

Состав спорово-пыльцевого дождя на острове Кунашир (Курильские острова)

Л. М. Мохова¹, Н. А. Еременко^{2*}

¹ Тихоокеанский институт географии ДВО РАН

Владивосток, 690041, Российская Федерация

Email: nadyar@tigdvo.ru

² Заповедник «Курильский»

Южно-Курильск, 694500, Сахалинская область, Российская Федерация

Email: viola333@mail.ru

Аннотация

Проанализирован состав спорово-пыльцевого дождя в центральной части о. Кунашир. Проведено сравнение времени появления пыльцы и спор в ветровом потоке с фенологическими данными по срокам цветения основных лесообразующих пород. Установлено участие в составе спорово-пыльцевого дождя пыльцы растений, отсутствующих в окружающих фитоценозах, но являющихся компонентами существующей вертикально-широтной зональности о. Кунашир и растительности сопредельных территорий. Показана зависимость появления аллохтонной пыльцы в режиме погод во время отбора проб спорово-пыльцевого дождя. Установлено, что поступление пыльцы из удалённых районов острова и сопредельных территорий за счёт активного ветрового переноса существенно не меняет состав спорово-пыльцевого дождя. Проведено сравнение состава пыльцевого дождя с субфоссильными спорово-пыльцевыми спектрами.

Ключевые слова: спорово-пыльцевой дождь, субфоссильные палиноспектры, фенологические наблюдения, ландшафты, ветровой режим, Кунашир, Южные Курилы

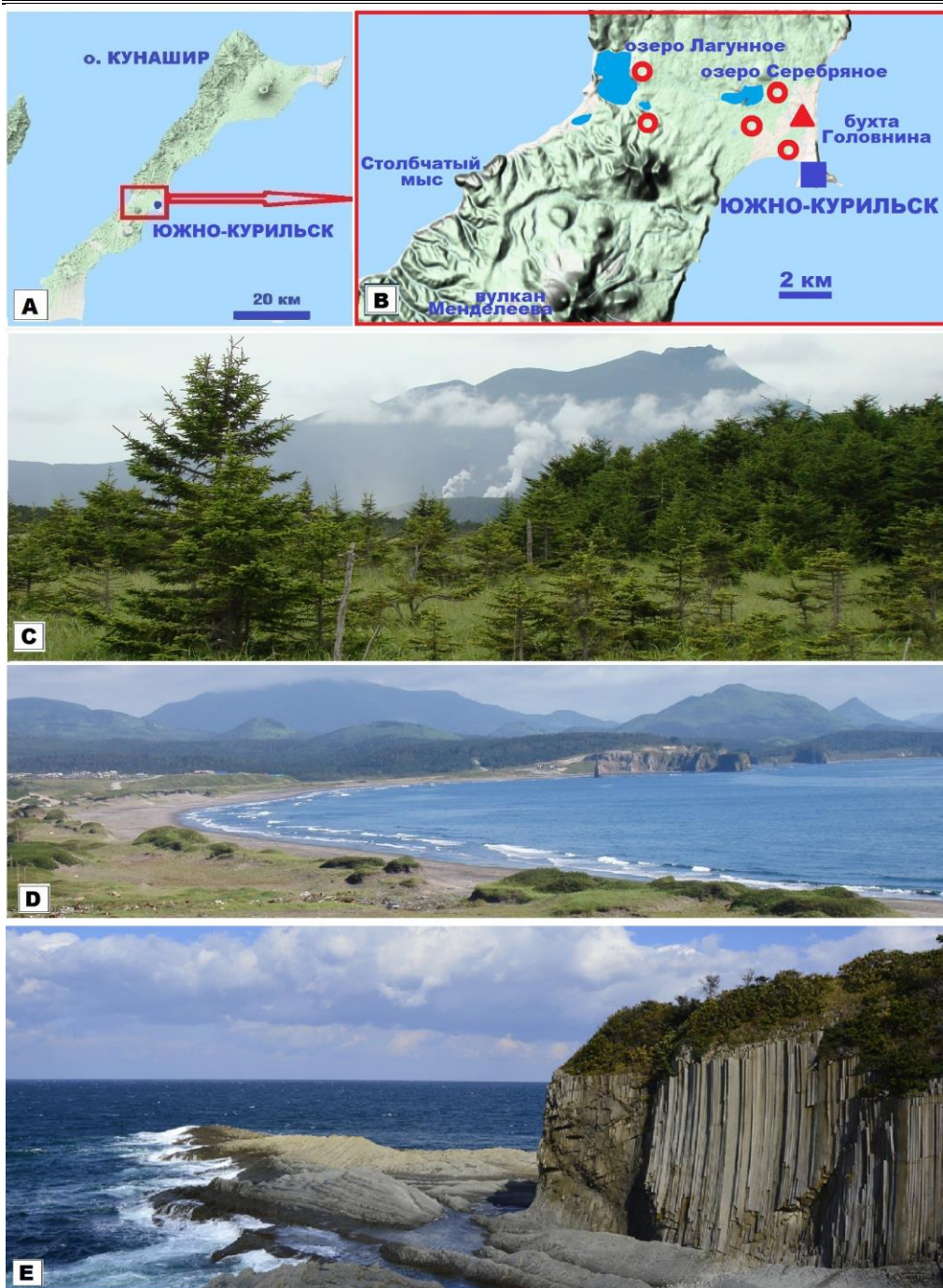
Введение. Поскольку рассеивание пыльцы и спор в пространстве имеет решающее значение для обоснования результатов спорово-пыльцевого анализа, изучению состава спор и пыльцы, разносящихся воздушными потоками и попадающих в поверхностные осадки, посвящено много исследований [Гричук, 1948; Заклинская, 1951; Коренева, 1955; Сладков, 1967; Лаптева, 2013; Новенко и др., 2017; Рашке, Савельева, 2017; Руденко, и др., 2017; и др.]. Этой проблеме посвящено большое количество работ на Дальнем Востоке [Короткий, 2002; Микишин, Гвоздева, 2009; Петренко и др., 2009; Anderson, Lozhkin, 2017; Mokhova et al., 2009] и на Японских островах [Sado, 1990; Ogasawara et al., 1991; Sahashi, 1995; Saito, 1995; Yonebayashi, 1997]. Для территории юга Дальнего Востока спорово-пыльцевой дождь (СПД) изучался на п-ве Муравьёва-Амурского, в г. Артём, в пос. Сергеевка [Мохова, 1988].

*Мохова Людмила Михайловна, нс, ТИГ ДВО РАН, г. Владивосток, email: nadyar@tigdvo.ru; Еременко Наталья Александровна, канд. биол. наук, нс, заповедник «Курильский», email: viola333@mail.ru.

Для Курильских островов данные по спорово-пыльцевому дождю получены на основе изучения поверхностных осадков современных озёр, на о. Кунашир – по оз. Глухому на Серноводском перешейке [Anderson, Lozhkin, 2017; Anderson et al., 2008]. Для корректной интерпретации палеопалиноспектров и выполнения на их основе наиболее достоверных палеоландшафтных и палеоклиматических реконструкций для каждого конкретного региона, обладающего своей климатической спецификой и орографическими особенностями, должны проводиться предварительные методические работы по изучению рассеивания пыльцы и спор современной растительности в пространстве. Большой интерес представляет изучение СПД островных территорий с хорошо выраженной высотной поясностью и широтной зональностью в условиях муссонной циркуляции атмосферы.

Изучение пыльцевого дождя и субфоссильных спорово-пыльцевых спектров на о. Кунашир проводилось с целью выяснения соответствия пыльцевых данных окружающей растительности и выявления влияния на формирование спорово-пыльцевых комплексов таких факторов, как ветровой режим и разнос пыльцы воздушными и водными потоками. В ходе работы решались следующие задачи: выяснить особенности формирования состава СПД в условиях океанических островов и установить степень его соответствия составу окружающей растительности; сравнить время появления пыльцы и спор в ветровом потоке с фенологическими данными по срокам цветения основных лесообразующих пород; установить участие в составе спорово-пыльцевого дождя пыльцы растений, отсутствующих в окружающих фитоценозах, но являющихся компонентами существующей вертикально-широтной зональности в районах исследования и растительности сопредельных территорий.

Материалы и методы. Пункт сбора СПД был установлен на Южно-Курильском перешейке на метеоплощадке Государственного природного заповедника «Курильский» в пос. Южно-Курильск на высоте около 6 м над уровнем моря (рис. 1). Административное здание заповедника расположено на низкой морской террасе за дюнной грядой в 250 м от берега. Отбор проводился в 1998–2003 гг. Улавливание пыльцы производилось на стекла размером 10x10 см, покрытых глицерин-желатиновой смесью. Стёкла экспонировались 4–5 дней.



Примечание [Note]: А — красный прямоугольник — район исследований [A — red rectangle — research area]; В — кружки — точки отбора наильков, почв и торфяников, треугольник — место сбора спорово-пыльцевого дождя [B — circles — sampling points for fillers, soils and peat bogs, a triangle — a place for collecting spore-pollen rain]; С — леса из ели Глена (*Picea glehnii*) на Южно-Курильском перешейке [Pine forest (*Picea glehnii*) on South-Kuril Isthmus]; D — бухта Головнина [Golovnina Bay]; E — мыс Столбчатый [Stolbchaty Cape]. Автор фото С и D — Н. А. Еременко; автор фото E — А. В. Яковлев.

Рисунок 1 – Южно-Курильский перешеек острова Кунашир
 Figure 1 – South-Kuril Isthmus of Kunashir Island

Собранные пробы обрабатывались методом Г. Эрдмана и заливались глицерином до равного объёма. Капля жидкости набиралась в калиброванную пипетку и просматривалась под микроскопом «Биолам». Регистрировались все спорово-пыльцевые зёрна (далее сокращение — п.з.). Общий состав СПД для каждого года рассчитывался из суммы всех обнаруженных таксонов.

Одновременно проводились фенологические наблюдения за цветением растительности по двум маршрутам: с тихоокеанской стороны острова, в районе оз. Серебряное (рис. 1.В и 1.Д) и с охотоморской стороны о. Кунашир, от 17 км трассы Южно-Курильск — Головнино до охотоморского побережья в районе мыса Столбчатый (рис. 1.В и 1.Е) [Еременко, Баркалов, 2009]. В этом районе изучены также субфоссильные палиноспектры из разнофациальных отложений — речных и озёрных наилков, почв и торфяников [Korotky et al., 2000].

Характеристика района исследований. Остров Кунашир — самый южный остров Большой Курильской гряды. На острове расположены четыре активных вулкана: Тятя высотой (абсолютной) 1819 м, Руруй — 1485 м, Менделеева — 888 м, Головнина — 541 м.

