *Pinus* s/g *Diploxylon* (9,8 %) и *P.* s/g *Haploxylon* (5,4 %). Пыльца мелколистных представлена единичными зёрнами *Betula* sect. *Costatae* и *Alnus*. Пыльца трав на 84,8 % состоит из пылицы Cyperaceae. Разнотравье представлено *Artemisia* (9,5 %) и Polygonaceae (5,7 %). Содержание спор 21,9 %: Polypodiaceae (95,1 %) и *Lycopodium* (4,9 %).

В центральной части острова почвенные пробы отбирались на перевале древнего вулкана Ноторо и на его вершине (357 м), где развиты луговые сообщества с бамбучником, есть немногочисленные насаждения ольхованика, часто встречаются пятна можжевельника, в напочвенном покрове — плауны. На низких уровнях здесь распространены лесные массивы. Верховья р. Горобец между горами Ноторо и Томари сильно заболочены (рис. 1В8, рис. 8). СПС почвы под куртиной можжевельника Саржента (рис. 9), отобранной на перевале, слабо насыщен пылью и спорами (140 шт.). Спектр имеет лесной тип, 63,6 % приходится на пыльцу древесных. Преобладает пыльца хвойных: *Abies* (30 %), *Cupressaceae* (9 %), единично *Picea* sect. *Omorica*, *P.* sect. *Euripiceae*, *Pinus* s/g *Haploxylon*. Пыльца мелколистных представлена *Betula* sect. *Costata* (12,3 %), *B.* sect. *Albae* (7,9 %), *Alnus* (14,6 %), *Duschekia* (2,2 %) и *Myrica* (9 %). Пыльца широколистных отмечена единично (*Quercus*, *Ulmus* и *Carpinus*). Пыльца трав (в сумме 13,6 %) представлена, в основном *Artemisia* и единично пылью разнотравья (*Asteraceae*, *Superaceae*, *Thalictrum*). Обнаружены споры *Lycopodium clavatum* и *Polypodiaceae* (в сумме 22,9 %).



Автор фото Н. Г. Разжигаева.

**Рисунок 8.** Верховья р. Горобец, гора Томари (о. Шикотан).  
**Figure 8.** Gorobets River, Tomari Mountain (Shikotan Island).



*Автор фото Н. Г. Разжигаева.*

**Рисунок 9.** Можжевельник Саржента (о. Шикотан).

**Figure 9.** Sargent Juniper (Shikotan Island).



*Автор фото Н. Г. Разжигаева.*

**Рисунок 10.** Гора Ноторо (о. Шикотан).

**Figure 10.** Notoro Mountain (Shikotan Island).

Среди пыльцы древесных (46,9 %) отмечены *Abies* (47,9 %), *Picea* sect. *Omorica* (5,3 %), *P. sect. Eupicea* (2,2 %), и Cupressaceae (1,7 %). Среди пыльцы мелколистных отмечается *Betula* sect. *Albae* (5,3 %), *B. sect. Costata* (2,2 %), *Betula* sp. и пыльца, сходная с кустарниковыми берёзами (5,6 %), а также пыльца *Alnus* (7,8 %), *Duschekia* (6,4 %), единично — *Salix*. Аллохтонная пыльца представлена *Pinus* s/g *Haploxyton* (1,4 %), *P. s/g Diploxyton* (10 %), *Quercus* (до 1,1 %), *Juglans* (1,4 %) и единично *Corylus*. Характерным является присутствие большого количества пыльцы трав (44,3 %). Разнообразно представлено разнотравье: Asteraceae (14,2 %), Poaceae (10,9 %), Ranunculaceae (6,2 %), Polygonaceae (5 %), Apiaceae (2,7 %), *Sanguisorba* (8,6 %) единично встречается Cyperaceae, *Lysichiton* и др. Из кустарничков отмечено значительное количество пыльцы Ericaceae (45,1 %). Споры (8,8 %) принадлежат видам семейства Polypodiaceae (85,1 %) и *Lycopodium* (15 %).

Наилкок р. Горобец насыщен пыльцой и спорами (364 шт.). На пыльцу древесных приходится 41,8 %, где доля *Abies* — 36,8 %, *Picea* sect. *Omorica* — 12,5 %, *P. sect. Eupicea* — 3,3 %, Cupressaceae (2,6 %). Доля пыльцы мелколистных невелика: *Betula* sect. *Albae* (4,6 %), *B. sect. Costata* (5,3 %), *Betula* sp. и пыльца, сходная с кустарниковыми берёзами, имеют по 7,2 %. Встречены также *Alnus*, *Duschekia* (по 3,9 %), *Viburnum*. Среди аллохтонной пыльцы отмечаются *Pinus* s/g *Haploxyton* — 3,9 %, *Quercus* — 2 %, *Cryptomeria*. Среди пыльцы трав преобладает Cyperaceae (35,2 %) и Poaceae (13,2 %). В группе разнотравья выделяются *Artemisia* (28,6 %), Asteraceae (6,6 %) и единично Juncaceae, Apiaceae, Rosaceae, *Sanguisorba*, Polygonaceae, *Thalictrum*. Споры представлены Polypodiaceae (77,7 %) и *Lycopodium* (21,5 %), единично встречены споры *Selaginella*.

Южная часть острова почти безлесная, преобладают бамбучниково-разнотравные луга. Небольшие фрагменты разреженного леса приурочены к долинам водотоков и участкам подветренных склонов. Побережье здесь сильно заболочено.

В наилке р. Островная СПС довольно беден (114 п.з. и спор). Преобладают споры (78,1 %) Polypodiaceae (68,5 %), *Lycopodium clavatum* (20,5 %), *L. complanatum* (9 %) и *Selaginella* (2,2 %). Среди древесных (21,1 %) отмечены *Abies*, *Picea* sect. *Omorica*, Cupressaceae, *Betula* sect. *Albae*, *Betula* sp., *Alnus*, *Duschekia* и сходная с кустарниковыми формами пыльца березы, а также аллохтонная пыльца *Pinus* s/g *Haploxyton*, *P. s/g Diploxyton*, *Quercus*, *Carpinus*. Единично встречается пыльца *Artemisia*. В районе бухты Дельфин (оз. Травяное) СПС из очёсов включает до 536

п.з. и спор. Преобладает пыльца травянистых (до 81,3 %), состоящая, главным образом, из *Syperaceae* (до 87,7 %) и *Poaceae* (до 8,9 %). Разнотравье представлено *Asteraceae*, *Artemisia*, *Liliaceae*, *Iridaceae*, *Ariaceae*, *Campanulaceae*, *Sanguisorba*. Из характерных болотных растений встречена пыльца *Lysichiton* (до 80,2 %), *Typha* (5,3 %), *Juncaceae*, *Ericaceae*. В группе древесных (до 32,1 %) преобладает пыльца *Abies* (до 55,8 %), *Picea* sect. *Omorica* (до 7,6 %), *Betula* sect. *Albae* (до 4,7 %), *B.* sect. *Costata* (1,2 %), *Duschekia* (до 4,7 %), *Myrica* (до 3,5 %). Единично присутствует пыльца *Cupressaceae*, *Alnus*, *Larix*, *Betula* sp. и пыльца, сходная с пылью кустарниковых берёз. Аллохтонная пыльца включает *Pinus* s/g *Haploxyton* (до 5,2 %), *P.* s/g *Diploxyton* (до 7 %), *Quercus*, *Ulmus* и *Juglans*. В группе спор присутствуют *Polypodiaceae* (до 69,8 %), *Sphagnum* (до 18,6 %) и *Lycopodium* (до 11,6 %).



Автор фото Н. Г. Разжигаева.

**Рисунок 11.** Бухта Дельфин (о. Шикотан).

**Figure 11.** Delphin Bay (Shikotan Island).

**Остров Полонского** (рис. 1С). В центральной части острова из очёса Н. И. Беляниной получен СПС с преобладанием пыльцы *Myrica* (до 96,4 %). Восковник пушистый широко распространён на центральном болоте (рис. 12). Из аллохтонной пыльцы древесных найден только *Picea*.

В группе травянистых встречена пыльца Asteraceae и Ericaceae, среди спор – *Sphagnum*.



Автор фото Н. Г. Разжигаева.

**Рисунок 12.** Ландшафты острова Полонский.

**Figure 12.** Landscapes of Polonsky Island.

**Остров Зелёный** (рис. 1С). На острове широко распространены болотные ландшафты (рис. 13).



Автор фото Н. Г. Разжигаева.

**Рисунок 13.** Ландшафты острова Зелёный.

**Figure 13.** Landscapes of Zeleny Island.

В пробах, отобранных на восточном побережье острова, содержится значительное количество пыльцы и спор в сумме (от 375 до 417 шт.). В СПС из очёса на болоте около оз. Долгое преобладает пыльца трав (75 %), основная доля пыльцы приходится на *Sanguisorba* (39,6 %), Asteraceae (20,5 %), *Artemisia* (14,1 %), Poaceae (17,7 %), единично представлена пыльца разнотравья. В группе пыльцы древесных встречается пыльца автохтонных растений *Alnus*, *Myrica*, из аллохтонных — *Abies*, *Pinus s/g Diploxylon*, *Ulmus*. Найдены споры Polypodiaceae и *Lycopodium*. СПС из очёса на болоте около м. Протяжного отличается присутствием значительного количества пыльцы *Myrica* (41,6 %) и



перенесённой ветром с соседних островов пыльцы берёз, *Quercus*, *Taxus*, *Corylus*, *Picea*, *Pinus*. В группе трав преобладает пыльца *Cyperaceae* (67,9 %), *Poaceae* (18,7 %), присутствует пыльца *Sunguisorba* (5,2 %), *Asteraceae*, *Artemisia*, *Polygonaceae*, *Ranunculaceae*, *Typha*. Встречены единичные споры *Sphagnum*.

Палиноспектры из очёса на болоте в центральной части острова, по данным Н. И. Беляниной [Разжигаева и др., 2005], содержат значительное количество пыльцы и спор (661 шт.), где на долю древесных приходится 31,8 %, трав — 58,4 %, спор — 9,8 %. Среди пыльцы древесных и кустарников преобладает пыльца *Myrica* (44,8 %). Аллохтонная пыльца представлена *Betula* sp. (2,9 %), *B. sect. Albae* (2 %), *B. sect. Costatae* (1,2 %), *Alnus* (до 2,3 %), *Pinus* s/g *Diploxylon* (2,6 %) и единично *P. s/g Haploxylon*, *Cryptomeria japonica*, *Quercus*, *Ulmus*, *Juglans*, *Tilia*. Группа трав включает в основном пыльцу *Asteraceae* (28,5 %), *Cyperaceae* (до 20,7 %), *Poacea* (15,8 %), *Fabaceae* (17,1 %), *Ericales* (9,1 %), единично встречена пыльца *Thalictrum*, *Apiaceae*, *Polygonaceae*, *Scrophulariaceae* и водных растений *Potamogeton*, *Sparganium*. Найдены споры *Polypodiaceae* (43,1 %), *Sphagnum* (до 27,7 %), *Bryales* (до 18,5 %) и единично *Lycopodium*.

Палиноспектры проб, отобранных из поверхностного слоя торфяников на западном побережье острова около озёр Утиное и Каменское, характеризуются преобладанием пыльцы травянистой растительности (до 56 %), в долине ручья встречено много спор (до 36,8 %). На долю древесных и кустарников приходится до 44,3 %. Пыльца трав состоит из *Cyperaceae* (до 30,5 %), *Poaceae* (до 83,5 %) и разнотравья (*Asteraceae* — до 3,4 %, *Artemisia* — до 10,2 %, *Apiaceae*, *Fabaceae*, *Chenopodiaceae*). Спорадически встречается пыльца *Lysichiton*, *Ranunculaceae*, *Myriophyllum*, *Ericaceae*. Из пыльцы водных найдены *Potamogeton* и *Nuphar*. В одном из спектров Н. И. Беляниной найдена пыльца *Celastraceae*. На долю древесных приходится до 78 п.з., доминирует пыльца *Myrica* (до 53,8 %), из локальных растений присутствует *Salix*. Единично отмечается пыльца *Abies*, *Picea*, *Pinus*, *Cryptomeria japonica*, *Betula*, *Alnus* и *Ulmus*. Встречено до 20 п.з. пыльцы *Quercus* и до 19 п.з. *Tilia*. Преобладают споры *Polypodiaceae*, в небольших количествах встречены споры *Lycopodium*, *Sphagnum*, *Bryales*, *Equisetum*. Там же из почвы получен бедный СПС с преобладанием пыльцы травянистых (49,2 %) и спор (39,9 %).