Горные части разделяют три низких перешейка, образованные на месте проливов. Наиболее древним является Южно-Курильский перешеек (абс. высота до 40 м), возникший на месте среднеплейстоценового пролива [Пушкарь и др., 1998]. На тихоокеанской стороне перешейка располагается низменный участок, образованный в среднем-позднем голоцене, с хорошо выраженными древними штормовыми валами (абс. высота до 5 м), разделёнными заболоченными понижениями. На побережье бух. Головнина (рис. 1.Д), на морской террасе расположено обширное дюнное поле (абс. высота до 12 м) [Короткий и др., 1996].

Южные Курилы характеризуются сравнительно мягкой зимой и малосолнечным вегетационным периодом. Климат о. Кунашир морской, влажный, без резких морозов зимой и сильной жары летом (среднегодовая температура +4,7 °С, средняя температура февраля –6 °С, средняя температура августа +15,8 °С), с продолжительными ветрами. Характерно большое количество атмосферных осадков 1319 мм/год, высокая влажность до 97 %, частые и продолжительные туманы 105 дней в году, сильные ветры до 30–40 м/с, метели 41 день в году [Научно-прикладной ..., 1990]. Именно климатические условия определяют особенности сезонного развития растений на о. Кунашир, а богатство и разнообразие видов растений на относительно небольшой территории обусловлено в первую очередь разнообразием микроклиматических условий. На тихоокеанское побережье большое влияние оказывает холодное течение Оясио, на охотское побережье — ответвление тёплого

течения Соя [Атлас ..., 2009]. На охотской стороне острова климат более «континентален» вследствие замерзания Южно-Курильского пролива в феврале — апреле.

Южно-Курильский перешеек, представляющий собой болотистую низменность, разделяет группу невысоких гор во главе с вулканом Менделеева и хребет Докучаева (абс. высоты до 1180 м). На перешейке расположены два озера Лагунное и Серебряное, довольно крупная р. Серебрянка и ряд небольших ручьёв (рис. 1.В).

Леса Южно-Курильского перешейка представлены в основном разреженными и сомкнутыми гленоельниками (рис. 1.С) с примесью пихты сахалинской – *Abies sachalinensis*, ели иезской – *Picea jezoensis*, тиса остроконечного – *Taxus cuspidata*, ольхи волосистой – *Alnus hirsuta*, рябины смешанной – *Sorbus commixta* и редким клёном жёлтым – *Aser ukurunduense*. В подлеске часто встречаются менцизия пятитычинковая – *Menziesia pentandra*, гортензия метельчатая – *Hydrangea paniculata*, ипритка восточная – *Toxicodendron orientale*. Для кустарничкового яруса характерны падуб морщинистый – *Ilex rugosa*, черника волосистая – *Vaccinium hirtum*. В напочвенном покрове доминируют мхи. Типичными растениями являются бамбучник – *Sasa sp.*, лизихитон камчатский – *Lysichiton camtshaticense*, кислица обыкновенная – *Oxalis acetosella*, дёрен канадский – *Chamaepericlymenum canadense*, майник широколистный – *Maianthemum dilatatum*, какалия камчатская – *Cacalia kamtshatica*. Для перешейка характерны болота, на которых часто встречаются восковнице-осоково-сазовые ассоциации. На таких участках обычны багульник подбел – *Ledum hypoleucum*, падуб городчатый – *Ilex crenata*, шикша сибирская – *Empetrum sibiricum*, андромеда полиумолистная – *Andromeda polifolia*, клюква обыкновенная – *Oxycoccus palustris*, пушица влагилищная – *Eriophorum vaginatum*, кровохлёбка тонколистная – *Sanguisorba tenuifolia*, ирис мечевидный – *Iris ensata*, хоста прямолистная – *Hosta rectifolia*, лобелия сидячелистная – *Lobelia sessilifolia*, бодяк Харкевича – *Cirsium charkeviczii*. По долинам рек и на осушённых лугах превалирует разнотравье. По берегам рек местами встречаются куртины ивняков и ольшаники с покровом из лизихитона камчатского – *Lysichiton camtshaticense*, лука охотского – *Allium ochotense* и осок – *Cyperaceae*. На возвышенностях по берегам озёр наблюдаются каменноберезняки с примесью ели иезской – *Picea jezoensis*, пихты сахалинской – *Abies sachalinensis*, рябины смешанной – *Sorbus commixta* и клёна жёлтого – *Aser ukurunduense*. Подлесок в таких лесах состоит из бересклета большекрылого – *Euonymus macroptera*, бересклета Зибольда – *E. sieboldiana*, ипритки восточной – *Toxicodendron orientale*, черёмухи айнской – *Padus*

ssiori, гортензии метельчатой – *Hydrangea paniculata*, аралии высокой – *Aralia elata*. В таких лесах широко распространены гортензия черешчатая – *Hydrangea petioleris* и актинидия коломикта – *Actinidia kolomikta*. В сырых местах доминируют виды высокотравья: лабазник камчатский – *Filipendula camtschatica*, крестовник коноплелистный – *Senecio cannabifolius*, бодяк камчатский – *Cirsium camtschaticum*, черemiца крупноцветковая – *Veratrum grandiflorum*, какалия камчатская – *Cacalia kamtschatica*, посконник Глена – *Eupatorium glehnii*, на затенённых участках – осоки с примесью василистника сахалинского – *Thalictrum sachalinense*, купены Максимовича – *Poligonatum maximoviczii*, лука охотского – *Allium ochotense*. На вершинах возвышенностей в травянистом покрове со 100 % проективным покрытием преобладает бамбучник – *Sasa sp.* На песчаных дюнах тихоокеанского побережья сплошной растительный покров отсутствует. Встречаются куртины шиповника морщинистого – *Rosa rugosa* и малины (рубус) мелколистной – *Rubus triphyllus*, обычны небольшие заросли шлемника щетинкового – *Scutellaria strigillosa*, глени прибрежной – *Glehnia littoralis*, осоки большеголовой – *Carex macrocephala*, лигустикума шотландского – *Ligusticum scoticum*, мятлика однолетнего – *Poa annua*. На вулкане Менделеева и горе Фрегат, расположенных в 11 км от места сбора СПД, хорошо выражена высотная поясность: широколиственные леса встречаются до 100 м над уровнем моря, выше склоны покрывают хвойно-широколиственные и хвойные леса, каменноберезняки начинаются на высоте 400 м, пояс кедрового стланика – на отметках более 600 м. Отдельные куртины кедрового стланика есть на вулкане Менделеева около фумарольных полей и на берегу бухты к югу от м. Столбчатого.

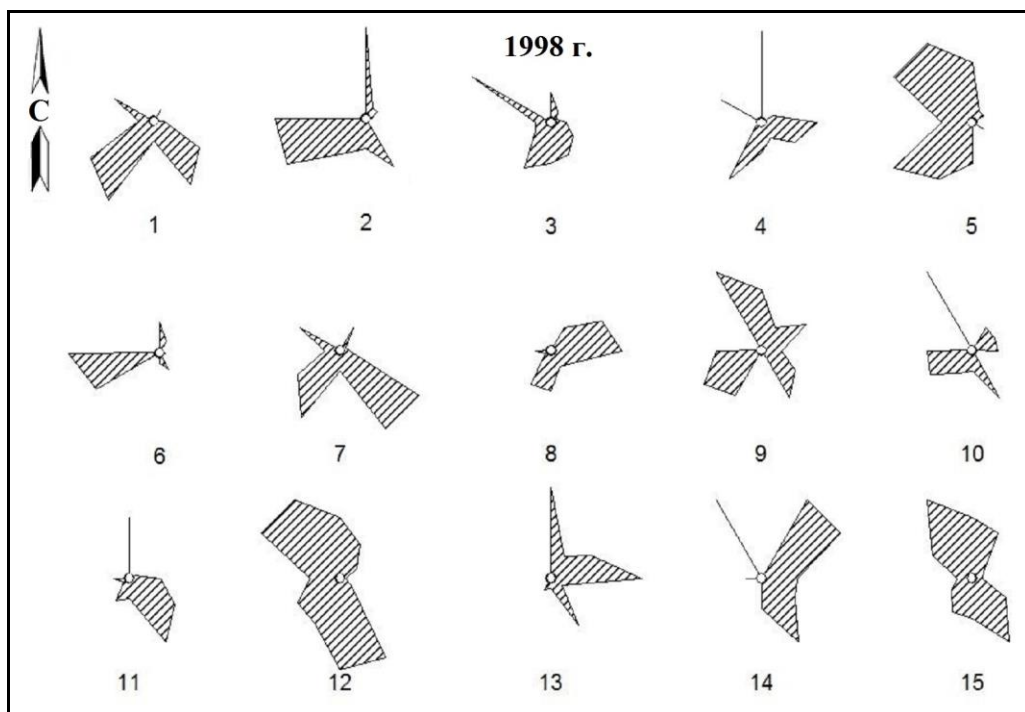
Основные характеристики сосудистых растений даны по публикациям дальневосточных ботаников¹ [Алексеева, 1983; Неведомская Еременко, 2000; Баркалов, Еременко, 2003; Баркалов, 2009; Еременко, Баркалов, 2009; Линник, 2019 и др.].

Результаты. Состав СПД 1998 г. За период наблюдений в составе СПД встречено 29 таксонов древесных и кустарниковых пород, 14 — травянистой растительности и 3 семейства споровых растений (Приложение 2, рис. 1). Пыльца древесных (до 99 %) преобладала с 5 мая по 15 июня. Во второй половине лета доминировала пыльца трав (до 96 %).

Пихта – *Abies*. Первые уловленные пыльцевые зерна (33 п.з.) отмечены в начале мая за 3–4 недели до начала цветения в районе наблюдения (Приложение 1, таблица). Количество зёрен достигало своего

¹ Сосудистые растения советского Дальнего Востока / под ред. С. С. Харкевича – Л.: Наука, 1985–1996. Т. 1–8.

максимума (456 п.з.) к началу июня, в середине июня содержание пыльцы резко уменьшалось. Содержание уловленной пыльцы резко сокращалось до окончания цветения, что, по-видимому, связано с погодными условиями: преобладали устойчивые юго-восточные и северные ветры (рис. 2), и экспонирующиеся стёкла оказались вне зоны основного переноса пыльцы с близлежащих темнохвойных массивов.



Примечание: Сроки наблюдений [Periods of observation]: 1 – 4-8.05; 2 – 11-16.05; 3 – 16-20.5; 4 – 20-25.05; 5 – 26-31.05; 6 – 1-5.06; 7 – 5-10.06; 8 – 10-15.06; 9 – 15-24.06; 10 – 24-29.06; 11 – 29.06-3.07; 12 – 3-9.07; 13 – 9-15.07; 14 – 15-22.07; 15 – 27-31.07.