В пробе почвы с северного побережья острова отмечается высокое содержание пыльцы и спор в сумме (644 шт.). В спектре на пыльцу древесных приходится 17,7 %. Из произрастающих на острове растений встречена пыльца *Myrica*. Остальная пыльца представлена *Betula* sect. *Albae* (3 %), *Betula* cf. *middendorffii* (2,5 %), *Pinus* s/g *Diploxylon* (2,9 %), *Quercus* (2,7 %), *Ulmus* (1,7 %), *Alnus* (1,8 %), единично встречаются *P.* s/g *Haploxylon*, *Abies*, *Picea* sect. *Omorica*, *P.* sect. *Eupicea*, Cupressaceae и *Duschekia*. Пыльца травянистых видов (64 %) включает Poaceae (33 %), Cyperaceae (12,1 %), Compositae (20,9 %), Fobaceae (11,7 %), Ranunculaceae (2,7 %), *Polygonum* sect. *Percicaria* (2,4 %). Единично отмечается пыльца разнотравья, отражающая широкое развитие луговой растительности. Присутствие пыльцы водных растений (*Potamogeton* — 6,3 %) отражает близость заросших озер. Найдены споры (18,3 %): Polypodiaceae (39,8 %), *Lycopodium* (19,5 %), *Equisetum* (18,5 %), *Botrychium lunaria* (5,1 %), Ophioglossaceae (14,4 %), *Sphagnum* (2,5 %).

**Остров Юрий** (рис. 1С) наиболее высокий из малых островов. На увалах здесь распространены разнотравные луга (рис. 14), сильно заболоченные долины и низменные перешейки (Ганзей, 2010).



Автор фото Н. Г. Разжигаева.

**Рисунок 14.** Ландшафты острова Юрий.

**Figure 14.** Landscapes of Yuri Island.

Проба, отобранная на болоте на перешейке б. Широкой, содержит наибольшее количество пыльцы и спор (в сумме 281 шт.), где на травы приходится 82,2 %. Доминирует в этой группе Cyperaceae (61 %), Poaceae (26,4 %), *Lysichiton* (1,7 %), единично представлена пыльца разнотравья. Группа спор состоит из Polypodiaceae, единично встречены *Osmunda* и *Sphagnum*. Среди древесных отмечены *Abies*, *Picea*, *Pinus*, *Cryptomeria japonica*, *Alnus* и *Carpinus*. В целом, спектр соответствует развитию лугово-болотных сообществ.

Очёс на болоте на побережье б. Песчаной содержит незначительное количество пыльцы и спор (125 шт.). В спектре на пыльцу трав приходится 65,6 %, отмечена пыльца *Cyperaceae* (31,7 %), *Lysichiton* (39 %), *Ericaceae* (9,8 %), единично встречается пыльца разнотравья. Найдены споры *Polypodiaceae*. Среди пыльцы древесных (27,2 %) отмечается *Abies*, *Pinus*, *Alnus* и *Betula*.

СПС из очёса на кустарниково-сфагновом болоте на увале между бухтами Песчаной и Катерной хорошо отображает локальную растительность. Встречено 115 п.з. и спор, где 69,6 % составляет пыльца травянистых: *Ericaceae* (66,3 %), *Cyperaceae* (30 %) и единично *Rosaceae*, *Iridaceae*, *Sanguisorba*. Пыльца древесных встречена в небольшом количестве (6,1 %): *Pinus*, *Betula*, *Alnus*, *Duschekia* и *Quercus*. Споры включают представителей *Polypodiaceae* и *Lycopodium*.

**Остров Танфильева** (рис. 1С), представляющий собой реликт морской террасы последнего межледниковья [Разжигаева и др., 2009; 2010], сильно заболочен (рис. 15).



Автор фото Н. Г. Разжигаева

**Рисунок 15.** Ландшафты острова Танфильева.

**Figure 15.** Tanfiliev Island Landscapes.

СПС из очёса на центральном болоте, по данным Н. И. Беляниной, включает до 68,1 % пыльцы древесных и кустарниковых, представленной, в основном, *Myrica* (96,2 %). Из аллохтонной пыльцы обнаружена пыльца *Abies*, *Pinus* s/g *Haploxylon*, *Alnus*, *Ulmus*. Группа травянистых (27,5 %) включает *Ericaceae* (79,4 %), *Cyperaceae* (15,9 %) и *Asteraceae* (3,2 %). Обнаружено незначительное количество спор *Sphagnum*. СПС, в целом, соответствует развитию кустарничково-сфагнового болота.

В северной части острова из почвы под луговой растительностью получен СПС с обилием спор (68,5 %), трав и кустарничков (24,3 %)

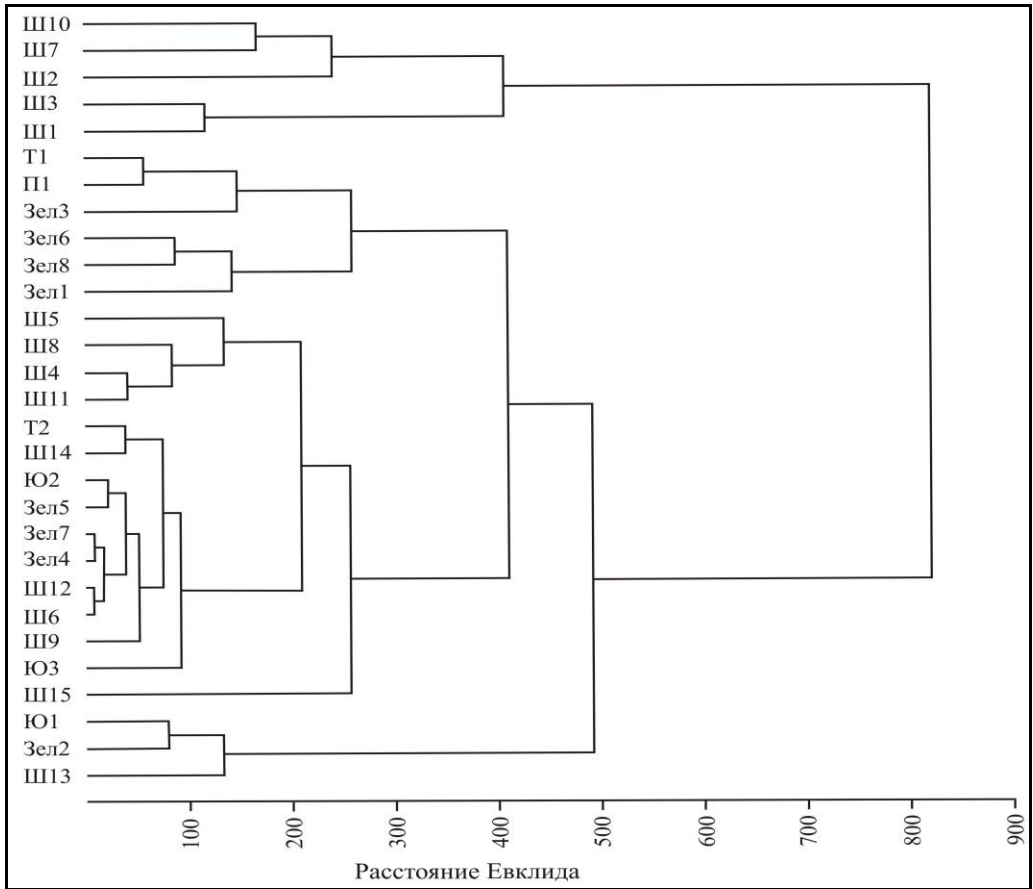
[Разжигаева и др., 2009]. Преобладают споры Polypodiaceae (54,7 %), *Lycopodium* (26,7 %), в небольшом количестве встречены *Equisetum* (2,3 %), Ophioglossaceae (2,3 %), *Selaginella* (1,2 %), единично *Sphagnum*. Травянистые представлены Asteraceae (82 %), Fobaceae (6,6 %), *Lysichiton* (4,9 %), Onograceae (3,3 %), Ericaceae (3,3 %), что отвечает широкому развитию разнотравных лугов в этой части острова. С соседних островов занесена пыльца *Abies*, *Quercus* (преобладают), *Pinus* s/g *Haploxyton*, *Picea*, *Alnus*, *Juglans*.

*Обсуждение результатов.* Полученные СПС исследованных островов сильно отличаются по содержанию пыльцы древесных и кустарниковых, травянистых и спор. Хорошо разделяются палиноспектры из осадков о. Шикотан, где развита лесная растительность, и малых безлесных островов, где практически вся пыльца древесных является аллохтонной и занесена с соседних островов, главным образом, с Кунашира и Хоккайдо. В пробах, где много пыльцы древесных и кустарниковых, она представлена пыльцой восковника пушистого (*Myrica tomentosa*), широко распространённого на болотных массивах.

Кластерный анализ показывает более сложную картину (рис. 16). Выделяется несколько групп: 1) СПС из почв в лесах или вблизи них, в том числе на горах Шикотан и Ноторо; 2) СПС из наилок рек о. Шикотан; 3) СПС из очёсов центральных болот островов Полонского, Зелёный и Танфильева с обилием пыльцы *Myrica*; 4) СПС из очёсов с большим количеством пыльцы Роасеae; 5) СПС из очёсов с большим количеством пыльцы Сурегасеae; 6) СПС с юга о. Шикотан и малых островов с обилием пыльцы разнотравья.

На о. Шикотан максимальное количество пыльцы древесных (до 98,5 %) включают спектры из поверхностных слоев почв, отобранных в лесах (окрестности пос. Крабозаводска, б. Церковной). На участках разреженной или мозаичной лесной растительности количество пыльцы древесных также велико (45,4 %) и в целом соответствует лесному типу спектров. Но в этих пробах значительно увеличивается количество пыльцы травянистых. Особенно много пыльцы трав зафиксировано на юге острова в обрамлении бухты Дельфин, где преобладают лугово-болотные ландшафты. Большое количество пыльцы древесных обнаружено и в луговых почвах на вершинах гор Шикотан и Ноторо (до 48,9 %). Здесь происходит занос пыльцы восходящими воздушными потоками из лесной растительности, развитой у подножья. Много древесной пыльцы обнаружено и в наилке с бенча (50,5 %) в б. Малой

Церковной. В аллювиальных наилках резко повышается содержание спор за счёт водного переноса. В условиях низкогорного острова с развитием низкопорядковой речной сети в отличие от крупных рек на континенте [Короткий, 2002; Мохова, 2020] водный перенос пыльцы в долинах существенно не влияет на соотношение пыльцы в группе древесных и травянистых таксонов.



**Рисунок 16.** Дендрограмма сходства субфоссильных спорово-пыльцевых спектров островов Малой Курильской гряды.

**Figure 16.** Dendrogram of similarity of subfossil pollen spectra of Lesser Kuril islands.

Ш — о. Шикотан [Shikotan Island], П — о. Полонского [Polonsky Island], Зел. — о. Зелёный [Zeleny Island], Ю — о. Юрий [Yuri Island], Т — о. Танфильева [Tanfiliev Island], номера точек отбора см. на рисунке 1.

В группе древесных преобладает пыльца тёмнохвойных, как правило *Abies* (до 85,4 %), на отдельных участках – *Picea sect. Omorica* (до 38,6 %), что отражает широкое развитие пихтово-еловых лесов с *Abies sachalinensis*, *Picea jezoensis* и примесью каменной берёзы [Баркалов, 2009; Ганзей, 2010; Линник 2019б]. Максимальное количество пыльцы *Picea sect. Omorica* зафиксировано в наилке на бенче. Содержание

пыльцы *Picea* sect. *Eupicea*, источником которой является ель Глена (*Picea glenhii*), на отдельных участках явно завышено. Ель Глена встречается на острове ограничено [Шафрановский, 1991; Баркалов, 2009]. В целом пропорция пыльцы ели в группе древесных ниже, чем её участие в древостоях, что отмечено и для других регионов [Новенко и др., 2017]. Это связано с тем, что ель обладает более низкой пыльцевой продуктивностью, чем сосна и берёза [Nosova et al., 2014]. Редко встречается и лиственница, единично пыльца *Larix* найдена только в очёсе на болоте около оз. Травяного. Наиболее значительные посадки лиственницы расположены на юго-востоке острова на террасовидной поверхности высотой около 60 м. Пыльца *Larix* встречается редко даже в СПС на о. Итуруп [Anderson, Lozhkin, 2017], где её насаждения занимают значительные площади [Урусов, Чипизубова, 2000]. На склонах широко распространены куртины можжевельника Саржента, по-видимому, большая часть п.з. Cupressaceae относится к этому виду. Пыльца регулярно встречается в СПС в небольшом количестве, максимальное содержание (9 %) получено из пробы почвы в непосредственной близости от куртин.

Субдоминантом в большинстве случаев является пыльца берёз, которые относятся к ветроопыляемым растениям с высокой пыльцевой продуктивностью [Новенко и др., 2017]. Источниками пыльцы на о. Шикотан являются *Betula ermanii*, *B. platyphylla*. Наибольшее количество пыльцы берёз (до 33 %) встречено в СПС в окрестностях пос. Крабзаводска, бухты Димитрова и районе гор Шикотан и Ноторо. Кустарниковые берёзы на Малых Курилах неизвестны [Баркалов, 2009]. Пыльца, сходная по морфологии с этими берёзами, вероятно, имеет такую форму вследствие неблагоприятных экологических условий. Из других мелколиственных в СПС встречены *Alnus*, *Duschekia* и единично *Salix*. Количество пыльцы *Alnus* увеличивается в аллювиальных наилках (до 27,1 %), что отвечает распространению ольхи в долинных лесах. Здесь же найдена и единичная пыльца *Salix*. Пыльцы *Duschekia* больше на вершинах гор и максимум (22,1 %) зафиксирован в наилке на бенче. Ольховник Максимовича часто встречается по склонам около морского побережья [Баркалов, 2009].