Рисунок 2 — Розы ветров во время улавливания СПД 1998 г.
Figure 2 — Wind roses during pollen rain sampling in 1998

Сосна – *Pinus*. Для Кунашира кедровый стланик – *Pinus pumila* является одним из основных фоновых ландшафтных растений. В районе м. Столбчатого *Pinus pumila* цвёл со второй половины июня до середины июля. Пыльцевые зерна единично встречались в середине мая, достигая максимума 20 мая (30 п.з.) во время преобладания ветров южного направления. Небольшое количество пыльцы *Pinus pumila* во время его цветения в районе м. Столбчатого, вероятно, связано с его ограниченным присутствием в растительных сообществах в этой части острова. В середине мая в спектре также единично отмечена пыльца *Pinus s/g Dyploxylon*, источником которой являются искусственные насаждения.

Ель – *Picea*. В начале мая уловлены единичные зерна *Picea sect. Omorica*, к концу мая насчитывалось не менее 411 п.з. Своего максимума (646 п.з.) содержание пыльцы достигало в начале июня, что совпадает со

сроками цветения ели иезской – *Picea jezoensis* в районе м. Столбчатого. В середине июня количество пыльцы резко шло на убыль. В середине мая появлялась пыльца *Picea* sect. *Eurpicea*. Содержание её невелико (менее 8 %), хотя этот вид является пороодообразующим в гленоельниках, распространённых на тихоокеанской стороне Южно-Курильского перешейка. Максимум этой пыльцы (100 п.з.) был зафиксирован в начале июня, несмотря на то что цветение ели Глена – *P. glehnii* в окрестностях Южно-Курильска начиналось только во второй половине июня. Причина такого расхождения может объясняться погодными условиями. В первую неделю июня отмечены южные ветры, и источником пыльцы могли быть насаждения *P. glehnii* на склонах вулкана Менделеева. Во время цветения *P. glehnii* на Южно-Курильском перешейке преобладали юго-восточные и северо-восточные ветры с моросью и дождём (рис. 2), что влияло на воздушный перенос пыльцы.

Среди пыльцы других хвойных пород в небольших количествах отмечалась Cupressaceae, Taxaceae. Максимум пыльцы зарегистрирован в начале мая (21 п.з.), что хорошо соответствует датам цветения тиса остроконечного – *Taxus cuspidata* и можжевельника Саржента – *Juniperus sargentii* в районе м. Столбчатого. В мае отмечалась пыльца *Cryptomeria*, которая на Кунашире не растёт. Появление этой пыльцы в составе СПД соответствует сезону цветения криптомерии японской – *Cryptomeria japonica* на Японских островах, где *Cryptomeria japonica* произрастает в большом количестве на о. Хонсю [Ohwi, 1983], продуцирует большое количество пыльцы, которая обладает хорошей летучестью и является аллергеном [Yonebayashi, 1997]. На Хоккайдо она имеет ограниченное распространение и встречается в искусственных посадках [Tsukada, 1986].

Берёза – *Betula*. Пыльца берёз в СПД преобладала в первой половине мая (*Betula* sect. *Costatae* – до 530 п.з., *B.* sect. *Albae* – 210 п.з.). С конца мая до середины июня её содержание шло на убыль (до 60 п.з.). Максимумы содержания пыльцы *Betula* не соответствовали срокам цветения берёз в районе наблюдений (табл.). По-видимому, основной перенос пыльцы берёз происходил с южной части острова, поскольку в это время преобладали ветры южных направлений. В середине июня отмечены единичные зёрна пыльцы берёзы Миддендорфа – *B. middendorffii*, когда дул сильный ветер северо-восточного направления. Современный ареал *B. middendorffii* ограничен Северными Курилами [Баркалов, 2009].

Ольха – *Alnus*, Ольховник – *Duschekia*, Восковница – *Myrica*, Ива – *Salix*. С начала мая и до конца июня пыльца ольхи встречалась в небольших количествах. Пыльца Ольховника – *Duschekia* отмечалась с начала и до конца мая. Пик содержания пыльцы *Alnus* и *Duschekia* был отмечен в середине июля (162 п.з. и 15 п.з. соответственно), что

объясняется повторным поднятием пыльцы в воздух и её переосаждением. Другие мелколиственные представлены единично.

Пыльца восковника пушистого – *Myrica tomentosa* отмечена в первой половине мая. В середине мая встречены единично зерна *Salix*.

Дуб – *Quercus*, Ильм – *Ulmus*. Пыльца дубов – *Quercus* достигала максимум ко второй половине мая (150 п.з.). Затем количество пыльцы резко сокращалось и в июне, к началу цветения в центральной части Кунашира, встречалась единично. Основным источником пыльцы являются дубняки, расположенные на юге острова, поскольку пики содержания пыльцы отмечены при устойчивых южных ветрах. Небольшое количество пыльцы Ильма – *Ulmus* встречено в начале мая (29 п.з.). Затем, вплоть до окончания наблюдения, пыльца ильма встречалась единично.

Другие широколиственные таксоны. Наибольшее количество пыльцы граба – *Carpinus* (27 п.з.) отмечено в первой половине мая, и до середины июня пыльца этого вида встречалась единично, затем – спорадически. Вид на Курилах не отмечен и произрастает на Хоккайдо. Сроки цветения этого вида на Японских островах конец апреля – июнь [Yonebayashi, 1997; Ohwi, 1984]. Максимум уловленной пыльцы совпадал с устойчивыми южными ветрами. Пыльца ореха – *Juglans* отмечена в начале мая (до 12 п.з.) и её спорадически фиксировали до начала июня. Орех айлантолистный – *Juglans ailanthifolia* встречается единично на юге острова Кунашир. Представители рода *Corylus* на острове не растут [Баркалов, 1998], но пыльцу лещины улавливали в небольших количествах до конца мая. На юге острова растёт единично ясень маньчжурский и шерстистый – *Fraxinus mandshurica*, *F. lanuginosa*. Небольшое количество пыльцы *Fraxinus* отмечено с начала мая, её содержание достигало своего максимума (13 п.з.) во второй половине мая. Пыльца липы – *Tilia* отмечена единично во второй половине мая и середине июня. На острове также произрастает бархат сахалинский – *Phellodendron sachalinense*, пыльца которого единично встречена в конце июля.

Из пыльцы травянистой растительности в СПД встречены представители следующих семейств.

Осоковые – *Syringaceae*. На острове произрастает 77 видов осок. Сезон их цветения продолжается с начала мая до конца июня, а у отдельных видов может продолжаться дольше. В единичных количествах пыльцевые зерна отмечены в начале мая, максимум (14 п.з.) зафиксирован во второй половине июня. Спорадически пыльца встречалась во всё время наблюдений.

Злаковые – *Poaceae* является одним из ведущих семейств на острове, количество видов достигает 99. Первые единичные зерна злаков в СПД зарегистрированы в начале мая, и их количество медленно

возрастало до середины июня. Во второй половине июня содержание пыльцы резко возросло, своего максимума достигло в середине июля (1270 п.з.) и оставалось стабильно высоким до конца наблюдений.

Астровые – Asteraceae. Это обширное семейство представлено 100 видами. Первые пыльцевые зерна астровых зарегистрированы в начале мая, до середины июля отмечались единично. Своего максимума содержание пыльцы достигло во второй половине июля (53 п.з.). Многие виды семейства начинают цветение в августе, поэтому они остались за временными рамками наблюдений.

Гречишные – Polygonaceae. В этом семействе насчитывается 38 видов. С середины июня и до конца наблюдений отмечена только пыльца *Rumex*. Максимум пыльцы зафиксирован в начале июля (150 п.з.).

Бобовые – Fabaceae. На острове семейство представлено разнообразно, на территории острова насчитывается 23 вида. Уловленные пыльцевые зерна бобовых начали регистрироваться с середины июля, максимум пыльцы наблюдался в конце июля (80 п.з.).

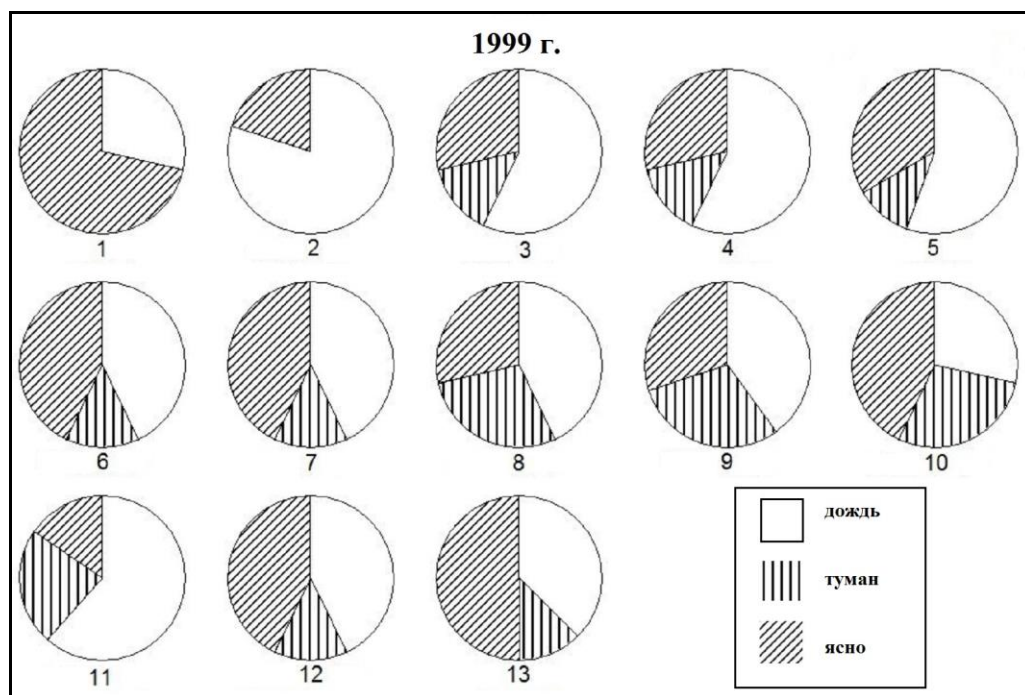
Зонтичные – Apiaceae. Семейство включает 21 вид. Первые пыльцевые зерна зонтичных отмечены в начале мая и спорадически встречались в конце июня — первой половине июля. Затем количество пыльцы стало увеличиваться и достигло максимума в конце июля (46 п.з.). Пыльца других травянистых представлена в СПД в небольших количествах.

Споровые растения на о. Кунашир представлены 68 видами. На всём протяжении наблюдения споры отмечались единично. Пик спороношения наблюдениями не охвачен, за исключением хвоща – *Equisetum*, споры которого в основном встречены в первой половине мая (до 20 п.з.), что совпадает со сроками его спороношения. На острове выделено 5 видов хвощей.

В общем составе СПД преобладает пыльца древесных и кустарниковых пород (54 %) и трав (45 %). Среди пыльцы древесной растительности доминирует пыльца темнохвойных (*Abies* – 19,1 %, *Picea* sect. *Omorica* – 29,2 %, *Picea* sect. *Euripea* – 2,8 %), другие хвойные представлены: *Pinus* s/g *Haploxylon* (0,7 %), *Pinus* s/g *Dyploxylon* (0,1 %), *Cryptomeria*, *Taxodiaceae* и *Cipressaceae* (менее 1 %). Субдоминантами является пыльца берёз, среди которой преобладает *Betula* sect. *Costatae* (22,3 %), *Betula* sect. *Alba* (10,9 %). Единично встречена *Betula middendorffii*. Среди других мелколиственных отмечены *Alnus* (4,8 %), *Duschekia* (0,5 %), *Myrica* (0,1 %). Среди широколиственных пород первенство принадлежит *Quercus* (4,1 %). Среди пыльцы трав доминирует *Poaceae* (82,5 %), из других таксонов выделяются *Rumex* (5,1 %), *Asteraceae* (2,3 %), *Fabaceae* (2,2 %), *Polygonaceae* (2,1 %), *Apiaceae* (1,5 %), *Cyperaceae* (1,2 %), *Rosaceae* (1,1 %).

Состав СПД 1999 г. В этом году на о. Кунашир отмечена поздняя и холодная весна. Для многих видов растений наблюдалось запаздывание цветения. Отмечено слабое цветение ольхи, берёз, ильмов, рябины смешанной, практически отсутствовало пыление хвойных, за исключением кедрового стланика и можжевельника (Приложение 2, рис. 2).

В общем составе СПД встречено 20 таксонов древесных и кустарниковых пород, 14 – травянистой растительности и 4 семейства споровых растений (Приложение 1, таблица). В мае в составе СПД преобладала пыльца древесных и кустарниковых пород (до 84,2 %), со второй половины июня – пыльца трав (до 99 %). До середины июня отмечалось небольшое количество пыльцы древесной, кустарниковой и травянистой растительности (не более 82 п.з.), что связано не только со слабым цветением, но и с погодными условиями – преобладанием дождливых и туманных дней (рис. 3).



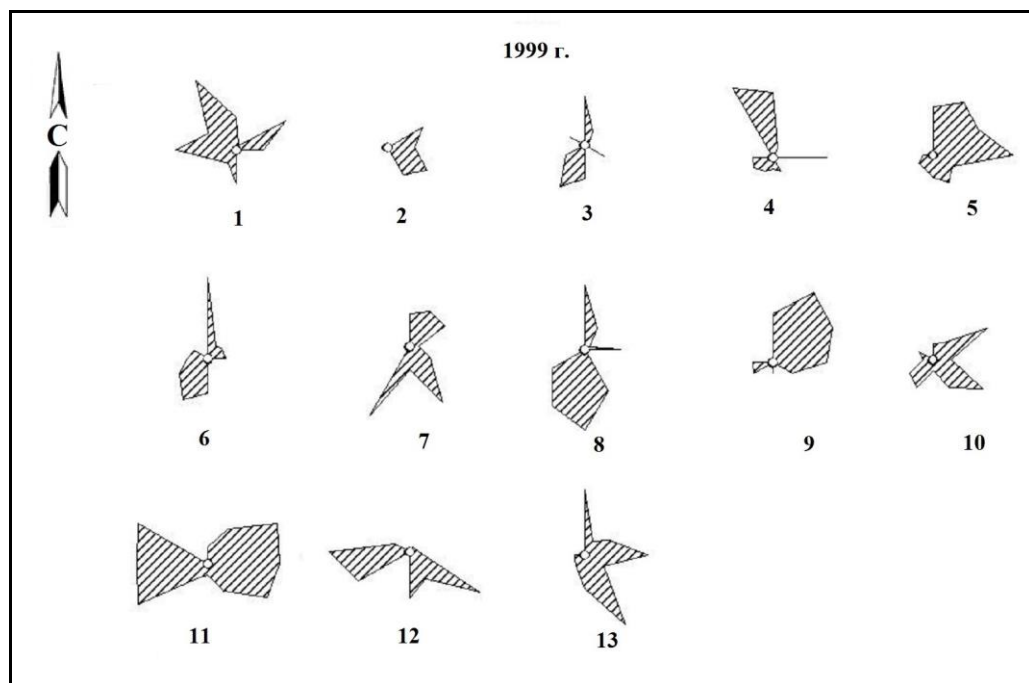
Примечание: сроки наблюдений: 1 – 18.05-24.05; 2 – 24-28.05; 3 – 28.05-4.06; 4 – 4.06-10.06; 5 – 10.06-18.06; 6 – 18.06-24.06; 7 – 24.06-30.06; 8 – 30.06-6.07; 9 – 6.07-12.07; 10 – 12.07-20.07; 11 – 20.07-26.07; 12 – 26.07-5.08; 13 – 17.08-23.08.

Рисунок 3 — Состояние погоды в 1999 г. за время улавливания СПД
Figure 3 — Weather during Pollen Rain sampling in 1999

В середине мая в СПД преобладала пыльца берёз (*Betula sect. Albae* – 120 п.з., *Betula sect. Costatae* – 48 п.з.), цветение которых в исследуемом районе не отмечено. На юге острова массовое цветение *Betula ermanii* зарегистрировано в середине июня. Пыльца берёз, уловленных в СПД в мае, по-видимому, поступала с о. Хоккайдо. В это время преобладающими были западные и северо-западные ветры.

Во второй половине мая отмечалось небольшое количество пыльцы (11 п.з.) семейства Rosaceae, к которому относятся такие древесные виды, как *Sorbus commixta*, *Cerasus sachalinensis* и др., сроки цветения которых приходятся на это время. Из пыльцы других пород единично отмечены *Fraxinus*, *Corylus*. Появление пыльцы *Alnus*, *Duschekia* соответствует времени цветения этих видов на участке наблюдения.

Количество пыльцы *Quercus*, зарегистрированной в небольших количествах в конце мая, достигало своего максимума к концу июня (24 п.з.). На Кунашире цветение дуба зубчатого – *Quercus dentata* отмечалось в районе мыса Столбчатый во второй половине мая – начале июня, с чем связан первый пик уловленной пыльцы. Вторым пик содержания пыльцы *Quercus* совпадает со сроками цветения дуба. Массовое цветение дуба курчавенького – *Quercus crispula* на юге острова наблюдалось 26 июня, пик цветения *Quercus dentata* отмечен значительно позже – во второй половине июля (Приложение, таблица). Перенос пыльцы *Quercus* с юга острова определялся преобладающими в этот период юго-западными ветрами (рис. 4).



Примечание: сроки наблюдений [Periods of observation]: 1 – 18.05-24.05; 2 – 24-28.05; 3 – 28.05-4.06; 4 – 4.06-10.06; 5 – 10.06-18.06; 6 – 18.06-24.06; 7 – 24.06-30.06; 8 – 30.06-6.07; 9 – 6.07-12.07; 10 – 12.07-20.07; 11 – 20.07-26.07; 12 – 26.07-5.08; 13 – 17.08-23.08.

Рисунок 4 — Розы ветров в 1999 г. во время улавливания СПД
Figure 4 — Wind roses during Pollen Rain sampling in 1999

Пыльца хвойных пород единично начала улавливаться с конца мая, максимальное содержание пыльцы *Abies*, *Picea* sect. *Omorica* отмечено в конце июня. На участке наблюдений пыления темнохвойных не

происходило. По-видимому, пыльца этих видов поступала с севера острова, что подтверждается частыми в этот период ветрами северных направлений. В конце июня зарегистрирован максимум содержания пыльцы *Pinus s/g Haploxyton* (26 п.з.), что хорошо совпадает со сроками цветения *Pinus pumila* в центральной части о. Кунашир. Единично встречена пыльца *Cryptomeria*.

Пыльца травянистой растительности представлена обильней, чем пыльца древесных, но в то же время её количество и разнообразие значительно уступает СПД 1998 г. Преобладает пыльца семейства *Roaceae*, *Asteraceae*. Пик продуцирования пыльцы *Roaceae* приходился на конец июля – начало августа (480 п.з.), *Asteraceae* – конец июля (39 п.з.), *Artemisia* (430 п.з.), *Cichorium* (20 п.з.) – середине сентября. К концу июня зафиксировано наибольшее количество пыльцы *Superaceae* (88 п.з.). Обильно представлена пыльца семейства *Polygonaceae*, достигшая максимума в начале августа (84 п.з.). Пыльца остальных семейств встречена единично. Среди споровых растений отмечены *Equisetum* и представителей семейства *Polypodiaceae*, пики которых совпадают с периодами их спороношения.

В общем составе СПД преобладает пыльца трав (80,1 %), на долю пыльцы древесных и кустарниковых пород приходится 16,8 %, на долю спор 3,1 %. Среди древесных и кустарниковых преобладает пыльца мелколиственных: *Betula sect. Albae* (32,9 %), *Betula sect. Costatae* (12,8 %), *Betula middendorffii* (0,2 %), *Betula sp.* (0,2 %), *Alnus* (2,5 %), *Duschekia* (0,9 %), *Myrica* (4,1 %). Второе место принадлежит хвойным, представленным: *Pinus s/g Haploxyton* (11 %), *Abies* (2,5 %), *Picea sect. Omorica* (5,3 %), *Picea sect. Eupicea* (0,7 %). Среди широколиственных доминирует пыльца *Quercus* (12,6 %), содержание пыльцы других пород не превышает 1 %. Среди травянистой растительности преобладает пыльца представителей семейств *Roaceae* (43,4 %) и *Asteraceae* (в сумме 35,9 %, включая *Artemisia* – 28,2 %), субдоминантами являются виды семейств *Superaceae* (6 %) и *Polygonaceae* (6,9 %). Споры представлены *Polypodiaceae* (30,1 %), *Osmunda* (11,3 %), *Dryopteris* (17,5 %), *Equisetum* (33,8 %) и *Lycopodium* (7,5 %).

Состав СПД 2000 г. Встречено 45 таксонов древесных и кустарниковых пород, травянистой растительности и спор. На долю древесных и кустарниковых пород приходится 22 таксона, травянистых – 18, спор – 5.

В апреле в СПД пыльца и споры встречались в очень небольшом количестве, единично отмечается пыльца *Alnus* (1-3 п.з.), *Picea sect. Omorica*, *Quercus*, травы представлены *Artemisia* и *Roaceae*. Отмечено по 1 споре *Sphagnum* и *Polypodiaceae*. В мае в составе дождя преобладала пыльца древесных пород: *Betula sect. Alba*, *Abies*, *Picea sect. Omorica*,

неожиданно много *Quercus* (до 40 п.з.). Среди трав преобладала Роасеае и Сурегасае. В июне в составе СПД доминировали травянистые (до 1000 п.з.): Сурегасае, небольшим количеством представлена Роасеае (40 п.з.), Rosaceaе (20 п.з.) и единично встречены Ариасае, Ranunculасае и споры.