Из широколиственных, произрастающих на острове, встречена единично пыльца *Phellodendron*, *Ulmus* и Araliaceae, как правило, в наиболее теплообеспеченных урочищах (около пос. Крабзаводск). Некоторые растения, широко распространённые на острове, не отражены

в палиноспектрах, например, клёны Майра и жёлтый, калопанакс семилопастный, ипритка восточная, гортензия метельчатая и черешчатая, виноград Конье.

В отдельных пробах встречена пыльца *Myrica*. Максимальное содержание (9 %) обнаружено на перевале около горы Ноторо. В списке флоры о. Шикотан восковник не встречается [Баркалов, 2009], но пыльца есть в голоценовых отложениях [Razzhigaeva et al., 2008]. Вероятно, пыльца переносится с юга с малых заболоченных островов, где это растение широко распространено [Баркалов, Ерёменко, 2003].

В СПС в небольших количествах встречается также пыльца других древесных растений, не произрастающих на острове: хвойных *Pinus s/g Haploxyton*, *P. s/g Diploxyton*, *Cryptomeria* и широколистных *Quercus*, *Tilia*, *Carpinus*, *Corylus*. С о. Кунашир и юга о. Итуруп может заноситься пыльца кедрового стланика, дуба, возможно, липы. Изучение спорово-пыльцевого дождя на о. Кунашир позволило установить, что поступление пыльцы основных лесобразующих пород за счёт активного ветрового переноса происходит за 40–50 км и даже за 100 км [Мохова, Ерёменко, 2020]. Содержание в палиноспектрах из четвертичных отложений пыльцы таких ландшафтообразующих растений, как кедровый стланник, дуб, менее 3–5 %, нельзя объяснить их присутствием в островной растительности.

В СПС хорошо отражена пыльца трав, встречающихся на острове, а также различные виды папоротников и плаунов. Большое количество пыльцы *Syringaceae* обнаружено около болотных массивов, особенно вокруг сильно заросших осокой. Пыльца широко распространённых болотных растений встречается вплоть до вершин. Широко представлена пыльца разнотравья, что отражает развитие луговых сообществ.

СПС малых островов, в целом, довольно хорошо отражают локальную растительность. В них, прежде всего, отмечается резко выраженное преобладание пыльцы травянистых (до 89 %), главным образом, *Syringaceae* (до 67,9 %) и *Roaceae* (до 83,5 %), в единичных случаях — *Ericaceae* (на болотах с обилием вересковых кустарничков). Часто присутствует пыльца влаголюбивых *Lysichiton*, *Iridaceae*, в единичных спектрах — *Potamogeton*, *Nuphar*. Спектры с преобладанием пыльцы разнотравья (до 43 %) и спор (до 18 %) приурочены к ПТК возвышенных участков с лугово-разнотравной растительностью. В составе спор здесь преобладают папоротники и плауны. Содержание спор увеличивается также в долинных торфяниках, к которым часто приурочены заросли папоротников. Количество спор сфагновых мхов

обычно больше на центральных болотных массивах. Доля пыльцы древесных и кустарниковых менее значительна — до 18 %. В спектрах из ПТК за счёт значительного участия в ценозе восковника пушистого (*Myrica*), содержание пыльцы древесных и кустарниковых форм увеличивается до 68,1 %. Во всех спектрах встречается пыльца древесных видов, не произрастающих на островах: *Abies*, *Picea*, *Pinus* s/g *Haploxyton*, *P. s/g Diploxyton*, *Cryptomeria japonica*, *Taxus*, *Betula*, *Quercus*, *Corylus*, *Juglans*, поступающая за счёт активного ветрового переноса с сопредельных территорий. В отдельных пробах обнаружена аллохтонная пыльца *Alnus*, *Duschekia*. Пыльца переносится ветровыми потоками с о. Хоккайдо (на расстояние > 8–46 км), о. Кунашир (на расстояние около 40–60 км) и о. Шикотан (на расстояние 23–62 км). Пыльца *Cryptomeria japonica*, вероятно, переносится с севера о. Хонсю (на расстояние > 450 км). На малых безлесных островах это существенно не меняет состав СПС.

*Заключение.* Анализ состава и соотношения компонентов палиноспектров малых океанических островов с лесной и болотно-луговой растительностью, как и в других регионах [Новенко и др., 2017; Mokhova et al., 2009; Anderson, Lozhkin, 2017], показал, что СПС в целом адекватно описывают растительность на уровне биома. Изучение СПС на разных элементах рельефа и в пределах отдельных ландшафтных выделов позволили установить изменения в соотношении основных таксонов, отвечающих разнообразию на уровне ПТК, выделенных при изучении ландшафтной структуры территории.

В условиях небольших изолированных островов генезис отложений не имеет такого влияния на формирование современных палиноспектров, как на континентальных территориях со значительными водосборными бассейнами. Аллохтонная пыльца, которая переносится с сопредельных островов, в большинстве случаев не меняет структуру СПС. Большая часть пыльцы древесных и кустарниковых пород в поверхностных осадках малых безлесных островов, за исключением пыльцы *Myrica*, является заносной. Тем не менее, состав современных палиноспектров хорошо согласуется с растительностью ПТК островов Малой Курильской гряды. Полученные данные могут применяться при палеографических реконструкциях, учитывая особенности формирования СПС.

*Благодарности.* Автор благодарит Н. Г. Разжигаеву, Л. А. Ганзей, К. С. Ганзея (ТИГ ДВО РАН) за помощь в сборе материала и предоставленные фотографии.