Среди древесных преобладает *Picea* sect. *Omorica* (до 340 п.з.), *Abies* (176 п.з.), снижается количество пыльцевых зёрен *Betula*, но увеличивается *Quercus* (до 70 п.з.). В июле в СПД доминировала пыльца травянистой растительности: в начале месяца – представителей семейства Сурегасае (322 п.з.), к концу месяца – Роасеае (до 1120 п.з.). Остальные травы в СПД представлены единичными зёрнами. Среди древесной растительности преобладала пыльца *Picea* sect. *Omorica*, в начале месяца – *Betula* sect. *Albae*, *Duschekia*. Пыльца *Quercus* идёт на убыль (14 п.з.). Споры встречались спорадически. В августе СПД представлен в основном пыльцой трав: Роасеае (от 1420 п.з. с уменьшением к концу месяца), *Artemisia* (в начале месяца встречена единично, в конце — до 200 п.з.), *Thalictrum* – до 24 п.з. Споры представлены единично. Пыльца древесных, как хвойных, так и лиственных, отмечается в единичных количествах. В сентябре доминировала пыльца *Artemisia* (230 п.з.), остальные травы представлены в небольших количествах и единично. Споры встречаются спорадически. В октябре, ноябре как древесные, так и травянистые виды отмечались в единичных количествах.

Состав СПД 2001 г. Встречено 22 таксона древесной растительности, 20 травянистой и 5 споровых растений (Приложение 2, рис. 3).

В апреле преобладала пыльца древесных растений (39 п.з.). Доминирует пыльца *Ulmus* (12 п.з.), по 6 п.з. отмечено *Salix*, *Myrica* и *Betula* sect. *Albae* (5 п.з.). Пыльца хвойных представлена единично. В начале мая переносилось очень мало пыльцы, максимум пыльцы приходится на середину мая. Преобладала пыльца *Betula* sect. *Alba* (76 п.з.), затем количество пыльцы снижалось, снова увеличиваясь к концу месяца (до 89 п.з.).

На втором месте по количеству пыльцевых зёрен стоит *Betula* sect. *Costatae*: 42 п.з. в середине мая и 70 п.з. в конце мая. Хвойные представлены единично, исключение – *Picea* sect. *Omorica* (38 п.з.), в конце мая. Встречена пыльца *Myrica* (от 9 п.з. в середине месяца до 16 п.з. в конце). *Alnus* доходит до 4 п.з. в конце месяца. *Ulmus*, *Carpinus*, *Corylus*, *Quercus* отмечены единично, также как и споры. В начале июня увеличивалось количество пыльцевых зёрен хвойных *Picea* sect. *Omorica* (до 140 п.з.), продолжает увеличиваться количество пыльцы *Betula* sect. *Albae* (до 163 п.з.), *Alnus* (до 41 п.з.), остальная пыльца древесных представлена небольшим количеством.

Среди трав отмечается появление пыльцы представителей семейств Роасеае (31 п.з.) и Суругасаеае (10 п.з.). К середине июня увеличивалось количество пыльцевых зёрен *Picea* sect. *Omorica* (до 420 п.з.), *Abies* (до 521 п.з.), *Betula* sect. *Albae* (до 377 п.з.), *B.* sect. *Costatae* (56 п.з.), а количество пыльцы *Alnus* снижается до 7 п.з. Росло и количество пыльцевых зёрен *Quercus* (до 99 п.з.). Среди трав продолжала доминировать пыльца представителей семейств Роасеае (30 п.з.) и Суругасаеае (31 п.з.), к 13 июня появлялись споры *Equisetum* (до 33 спор). В конце месяца среди хвойных доминировали *Picea* sect. *Omorica* (120 п.з.), *Pinus* s/g *Haploxyton* (21 п.з.), *Betula* (30 п.з.). В целом, к концу месяца количество пыльцы древесных шло на убыль; количество пыльцы трав, наоборот, увеличивалось: Суругасаеае до 300 п.з., Роасеае 18 п.з., в конце июня — начале июля встречено много пыльцы *Rumex* 150 п.з., Сагуофилласеае 6 п.з. Остальные виды единичны.

В июле количество пыльцы хвойных резко сократилось: *Abies* (18 п.з.), *Picea* sect. *Eupicea* (6 п.з.), *Picea* sect. *Omorica* (69 п.з.), *Pinus* s/g *Haploxyton* и *Pinus* s/g *Diploxyton* (по 6 п.з.). Увеличивалось количество пыльцы Роасеае до 21 п.з. Количество пыльцы Суругасаеае в первой половине месяца резко сокращалось от 309 до 48 п.з., также уменьшилось количество пыльцы других трав, что, видимо, связано с погодой — частыми дождями и моросью. В середине месяца пыльца древесных отмечена единично, количество пыльцы травянистых видов увеличивалось к концу июля: число Роасеае достигало 420 п.з., Примуласаеае — 60 п.з., Ариасаеае — 16 п.з.

В начале августа доминировала пыльца трав: Роасеае (до 1200 п.з.), *Rumex* (900 п.з.), Суругасаеае (63 п.з.). Пыльца древесных представлена единично. Появились споры Полиподиасаеае (26 п.з.). К середине августа количество пыльцы Роасеае начало снижаться до 800 п.з., Суругасаеае – 50, *Rumex* – 80. Появлялась пыльца Ариасаеае (17 п.з.). К концу месяца резко уменьшилось количество пыльцы: отмечены Роасеае (111 п.з.), *Artemisia* (11 п.з.), единично – пыльца других травянистых растений.

В сентябре и октябре встречены редкие пыльцевые зерна древесных растений и трав, за исключением пыльцы Роасеае, в начале сентября насчитано 93 пыльцевых зерна, Астерасаеае — 12 п.з., *Sanguisorba* — 18 п.з. Споры встречались спорадически.

Состав СПД в 2002 г. Цветение у большинства видов, цветущих весной, началось на одну-две недели раньше. Виды, цветущие летом, зацвели на одну-две недели позже. Наблюдалось слабое цветение ольхи волосистой, берёз, почти отсутствовало пыление хвойных, исключение — кедровый стланик. Обильным было цветение ив, бархата сахалинского,

рябины на охотской стороне острова. Наблюдение за СПД проводилось с 13.02.2002 года и закончилось 10.01.2003 года (Приложение 2, рис. 4).

В составе СПД встречено 20 таксонов древесных и кустарниковых пород, 28 таксонов травянистых и 4 вида спор. В середине февраля было зарегистрировано 81 п.з. древесных. Встречена пыльца *Abies*, *Picea* sect. *Omorica*, *Pinus* s/g *Haploxyton*, *Alnus*, *Betula*, *Juglans*. Основная доля пыльцы приходится на *Cryptomeria* (24 п.з.). Среди трав преобладает пыльца Asteraceae (46 п.з.), отмечается Poaceae, *Artemisia*, *Rumex*, Rosaceae, Chenopodiaceae.

В марте в составе СПД преобладала пыльца *Cryptomeria*: в начале марта 16 п.з., в середине месяца её количество достигло своего пика (294 п.з.). Появилась пыльца *Alnus* (22 п.з.). Единично отмечалась пыльца хвойных, берёз, присутствовало значительное количество пыльцы Asteraceae (51 п.з.), что не характерно для этого времени года. Единично отмечалась пыльца *Artemisia* и споры Polyodiaceae.

В начале апреля в незначительных количествах присутствовала пыльца *Cryptomeria* (8 п.з.), единично отмечалась *Abies*, *Betula*, *Alnus*, *Quercus* и пыльца трав. В конце апреля улавливалась пыльца *Cryptomeria* (до 18 п.з.) и *Alnus* (до 11 п.з.); единично присутствовала пыльца хвойных и трав. Апрель 2002 г. показателен тем, что в СПД содержалась гораздо большее количество пыльцы, чем в тот же период в предыдущие годы. В начале мая увеличивалось количество пыльцы: *Betula* sect. *Albae* (24 п.з.), *Betula* sect. *Costatae* (12 п.з.), *Ulmus* (10 п.з.), единично встречалась пыльца хвойных и *Cryptomeria*. Среди травянистых встречалась пыльца представителей Cyperaceae, Poaceae, Asteraceae, в том числе *Artemisia* и Rosaceae. К середине мая увеличивалось количество пыльцы *Ulmus*, *Betula* (в сумме 54 п.з.), *Alnus* (18 п.з.) и спор *Equisetum*. В конце мая возрастало количество пыльцы *Picea* sect. *Omorica* (48 п.з.), *Pinus* s/g *Diploxyton* (22 п.з.), *Betula* (86 п.з.). В значительных количествах появлялась пыльца Cyperaceae (100 п.з.), Rosaceae (68 п.з.), Primulaceae (54 п.з.). Споры были представлены *Equisetum* (38) и *Sphagnum*.

В начале июня в СПД преобладала пыльца трав (249 п.з.) ряда семейств: Cyperaceae (86 п.з.), Rosaceae (84 п.з.), Polygonaceae (64 п.з.), Poaceae (11 п.з.), единично Asteraceae и *Cichorium*. Среди пыльцы мелколистных основная доля приходилась на пыльцу берёз *Betula* sect. *Albae* (86 п.з.), *Betula* sect. *Costatae* (4 п.з.), *Betula* sp. (8 п.з.), *Alnus* (6 п.з.). Пыльца хвойных была представлена *Picea* sect. *Omorica* (68 п.з.), *Picea* sect. *Eupicea* (12 п.з.), единично *Abies*, *Pinus* s/g *Diploxyton*, *Pinus* s/g *Haploxyton*. Единично была встречена пыльца широколиственных пород *Quercus*, *Juglans*, *Carpinus*. Споры были представлены *Equisetum* (4). В середине месяца единично встречалась пыльца древесных, а травы

были представлены в основном Cyperaceae (90 п.з.) и единичными зёрнами разнотравья. В конце месяца увеличивалось количество пыльцы Cyperaceae (240 п.з.) и Poaceae (16 п.з.), единично отмечалась пыльца разнотравья. Среди пыльцы древесных встречались *Picea* sect. *Omorica* (24 п.з.), *Betula* sect. *Albae*. Пыльца других древесных отмечалась единично.

СПД начала и середины июля содержала незначительное количество пыльцы древесных и трав (Poaceae). Споры были представлены Polypodiaceae (11 спор) и *Equisetum* – единично. К 24 июля увеличилось количество пыльцы Poaceae (90 п.з.), единично присутствовала пыльца представителей разнотравья и древесных пород. В начале августа в СПД было зарегистрировано 320 п.з. Poaceae, 16 п.з. *Rumex*, другие травянистые и древесные единично.

В СПД начала сентября преобладала пыльца трав: *Artemisia* (320 п.з.), другие Asteraceae (124 п.з.), Poaceae (314 п.з.), *Sanguisorba* (41 п.з.), Polygonaceae (18 п.з.), *Rumex* (16 п.з.), Chenopodiaceae (8 п.з.). Пыльца древесных (в сумме 47 п.з.) представлена *Abies*, *Pinus* s/g *Haploxyton*, *Betula* и *Alnus*. Среди спор найдены Polypodiaceae (29) и *Dryopteris* (33). В конце месяца СПД состояла в основном из пыльцы трав (611 п.з.): Poaceae (280 п.з.), *Artemisia* (69 п.з.), других Asteraceae (68 п.з.), Cichorioideae (64 п.з.), *Labiatae* (68 п.з.), Polygonaceae (22 п.з.), Cucurbitaceae (15 п.з.). Единично отмечалась пыльца древесных и споры Polypodiaceae.

В начале октября в дожде преобладала пыльца трав (145 п.з.): Poaceae (68 п.з.), *Artemisia* (34 п.з.), другие Asteraceae (23 п.з.), Cichorioideae (12 п.з.), единично отмечалось разнотравье и пыльца древесных. Среди спор преобладали представители Polypodiaceae (80 спор) и единично встречались *Osmunda* и *Lycopodium*. СПД середины месяца характеризовался преобладанием пыльцы трав (315 п.з.): Poaceae (126 п.з.), Cichorioideae (56 п.з.), *Artemisia* (24 п.з.), другие Asteraceae (44 п.з.), *Sanguisorba* (48 п.з.), единично отмечена пыльца разнотравья и древесных. Среди спор отмечены представители класса Polypodiaceae (21 спора). К концу месяца количество пыльцы шло на убыль, единично отмечена пыльца древесных, травянистых и споры.

В начале ноября в СПД преобладала пыльца трав (488 п.з.): Poaceae (181 п.з.), *Artemisia* (96 п.з.), другие Asteraceae (31 п.з.), Cichorioideae (33 п.з.), *Sanguisorba* (43 п.з.), *Rumex* (12 п.з.), Cucurbitaceae (86 п.з.). Пыльца древесных встречена единично, споры представляет Polypodiaceae (18 спор). В середине месяца количество пыльцы травянистых уменьшилось (112 п.з.): Poaceae (33 п.з.), *Artemisia* (28 п.з.), другие Asteraceae (12 п.з.), *Sanguisorba* (22 п.з.). Единично отмечалась пыльца разнотравья. Споры (19 спор) были представлены в основном представителями класса Polypodiaceae. В конце ноября количество пыльцы трав увеличилось до

150 п.з., в том числе Poaceae — 86 п.з.; Polypodiaceae, *Dryopteris*, *Lycopodium* — 21 спора.

В декабре количество пыльцы пошло на убыль. Единично встречена пыльца древесных. На долю трав приходится 36 п.з., единично зафиксированы споры.

Состав СПД 2003 г. Этот год характеризовался поздней, затяжной холодной весной. Наблюдение за СПД в зимние месяцы показывало присутствие единичных зёрен древесных и травянистых. Единично отмечалась *Cryptomeria*. В марте-апреле почти постоянно наблюдались снегопады и дожди, в единичных количествах улавливалась пыльца *Cryptomeria*, *Alnus*, Poaceae, *Artemisia* и других Asteraceae. В середине мая в значительных количествах появлялась пыльца Cyperaceae (152 п.з.), единично присутствовала пыльца представителей семейств Poaceae, Polygonaceae, Rosaceae. Из древесных единично встречается пыльца хвойных, исключение составляет *Pinus s/g Haploxyton* (14 п.з.). Единично отмечена пыльца *Fraxinus*. В конце мая появлялась пыльца *Ulmus* (16 п.з.), *Alnus* (7 п.з.), *Betula* (9 п.з.) и единично пыльца хвойных. Присутствие пыльцы трав незначительно: Cyperaceae — 7 п.з., Poaceae и Ericaceae — единично.

В июне наблюдались постоянные дожди, морось, поэтому количество пыльцы было незначительным: древесные были представлены единицами пыльцы *Betula*, *Alnus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Salix* и хвойных; было также небольшое количество пыльцы травянистых и спор Polypodiaceae, *Osmunda*. В середине и конце июня была отмечена единично пыльца древесных, среди трав преобладала пыльца Cyperaceae (43 п.з.). В конце июня — начале июля количество пыльцы трав увеличилось: Poaceae до 40 п.з., Cucurbitaceae до 46 п.з., *Rumex* до 19 п.з. Единично отмечена пыльца древесных и спор Polypodiaceae, *Osmunda*. К середине июля выросло количество пыльцы Poaceae (68 п.з.), *Rumex* (41 п.з.) и Polygonaceae (26 п.з.), единично отмечены Apiaceae и споры Polypodiaceae.

В начале августа встречена пыльца трав: Poaceae (20 п.з.), *Rumex* (22 п.з.) и Cucurbitaceae (4 п.з.); пыльца древесных и споры были единичны. К середине августа количество пыльцы не увеличилось. Единично отмечалась пыльца *Duschekia* и *Carpinus*. В конце августа — начале сентября резко возросло количество пыльцы Poaceae (260 п.з.).

В середине сентября в СПД доминировала пыльца *Rumex* (185 п.з.), отмечена пыльца других травянистых: Poaceae (63 п.з.), Chenopodiaceae (24 п.з.), *Sanguisorba* (40 п.з.), *Artemisia* (18 п.з.), других Asteraceae (12 п.з.), Caryophyllaceae (2 п.з.). Пыльца древесных (*Cryptomeria*, *Betula*, *Alnus*) встречалась единично. К концу сентября количество пыльцы снижалось: *Rumex* (88 п.з.), Poaceae (51 п.з.), *Sanguisorba* (11 п.з.),

Artemisia (6 п.з.), *Chenopodiaceae* (2 п.з.). В это время отмечены 7 п.з. *Juglans*. В конце сентября — начале октября появилось большое количество пыльцы *Cucurbitaceae* (716 п.з.), много пыльников. Среди травянистых встречена пыльца *Rumex* (28 п.з.), *Sanguisorba* (20 п.з.), *Poaceae* (13 п.з.), *Artemisia* (8 п.з.), других *Asteraceae* (3 п.з.). Единично отмечена пыльца древесных и споры *Polypodiaceae*. К середине октября увеличилось количество пыльцы *Rumex* (70 п.з.), *Poaceae* (32 п.з.), *Lamiaceae* (10 п.з.), единично отмечается пыльца *Urtica*, *Artemisia*, *Cucurbitaceae* и *Chenopodiaceae*. В небольших количествах встречена пыльца *Ulmus* и споры *Botrychium*.

В конце ноября – начале декабря количество пыльцы пошло на убыль. Среди травянистых отмечена пыльца *Poaceae* (23 п.з.), *Artemisia* (8 п.з.), *Rumex* (9 п.з.). Споры единично представлены *Lycopodium*.

Обсуждение. По результатам пятилетних наблюдений установлено, что в составе СПД преобладает пыльца анемофильных растений. Практически для всех видов древесной растительности сроки начала фиксации пыльцевых и споровых зёрен в СПД не всегда совпадают с фенологическими данными по цветению в районе исследований. Пыльца начинает улавливаться намного раньше времени начала цветения, к моменту окончания периода цветения количество пыльцы в воздухе резко сокращается. Для основных лесобразующих пород, таких как *Abies*, *Picea* sect. *Omorica*, *Betula* sect. *Costata*, *Betula* sect. *Albae*, максимум содержания пыльцы входит во временные рамки начала и окончания цветения в центральной части о. Кунашир.

1998 и 2000 годы выделяются ранними сроками развития растений на охотской и тихоокеанской сторонах острова. В 1998 г. наблюдалось обильное цветение и пыление значительного вида деревьев и кустарников. Это подтверждается и составом СПД, в котором было уловлено большое количество пыльцы различных пород.

В 1998 г. первые уловленные пыльцевые зерна берёз, вероятно, привнесены с юга острова (за 40–50 км). 1999, 2001 и 2003 годы характеризовались слабым цветением берёз на Кунашире, перенос пыльцы берёз предположительно происходил с о. Хоккайдо (за 60–100 км). Пыльца *Picea* sect. *Omorica* и *Abies*, вероятно, была принесена с северной части острова, поскольку в районе Южно-Курильского перешейка и м. Столчатого эти виды практически не цвели. Содержание пыльцы *Quercus*, *Pinus* s/g *Haploxyylon* резко сокращалось к началу своего цветения. Основным источником пыльцы этих видов, по-видимому, являются растительные сообщества, расположенные на юге острова. Оттуда же, вероятно, происходило поступление пыльцы *Fraxinus*,

Juglans, пик содержания пыльцы наблюдался при устойчивых ветрах южных направлений. Несовпадение появления пыльцы *Picea* sect. *Euripicea* со сроками цветения на Южно-Курильском перешейке может быть объяснено заносом пыльцы со склонов вулкана Менделеева, где она распространена [Воробьёв, 1963]. В небольших количествах пыльца древесных отмечалась после цветения весь период наблюдений, что может быть связано с повторным поднятием пыльцы в воздух и её вторичным разносом.

Присутствие пыльцы растений, не растущих в настоящее время на острове (*Corylus*, *Cryptomeria*, *Carpinus*, *Betula middendorffii* – менее 1 %), но распространённых на Японских островах, Сахалине и Северных Курилах, может быть объяснено ветровым переносом пыльцы с сопредельных территорий. Пыльца *Cryptomeria*, *Carpinus* имеет высокую летучесть [Yonebayashi, 1997]. Перенос этой пыльцы, вероятно, осуществляется с о. Хонсю на расстояние более 450 км. Современный ареал *Betula middendorffii* ограничен Северными Курилами и Сахалином. Единичные зерна этой пыльцы обнаружены во время преобладания ветров северных направлений.

Наблюдения за пыльцевым дождём проводились в фитоценозе с разнообразным составом древесных, травянистых и споровых растений. Доминирующее положение в составе фитоценозов занимали *Abies sachalinensis*, *Picea jezoensis*, *P. glehnii*, *Betula ermanii* с подлеском из *Sasa* sp. В целом структура СПД 1998 года отвечала берёзово-пихтово-еловому сообществу и соответствовала составу основных лесообразующих пород в центральной части о. Кунашир. Для отдельных видов соотношение количества пыльцы, уловленной из воздуха, не отвечало площади насаждений основных лесообразующих пород, рассчитанной для территории Южно-Курильского перешейка и района м. Столбчатого В. М. Урусовым (персональное сообщение). Например, содержание пыльцы *Picea* sect. *Euripicea* в структуре СПД было меньше, чем её участие в окружающих фитоценозах. В других регионах содержание пыльцы *Picea* на границах ареала составляло не меньше 8–10 %, а в пределах ареала до 40 %. Некоторые представители *Kalopanax*, *Ulmus*, *Toxicodendron*, *Taxus*, *Juniperus*, *Salix* и др., хорошо представленные в ландшафте, почти не отражены в структуре СПД. Не встречена пыльца *Acer*, *Magnolia*, *Plex*, *Hydrangea*, представленных в фитоценозах. Сокращение доли неморальных видов или их полное выпадение из субфоссильных спектров отмечается и для других регионов юга Дальнего Востока [Короткий и др., 1983; Короткий, 2002], поэтому справедливым является заключение, что спорово-пыльцевые спектры верно характеризуют ландшафты и климаты, не улавливая всего разнообразия флоры [Урусов, 1998].