Литература

- Атлас Курильских островов / редколлегия В. М. Котляков (пред.), П. Я. Бакланов (зам. пред.), Н. Н. Комедчиков (зам. пред., гл. ред.). — Москва ; Владивосток : ИПЦ «ДИК», 2009. 516 с.
- Баркалов В. Ю. Флора Курильских островов. — Владивосток : Дальнаука, 2009. 468 с.
- Баркалов В. Ю., Ерёмченко Н. А. Флора природного заповедника «Курильский» и заказника «Малые Курилы» (Сахалинская область). — Владивосток : Дальнаука, 2003. 285 с.
- Васьковский А. П. Спорово-пыльцевые спектры современных растительных сообществ Северо-Востока СССР и их значение для восстановления четвертичной растительности: Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. — Магадан : Магадан. кн. изд-во, 1957. Вып. 11. С. 169–173.
- Власова Г. А., Полякова А. М. Активная энергетическая зона океана и атмосферы северо-западной части Тихого океана. Владивосток : Дальнаука, 2004. 146 с.
- Воробьев Д. П. Растительность Курильских островов. — Москва : АН СССР, 1963. 92 с.
- Ганзей К. С. Ландшафты и физико-географическое районирование Курильских островов. — Владивосток : Дальнаука, 2010. 214 с.
- Карташова Г. Г. Спорово-пыльцевые спектры современных отложений в бассейне реки Олы (северное побережье Охотского моря) // Спорово-пыльцевой анализ при геоморфологических исследованиях / ред. С. С. Воскресенский, М. П. Гричук. — Москва : МГУ, 1971. С. 90–106.
- Короткий А. М. Географические аспекты формирования субфоссильных спорово-пыльцевых комплексов (юг Дальнего Востока). — Владивосток : Дальнаука, 2002. 271 с.
- Короткий А. М., Караулова Л. П., Пушкарь В. С. Климат и колебание вертикальных ландшафтных зон Сихотэ-Алиня в голоцене // Геоморфология и четвертичная геология Дальнего Востока / отв. ред. А. М. Короткий, А. П. Кулаков. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 112–129.
- Короткий А. М., Пушкарь В. С., Гвоздева И. Г. Биофациальный анализ современных отложений горных рек (ретроспективный аспект) // Палеогеографический анализ и стратиграфия антропогена Дальнего Востока / отв. ред. В. С. Пушкарь, А. М. Короткий. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1983. С. 5–26.
- Линник Е. В. Гербарий заповедника «Курильский» // Биота и среда заповедных территорий. 2019а. № 1. С. 23–48.
- Линник Е. В. Заповедник «Курильский» // Биота и среда заповедных территорий. 2019б. № 1. С. 110–124.
- Лящевская М. С., Гребенникова Т. А., Разжигаева Н. Г., Арсланов Х. А., Максимов Ф. Е., Старикова А. А. Деградация лесной растительности при изменении площади островной суши в голоцене (юг Малой Курильской гряды) // Известия РАН. Серия географическая. 2018. № 1. С. 52–62.
- Микишин Ю. А., Гвоздева И. Г. Субфоссильные спорово-пыльцевые комплексы Сахалина и прилегающих территорий. — Владивосток : Изд-во Дальневост. ун-та, 2009. 162 с.
- Мохова Л. М. Анализ состава спорово-пыльцевого дождя и субфоссильных палиноспектров в долинах рек Партизанская и Киевка (южное Приморье) для палеоландшафтных исследований // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2020. № 2. С. 10–21.
- Мохова Л. М., Ерёмченко Н. А. Состав спорово-пыльцевого дождя на острове Кунашир (Курильские острова) // Биота и среда заповедных территорий. 2020. № 2. С. 3–37.
- Новенко Е. Ю., Мазей Н. Г., Зерницкая В. П. Рецентные спорово-пыльцевые спектры заповедных территорий Европейской части России как ключ к интерпретации результатов палеоэкологических исследований // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2017. Т. 2. № 2. С. 55–65.

- Петренко Т. И., Микишин Ю. А., Беянина Н. И. Субфоссильные спорово-пыльцевые комплексы Приханкайской равнины Приморья // *Естественные и технические науки*. 2009. № 4. С. 162–171.
- Покровская И. М. Методика камеральных работ. Палеопалинология. — Ленинград : Недра, 1966. Т. 1. С. 32–61.
- Рашке Е., Савельева Л.А. Субрецентные спорово-пыльцевые спектры и современная растительность дельты Лены // *Сибирский экологический журнал*. 2017. № 4. С. 456–472.
- Разжигаева Н. Г., Ганзей Л. А., Беянина Н. И., Ганзей К. С. Становление ландшафтов острова Зелёный (Малая Курильская гряда) в позднем плейстоцене-голоцене // *Исследование и конструирование ландшафтов Дальнего Востока и Сибири / ред. группа В. М. Урусов (отв. ред.), И. И. Лобанова. — Владивосток : Дальнаука, 2005. Вып. 6. С. 159–175.*
- Разжигаева Н. Г., Гребенникова Т. А., Ганзей Л. А., Беянина Н. И., Кузнецов В. Ю., Максимов Ф. Е. Климатические изменения и эволюция ландшафтов Малой Курильской гряды в последнее межледниковье // *Известия РАН. Серия географическая*. 2009. № 5. С. 90–100.
- Разжигаева Н. Г., Ганзей Л. А., Беянина Н. И. Первые данные о развитии ландшафтов на юге Курильских островов на рубеже плейстоцена-голоцена // *Доклады Академии наук*. 2010. Т. 430. № 1. С. 108–113.
- Руденко О. В., Васильчук А. К., Енина В. В. Сравнительная характеристика состава субрецентных палиноспектров в донных осадках моря Лаптевых и ледовых комплексах Сибирской Арктики // *Арктика и Антарктика*. 2017. № 3. С. 1–16.
- Справочник по физической географии Сахалинской области / сост. З. Хоменко. — Южно-Сахалинск : Сахалинское книжное изд-во, 2003. 110 с.
- Урусов В. М. География и палеогеография видообразования в Восточной Азии. — Владивосток: ВГУЭИС, 1998. 167 с.
- Урусов В. М., Чипизубова М. Н. Растительность Курил. — Владивосток : Дальнаука, 2000. 303 с.
- Черняева А. М. Флора острова Зелёный (Малая Курильская Гряда) // *Ботанический журнал*. 1977. Т. 62. № 11. С. 1672–1682.
- Шафрановский В. А. Ель Глена и леса с ее участием на советском Дальнем Востоке : автореф. дис... канд. биол. наук. — Владивосток, 1991. 25 с.
- Anderson A. P., Lozhkin A. V. Modern pollen rain from lake sediments of the Kurile Islands // *Bull. of North Eastern Scientific Centre FEB RAS*. 2017. № 1. P. 3–13.
- Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // *Palaeontologia Electronica*. 2001. Vol. 4. № 1. P. 1–9.
- Mokhova L. M., Tarasov P., Bazarova V. B., Klimin M. Quantitative biome reconstruction using modern and late Quaternary pollen data from the southern part of the Russian Far East // *Quaternary Sci. Rev.* 2009. V. 28. P. 2913–2926.
- Nosova M. B., Severova E. E., Volkova O. V., Kosenko J. V. 2014. Representation of Picea pollen in modern and surface samples from Central European Russia // *Vegetation History and Archaeobotany*. Vol. 24. № 2. P. 319–330.
- Razjigaeva N. G., Ganzey L. A., Belyanina N. I., Grebennikova T. A., Ganzey, K.S. Paleo-environments and Landscape History of Minor Kuril Islands since Late Glacial // *Quaternary International*. 2008. V. 179. C. 83–89.
- Razjigaeva N. G., Ganzey L. A., Belyanina N. I., Grebennikova T. A. Stratigraphy of peat bog in the Gorobets River valley and development of natural environments of Shikotan Island (Lesser Kurile Ridge) in the Holocene // *Russian Journal of Pacific Geology*. 2008. Vol. 2. № 4. P. 324–359.