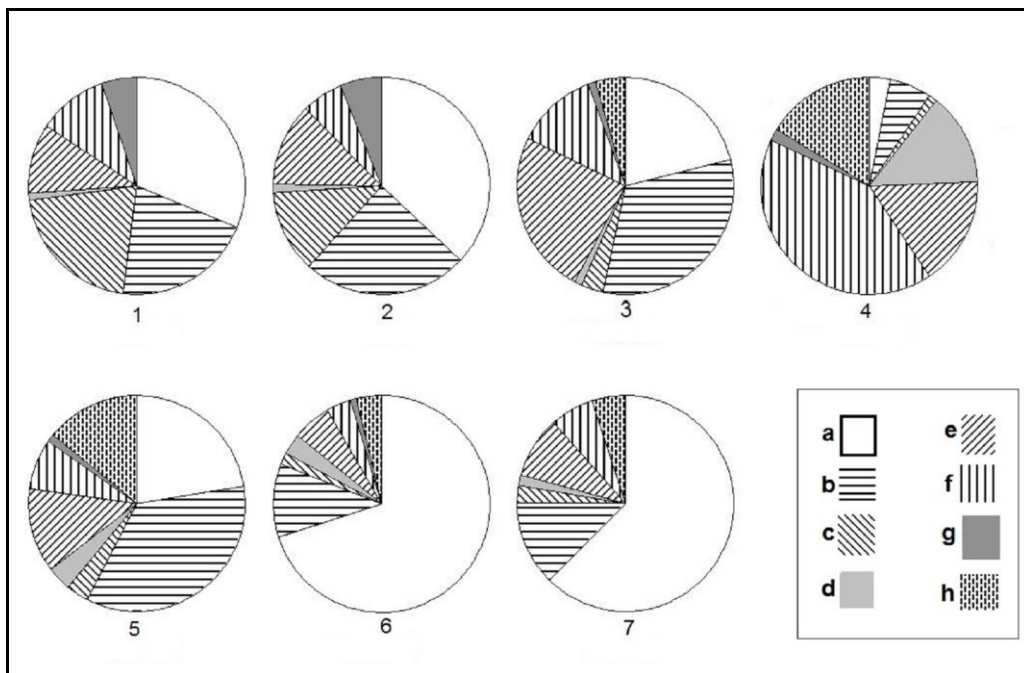
Низкое содержание уловленной пыльцы *Quercus* в СПД отвечает его небольшому участию в древесных насаждениях центральной части острова. Полученные данные не противоречат выводам Р. В. Фёдоровой [1952] о плохой летучести пыльцы дуба, которая почти полностью оседает в пределах ареала. Невысокое содержание пыльцы *Pinus pumila*, широко распространённого в верхнем поясе и спускающегося на отдельных участках до уровня моря, не соответствует представлению А. Н. Сладкова [1967] о высокой летучести и большой продуктивности его пыльцы (до 1,5 млн пылинки в 1 цветке). В малых количествах была представлена пыльца энтомофильных видов (*Tilia*, *Phellodendron*).

Среди травянистых растений на о. Кунашир ведущими являются 13 семейств. Из них в СПД хорошо представлены Сурегасеае, Роасеае, Астерасеае, Polygonасеае, Ариасеае, пыльца других семейств встречается единично. Из структуры СПД выпадают широко распространённые растения: *Reynoutria sachalinensis*, *Thalictrum minus*, *Lysichiton camtschaticense* и др., что, видимо, связано с низкой продуктивностью и малой летучестью пыльцы. Пыльца ряда видов не была уловлена, поскольку наблюдения проводились в ограниченных временных рамках, не захватывающих полностью сроки цветения травянистой, споровой растительности и кустарничков. При изучении спорово-пыльцевого дождя по данным палиноспектров из поверхностных озёрных осадков было установлено, что, в отличие от древесных пород, пыльца травянистых не всегда отражает значительное распространение луговых ландшафтов и зарослей бамбучника [Anderson, Lozhkin, 2017].

Состав СПД 1999–2003 гг. отличается от данных 1998 года: количество и разнообразие уловленной пыльцы и спор было намного беднее, преобладала пыльца трав и кустарничков, среди древесных видов доминировала пыльца, перенесённая из других частей острова. В целом составы СПД этих лет меньше соответствуют ландшафтам центральной части Кунашира, чем СПД 1998 года.

Полученные материалы по субфоссильным спорово-пыльцевым спектрам (СПС) из центральной части о. Кунашир [Korotky et al., 2000] показали, что наиболее точно состав локальной растительности отражают палиноспектры наилок р. Серебрянки, характеризующие луговые и болотные растительные сообщества тихоокеанской стороны Южно-Курильского перешейка, и берёзово-пихтово-еловые леса, распространённые на близлежащих склонах. СПС из озёрных фаций соответствуют лесному типу растительности (рис. 5) и хорошо отражают распространение пихтово-бамбучниковой ассоциации на склонах горы Фрегат [Грабков и др., 1986].

По сравнению с формулой современной древесной растительности, составленной для Южно-Курильского перешейка, в озёрных наилках получено более высокое содержание пыльцы *Abies*, и более низкое количество *Picea* sect. *Omorica*, *P. sect. Eupicea*, *Betula* sect. *Albae*, *B. sect. Costatae*, *Ulmus*. Высокое содержание *Duschekia* в отдельных пробах отражает его участие в растительных группировках по берегам озёр.



Примечание: 1 — Южно-Курильский перешеек [South Kuril Isthmus], 2 — район м. Столбчатого [the area of Stolbchatiy Cape], 3 — СПД [pollen rain] 1998, 4 — СПД 1999, 5 — СПС р. Серебрянка [subfossil pollen spectra (SPS) from Serebryanka River], 6 — СПС оз. Серебряное [SPS of Serebryanoe Lake], 7 — СПС оз. Лагунное [SPS from Lagunnoe Lake]; а — *Abies*; б — *Picea* sect. *Omorica*; в — *P. sect. Eupicea*; д — *Pinus* s/g *Haploxylon*; е — *Betula* sect. *Costatae*; ф — *B. sect. Albae*; г — *Ulmus*; h — *Quercus*.

Рисунок 5 — Соотношение основных лесообразующих пород в районе работ

Figure 5 — The ratio of the main forest-forming species in the research area

При сравнении состава СПД с СПС из разнофациальных отложений установлено, что СПД 1998 года наиболее соответствует СПС из наилок р. Серебрянка. Некоторое различие отмечено в количестве пыльцы берёз, содержание которой существенно выше в СПД. Обратная картина наблюдается в распределении пыльцы *Alnus*, *Myrica*, *Quercus*, содержание которой выше в аллювиальных наилках, и перенос которой происходит не только за счёт ветрового потока, но и при участии плоскостного смыва. Существенное различие установлено в распределении пыльцы трав. В СПС из аллювиальных наилок состав трав более разнообразен по сравнению с СПД, шире представлены семейства *Superaceae*, *Asteraceae*, *Apiaceae*, *Polygonaceae*, *Liliaceae*, а также *Sanguisorba*, *Potamogeton*, что

связано с переносом пыльцы трав преимущественно водным путём [Коренева, 1955].

Заключение. В условиях небольших изолированных океанических островов с хорошо выраженной высотной поясностью и сложной структурой ландшафтов состав современных спорово-пыльцевых спектров отвечает составу растительности в районе исследования. Поступление пыльцы из удалённых районов острова (за 40–50 км) и сопредельных территорий (за 60–100 км) за счёт активного ветрового переноса существенно не меняет структуру СПД и субфоссильных комплексов. Установлено, что содержание пыльцы некоторых таксонов сокращается к периоду цветения, что связано с погодными условиями и переносом пыльцы с более отдалённых участков, где развиты эти насаждения. Получены данные о повторном поднятии пыльцы в воздух после цветения и её вторичном разносе. Авторы надеются, что эти материалы дополняют имеющиеся данные по ветровому разносу пыльцы и спор на островных территориях северо-западной Пацифики.

Благодарности. Авторы благодарят Н. В. Аленичеву (заповедник «Курильский») и А. В. Ширнина (Южно-Курильская аэрологическая станция, п. Южно-Курильск) за предоставленные данные и помощь в исследованиях, В. М. Урсова, Н. Г. Разжигаеву и Л. А. Ганзей (ТИГ ДВО РАН) за консультации и помощь в работе.

Литература

- Алексеева Л. М. Флора острова Кунашир. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1983. 129 с.
- Атлас Курильских островов / редколлегия П. Я. Бакланов, В. Н. Бочарников, К. С. Ганзей, Б. И. Гарцман, В. М. Котляков (отв ред.), Н. Н. Комедчиков (гл. ред.) и др. – Москва-Владивосток: ИПЦ ДИК, 2009. 516 с.
- Баркалов В. Ю. Сосудистые растения Курильского заповедника (Сахалинская область) // Флора охраняемых территорий Российского Дальнего Востока: Магаданский, Буреинский и Курильский заповедники / отв. ред. А. Е. Кожевников. – Владивосток: Дальнаука, 1998. С. 71–113.
- Баркалов В. Ю. Флора Курильских островов. – Владивосток: Дальнаука, 2009. 468 с.
- Баркалов В. Ю., Еременко Н. А. Флора природного заповедника "Курильский" и заказника "Малые Курилы" (Сахалинская область). – Владивосток: Дальнаука, 2003. 285 с.
- Воробьев Д. П. Растительность Курильских островов. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. 92 с.
- Грабков В. К., Алексеева Л. М., Капустьян А. Л. Высотное распределение растительности на хребте Докучаева (горы Морозова, Герасимова и Фрегат) острова Кунашир // Ботанический журнал, 1986. Т. 72. № 10. С. 1389–1397.
- Гричук В. П. Применение пыльцевого анализа для реконструкции физико-географических условий геологического прошлого // Проблемы физической географии. Вып. 13. 1948. С. 164–172.
- Еременко Н. А. Новые виды сосудистых растений для охраняемых территорий Южных Курильских островов и некоторые данные по их сезонному развитию // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. 2003. Т. 108. № 6. С. 72–75.