## Subfossil spore-pollen spectra as a reflection of the landscape diversity of the Lesser Kuril Ridge

L. M. Mokhova

*Pacific Geographical Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences  
690041, Russian Federation, Vladivostok  
E-mail: nadyar@tigdvo.ru*

### Abstract

The composition and ratio of the main components of pollen spectra from the surface layer of soils, peatlands and fluvial silts and silt from the bench on the Shikotan, Polonsky, Zeleny, Yuri, Tanfilev islands, which are part of the "Malie Kuriles" Reserve (State Nature Reserve "Kuril'skiy"), were analyzed. The purpose of the work is to determine the degree of adequacy of pollen spectra to island vegetation, to determine the qualitative and quantitative characteristics of air transport of allochthonous pollen from adjacent territories. We have shown differences in pollen spectra on Shikotan Island with developed forest vegetation and on small treeless islands in the south of the ridge with wide development of peatland and meadows. On the island of Shikotan, arboreal pollen contents reach 98 %, in the south of the island, where meadow-swamp communities are developed, its value is less than 32 %. On small islands, almost all arboreal pollen is allochthonous and brought from neighboring islands. In pollen spectra with a high arboreal pollen content, pollen of *Myrica tomentosa*, widespread in swamp massifs, falls into this group. Generally, pollen spectra adequately describe vegetation at the biome level. On small islands genesis of sediments does not have such an influence on the formation of pollen spectra, unlike continental territories with large river basins. The wind input of arboreal pollen from neighboring islands, which reaches on the Shikotan Island 5 % for shrub pine, 3 % for oak, is estimated, single pollen grains of nut, hazel, hornbeam, linden, *Cryptomeria japonica*, pine, and *Myrica* were found. On small islands, the amount of allochthonous pollen reaches 7 %, the maximum amount (45 %) is recorded on Zeleniy Island.

**Key words:** Lesser Kuril Ridge, subfossil pollen spectra, allochthonous pollen, wind input, landscape, Natural Reserve "Malie Kuriles".

### References

- Kotlyakov V. M. (responsible ed.), Baklanov P. Ya., Komedchikov N. N. (chief ed.), 2009, Atlas Kuril'skikh ostrovov [Atlas of the Kuril Islands], 516 p., DIK, Moscow & Vladivostok. [In Russian].
- Barkalov V. Ju., 2009, *Flora Kuril'skikh ostrovov* [Flora of Kuril Islands], 468 p., Dalnauka, Vladivostok. [In Russian].
- Barkalov V. Ju., Eremenko N. A., 2003, *Flora prirodnogo zapovednika "Kuril'skiy" i zakaznika "Malye Kurily" (Sahalinskaja oblast')* [Flora of the Kurilsky Nature Reserve and the Small Kurils Nature Reserve (Sakhalin Oblast)], 285 p., Dalnauka, Vladivostok. [In Russian].
- Vas'kovskij A. P., 1957, Sporovo-pyl'cevyje spektry sovremennykh rastitel'nykh soobshhestv Severo-Vostoka SSSR i ikh znachenie dlja vosstanovlenija chetvertichnoj rastitel'nosti [Pollen spectra of modern vegetation communities of North-Eastern USSR and their significance for reconstruction of the Quaternary vegetation], in *Materialy po geologii i poleznym iskopaemym Severo-Vostoka SSSR* [Materials of Geology and Resources of North-Eastern USSR], pp. 169–173, Magadan. [In Russian].
- Vlasova G. A., Polyakova A. M., 2004, *Aktivnaja ehnergeticheskaja zona okeana i atmosfery severo-zapadnoj chasti Tikhogo okeana* [The active energy-producing zone of the ocean and atmosphere in the North-Western Pacific], 146 pp., Dalnauka, Vladivostok. [In Russian].
- Vorob'ev D. P., 1963, *Rastitel'nost' Kuril'skikh ostrovov* [Vegetation of Kuril Islands], 92 p., AN SSSR, Moscow. [In Russian].
- Ganzei K. S., 2010, *Landshafty i fiziko-geograficheskoe rajonirovanie Kuril'skikh ostrovov* [Landscapes and physiogeographical division of Kurile Islands], 214 p., Dalnauka, Vladivostok. [In Russian].
- Kartashova G. G., 1971, Sporovo-pyl'cevyje spektry sovremennykh otlozhenij v bassejine reki Oly (severnoe poberezh'e Okhotskogo morja) [Pollen spectra of modern deposits of Ola River Basin (north coast of the Okhotsk Sea)], in S. S. Voskresensky, M. P. Grichuk (eds.), *Sporovo-pyl'cevojj analiz pri geomorfologicheskikh issledovaniyakh* [Pollen analysis for Geomorphological Investigations], pp. 90–106, MSU, Moscow. [In Russian].
- Korotky A. M., 2002, *Geograficheskie aspekty formirovaniya subfossil'nykh sporovo-pyl'cevykh kompleksov (jug Dal'nego Vostoka)* [Geographical aspects of the formation of subfossil spore-pollen complexes (south of the Far East)], 271 p., Dal'nauka, Vladivostok. [In Russian].
- Korotky A. M., Karaulova L. P., Pushkar V. S., 1976, Klimat i kolebanie vertikal'nykh landshaftnykh zon Sikhote-ALinja v golocene [Climate and changes of landscape zones of Sikhote-Alin in the Holocene], in A. M. Korotky, A. P. Kulakov (eds.), *Geomorfologija i chetvertichnaja geologija Dal'nego Vostoka* [Geomorphology and Quaternary Geology of Far East], pp. 112–129, FESC USSR Academy of Science, Vladivostok. [In Russian].
- Korotky A. M., Pushkar V. S., Gvozdeva I. G., 1983, Biofacial'nyjj analiz sovremennykh otlozhenij gornykh rek (retrospektivnyjj aspekt) [Biofacial analysis of modern sediment of mountain rivers (retrospective aspect)], in V. S. Pushkar, A. M. Korotky (eds.), *Paleogeograficheskij analiz i stratigrafija antropogena Dal'nego Vostoka* [Paleogeographic analysis and stratigraphy of the Anthropogen of the Far East], pp. 5–26, FESC USSR Academy of Science, Vladivostok. [In Russian].
- Linnik E. V., 2019a, Herbarium of the Nature Reserve (Zapovednik) "Kuril'skiy", *Biodiversity and Environment of Protected Areas*, no. 1, pp. 23–48. [In Russian].
- Linnik E. V., 2019b, Nature Reserve "Kuril'skiy", *Biodiversity and Environment of Protected Areas*, no. 1, pp. 110–124. [In Russian].

- Lyashchekavaya M. S., Grebennikova T. A., Razzhigaeva N. G., Arslanov Kh. A., Maksimov F. E., Starikova A. A., 2018, Degradation of forest vegetation under island area variations in Holocene (the south of Lesser Kuril Ridge), *Izvestia RAS, Seria Geography*, no. 1, pp. 52–62. [In Russian].
- Mikishin Ju. A., Gvozdeva I. G., 2009, *Subfossil'nye sporovo-pyl'cevyje komplekсы Sakhalina i priliegajushchikh territorij* [Subfossil spore-pollen complexes of Sakhalin and adjacent territories], 162 p., Far East State University Publ., Vladivostok. [In Russian].
- Mokhova L. M., 2020, Analysis of modern spore-pollen rain composition and the pollen spectrum from Partizanskaya and Kievka River valleys (Southern Primorye) for paleolandscapes research, *Bull. of North Eastern Scientific Centre FEB RAS*, no. 3, pp. 3–13. [In Russian].
- Mokhova L. M., Eremenko N. A., 2020, Pollen rain composition on Kunashir Island (Kuril Islands), *Biodiversity and Environment of Protected Areas*, no. 2, pp. 3–37. [In Russian].
- Novenko E. Yu., Mazei N. G., Zernitskaya V. P., 2017, Recentnye sporovo-pyl'cevyje spektry zapovednykh territorij Evropejskoj chasti Rossii kak ključ k interpretacii rezul'tatov paleoekologičeskikh issledovanij [Recent pollen assemblages from protected areas of European Russia as a key to interpreting the results of paleoecological studies], *Nature Conservation Research. Reserve science*, vol. 2, no. 2, pp. 55–65. [In Russian].
- Petrenko T. I., Mikishin Ju. A., Beljanina N. I., 2009, Subfossil'nye sporovo-pyl'cevyje komp-leksy Prikhankajskoj ravniny Primor'ja [Subfossil spore-pollen complexes of the Prikhankajskaya plain of Primorye], *Estestvennyje i tekhnicheskie nauki* [Natural and technical sciences], no. 4, pp. 162–171. [In Russian].
- 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*, vol. 10, no. 4, pp. 395–410.
- Razzhigaeva N. G., Ganzey L. A., Belyanina N. I., Ganzei S. K., 2005, Stanovlenie landshaftov ostrova Zelenyj (Malaja Kuril'skaja grjada) v pozdnem plejstocene-golocene [Formation of landscape of Zeleny Island (Small Kurile Ridge) in the Late Pleistocene-Holocene], in V. M. Urusov, I. I. Lobanova (eds.), *Issledovanie i konstruirovanie landshaftov Dal'nego Vostoka i Sibiri* [Research and desining of the Far East and Siberia landscapes], pp. 159–175, FEB RAS, Vladivostok. [In Russian].
- Razzhigaeva N. G., Grebennikova, T. A., Ganzey L. A., Belyanina N. I., Kuznetsov V. Yu., Maksimov F. E., 2009, Climatic changes and landscape evolution of Minor Kurile arc during the Last Interglacial, *Izvestia RAS, Ser. Geography*, no. 5, pp. 90–100. [In Russian].
- Razzhihaeva N. G., Ganzey L. A., Belyanina N. I., 2010, First Data on Landscape Evolution in the South Kurile Islands at the Pleistocene-Holocene transition, *Doklady Earth Science*, vol. 430, no. 1, pp. 57–61.
- Rudenko O. V., Vasil'chuk A. K., Enina V. V., 2017, Sravnitel'naja kharakteristika sostava subrecentnykh palinospektrov v donnykh osadkakh morja Laptevykh i ledovykh kompleksakh Sibirskoj Arktiki [Comparative characteristics of the composition of subrecent palynospectra in the bottom sediments of the Laptev Sea and ice complexes of the Siberian Arctic], *Arctic and Antarctic*, no. 3, pp. 1–16. [In Russian].
- Spravočnik po fizičeskoj geografii Sakhalinskoj oblasti* [Physical Geography Guide of Sakhalin District], 2003, 110 p., Sakhalinskaja knižnoe izdatel'stvo, Juzhno-Sakhalinsk. [In Russian].
- Chernyaeva A. M., 1977, Flora of Zeleny Island (Lesser Kuril Ridge), *Botanical Journal*, vol. 62, no. 11, pp. 1672–1682. [In Russian].
- Urusov V. M., 1998, *Geografija i paleogeografija vidoobrazovanija v Vostočnoj Azii* [Geography and paleogeography of speciation in East Asia], 167 p., FEB RAS, Vladivostok. [In Russian].
- Urusov V. M., Chipizubova M. N., 2000, *Rastitel'nost' Kuril* [Vegetation of Kuriles], 303 p., Dalnauka, Vladivostok. [In Russian].
- Shafiranovskiy V. A., 1991, *El' Glena i lesa s ee uchastiem na sovetskom Dal'nem Vostoke: avtoreferat diss. ... kand. biol. nauk* [Picea Glehnii and forest with it on Soviet Far East, PhD thesis (Candidate of Biological Sciences)], 25 p., Vladivostok. [In Russian].
- 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*, no. 1, pp. 3–13.
- Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D., 2001, PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis, *Palaeontologia Electronica*, vol. 4, no. 1, pp. 1–9.
- Mokhova L. M., Tarasov P., Bazarova V. B., Klimin M., 2009, Quantitative biome reconstruction using modern and late Quaternary pollen data from the southern part of the Russian Far East, *Quaternary Sci. Rev.*, vol. 28, pp. 2913–2926.
- Nosova M. B., Severova E. E., Volkova O. V., Kosenko J. V., 2014, Representation of Picea pollen in modern and surface samples from Central European Russia, *Vegetation History and Archaeobotany*, vol. 24, no. 2, pp. 319–330.
- Razjigaeva N. G., Ganzey L. A., Belyanina N. I., Grebennikova T. A., Ganzey K. S., 2008, Paleo- environments and Landscape History of Minor Kuril Islands since Late Glacia, *Quaternary International*, vol. 179, pp. 83–89.
- Razzhigaeva N. G., Ganzey L. A., Belyanina N. I., Grebennikova T. A., 2008, Stratigraphy of peat bog in the Gorobets River valley and development of natural environments of Shikotan Island (Lesser Kurile Ridge) in the Holocene, *Russian Journal of Pacific Geology*, vol. 2, no. 4, pp. 324–359.