- Еременко Н. А., Баркалов В. Ю. Сезонное развитие растений Курильских островов. – Владивосток: Дальнаука, 2009. 266 с.
- Заклинская Е. Д. Материалы к изучению состава современной растительности и ее спорово-пыльцевых спектров для целей биостратиграфии четвертичных отложений (широколиственный и смешанный лес) // Тр. Ин-та географии АН СССР. 1951. Вып. 127 (48). 99 с.
- Коренева Е. В. Изучение современных морских отложений методом спорово-пыльцевого анализа // Тр. ИО АН СССР. 1955. Т. 13. С. 23–29.
- Короткий А. М. Географические аспекты формирования субфоссильных спорово-пыльцевых комплексов (юг Дальнего Востока). – Владивосток: Дальнаука, 2002. 271 с.
- Короткий А. М., Пушкарь В. С., Гвоздева И. Г. Биофациальный анализ современных отложений горных рек (ретроспективный аспект) // Палеогеографический анализ и стратиграфия антропогена Дальнего Востока. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1983. С. 5–26.
- Короткий А. М., Разжигаева Н. Г., Мохова Л. М., Ганзей Л. А., Гребенникова Т. А., Базарова В. Б. Береговые дюны — индикатор глобальных похолоданий (о. Кунашир, Курильские острова) // Тихоокеанская геология. 1996. № 1. С. 53–59.
- Лаптева Е. Г. Субфоссильные спорово-пыльцевые спектры современной растительности южного Урала // Вестник Башкирского университета. 2013. Т. 18. № 1. С. 77–81.
- 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. 2019. № 1. С. 110–124.
- Неведомская И. А., Еременко Н. А. Курильский государственный заповедник // Вестник ДВО РАН. 2000. № 1. С. 39.
- Мохова Л. М. Структура пыльцевого дождя в прибрежной зоне залива Петра Великого // Прибрежная зона дальневосточных морей в плейстоцене. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1988. С. 147–154.
- Микишин Ю. А., Гвоздева И. Г. Субфоссильные спорово-пыльцевые комплексы Сахалина и прилегающих территорий. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2009. 162 с.
- Научно-прикладной справочник по климату. Серия 3. Многолетние данные. Выпуск 34. Сахалинская область. – Л.: Гидрометиздат, 1990. 351 с.
- 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., Белянина Н. И. Субфоссильные спорово-пыльцевые комплексы Приханкайской равнины Приморья // Естественные и технические науки, 2009. № 4. С. 162–171.
- Пушкарь В. С., Разжигаева Н. Г., Короткий А. М., Мохова Л. М. Отложения и возраст позднеголовнинской трансгрессии на о. Кунашир (средний плейстоцен) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1998. № 6. С. 50–64.
- Рашке Е., Савельева Л. А. Субрецентные спорово-пыльцевые спектры и современная растительность дельты Лены // Сибирский экологический журнал. 2017. №4. С. 456–472.
- 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.
- Сладков А. Н. Введение в спорово-пыльцевой анализ. – М.: Наука, 1967. 270 с.

- Урусов В. М. География и палеогеография видообразования в Восточной Азии. – Владивосток: ДВО РАН, 1998. 167 с.
- Федорова Р. В. Количественные закономерности распространения пыльцы древесных пород воздушным путем // Тр. ИГАН АН СССР, 1962. Вып. 46. С. 203–255.
- Филонов К. П., Нухимовская Ю. Д. Летопись природы в заповедниках СССР. – М.: Наука, 1990. 43 с.
- Черепанов С. К. Сосудистые растения СССР. – Л.: Наука, 1981. 509 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.
- Anderson P. M., Lozhkin A. V., Solomatkina T. V. Modern pollen samples of Kuril Islands // Climatic changes, natural catastrophes and landscape development of South Far East at Pleistocene-Holocene. – Vladivostok: Dalnauka, 2008. P. 6–14.
- Korotky A. M., Razjigaeva N. G., Grebennikova T. A., Ganzey L. A., Mokhova L. M., Bazarova V. B., Sulerzhitsky L. D., Lutaenko K. A. Middle and late-Holocene environments and vegetation history of Kunashir Island, Kurile Islands, northwestern Pacific // Holocene. 2000. V. 10. № 3. P. 311–331.
- 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.
- Ogasawara H., Yoshimura S., Narahara T., Fujitani T., Okada H. Airborne pollen survey of *Cryptomeria japonica* and *Chamaecoparis* spp. in Hyogo Prefecture // Jpn. J. Polynol, 1991. V. 37. № 2. P. 145–150.
- Ohwi J. Flora of Japan. – Washington: Smithsonian Institute, 1984. 1067 p.
- Sado M. Experimental methods in palynology. 5. Airborne pollen survey // Jpn. J. Palynol. 1990. V. 36. № 2. P. 171–176.
- Sahashi N. The pollen front of *Cryptomeria japonica* in 1994 // Jpn. J. Palynol. 1995. V. 41. № 1. P. 59–67.
- Saito Y. Airborne pollen front of *Cryptomeria japonica* and *Chamaecoparis* in Yushima, Bunkyo-ku, Tokyo in 1995 // Jpn. J. Polynol, 1995. V. 41. № 2. P. 145–148.
- Tsukada M. Altitudinal and latitudinal migration of *Cryptomeria japonica* for the past 20.000 years in Japan // Quat. Res., 1986. V. 26. № 1. P. 135–152.
- Yonebayashi C. A. Five-year (1992–1995) census of airborne pollen in Chiba, Central Japan, with reference to its ecological considerations // Nat. Hist. Res. 1997. V. 4. № 2. P. 81–91.

Pollen rain composition on Kunashir Island (Kuril Islands)

L. M. Mokhova¹, N. A. Eremenko²

¹*Pacific Geographical Institute*

Far East Branch of the Russian Academy of Science

Vladivostok, 690041, Russian Federation

e-mail: nadyar@tig.dvo.ru

²*Nature Reserve (Zapovednik) Kurilskiy*

Yuzhno-Kurilsk, 694500, Sakhalin Region, Russian Federation

e-mail: viola333@mail.ru

Abstract

Pollen rain composition on central part of the Kunashir Island is analyzed. A comparison between the time of appearance of pollen and spores in the wind flow with the phenological data on the timing of flowering of the main forest-forming species was made. It has been established that pollen rain includes pollen that absent in the surrounding

phytocoenoses, but which are components of the existing vertical-latitude zonation of Kunashir Island and vegetation of adjacent territories. The dependence of the appearance of allochthonous pollen and the weather regime during sampling of pollen rain are shown. It has been established that the flow of pollen from remote areas of the island and adjacent territories due to active wind transfer does not significantly change the composition of the pollen rain. The composition of pollen rain was compared with subfossil pollen spectra.

Key words: pollen rain, subfossil pollen spectra, phenological observation, landscapes, wind regime, Kunashir, South Kurils.

References

- Alekseeva L. M., 1983, *Flora ostrova Kunashir* [Flora of Kunashir Island], 129 p. FESC USSR AS, 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.
- Anderson, P. M., Lozhkin, A. V., Solomatkina, T. V., 2008, Modern pollen samples of Kuril Islands, in N. G. Razzhigaeva, L. A. Ganzey (eds.), *Climatic changes, natural catastrophes and landscape development of South Far East at Pleistocene-Holocene*, pp. 6–14, Dalnauka, Vladivostok.
- Baklanov P. Ya., Bocharnikov V. N., Ganzey K. S., Harzman B. I. (editorial board), Kotlyakov V. M. (responsible ed.), Komedchikov N. N. (chief ed.) et al., 2009, *Atlas Kuril'skikh Ostrovov*, [Atlas of the Kuril Islands, 2009], 516 p. DIK, Moscow & Vladivostok [in Russian].
- Barkalov V. Ju., 1998, Sosudistye rastenija Kuril'skogo zapovednika (Sakhalinskaya oblast') [Vascular plants of the Kuril reserve (Sakhalin region)], in: A. E. Kozhevnikov (ed.), *Flora okhrantaemykh territoriy Rossiyskogo Dal'nego Vostoka: Magadanskiy, Bureinskij i Kuril'skij zapovedniki* [Flora of protected territories of the Russian Far East: Magadansky, Bureynsky and Kurilsky Nature Reserves], pp. 71–113, Dalnauka, 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].
- Cherepanov S. K., 1981, *Sosudistye rastenija SSSR* [Vascular plants of the USSR], 509 p., Nauka, Leningrad [in Russian].
- Eremenko N. A., 2003, Novye vidy sosudistyh rasteniy dlya ohranyaemykh territoriy Juzhnyh Kuril'skih ostrovov i nekotorye dannye po ih sezonnomu razvitiyu [New species of vascular plants for Natural protected territories of the South Kuriles], *Bull. MOIP, Otdel biologicheskij* [Bulletin of the Moscow Society of Naturalists. Biological series], Vol. 108 (6), pp. 72–75 [in Russian].
- Eremenko N. A., Barkalov V. Ju., 2009, *Sezonnoe razvitie rasteniy Kuril'skikh ostrovov* [Seasonal development of plants of the southern Kuril Islands], 266 p. Dalnauka, Vladivostok [in Russian].
- Fedorova R. V., 1962, Kolichestvennyye zakonomernosti rasprostraneniya pyl'cy drevesnykh porod vozduzhnym putem [Quantitative patterns of distribution of wood pollen by air], *Trudy Institute of Geography, USSR Academy of Science*, vol. 46, pp. 203–255 [in Russian].
- Filonov K. P., Nukhimovskaja Ju. D., 1990, *Letopis' prirody v zapovednikakh SSSR* [Chronicle of nature in the reserves of the USSR], 43 pp., Nauka, Moscow [in Russian].
- Grabkov V. K., Alekseeva L. M., Kapustyan A. L., 1986, The altitudinal vegetation distribution on the Dokutghaev range (the morozov, the herasimov and the fregate mountains) of the Kunashir Island, *Botanical Journal*, vol. 72, no. 10, pp. 1389–1397 [in Russian].

- Grichuk V. P., 1948, Primenenie pyl'cevogo analiza dlya rekonstrukcii fiziko-geograficheskikh usloviy geologicheskogo proshlogo [The use of pollen analysis for reconstructing the physical and geographical conditions of the geological past] in *Problemy fizicheskoy geografii* [The use of pollen analysis for reconstructing the physical and geographical conditions of the geological past], issue 13, pp. 164–172 [in Russian].
- Koreneva E. V., 1955, Izuchenie sovremennykh morskikh otlozheniy metodom sporovo-pyl'cevogo analiza [The study of modern marine sediments by spore-pollen analysis], *Trudy Institute of Oceanology, USSR Academy of Science*, vol. 13, pp. 23–29 [in Russian].
- Korotky A. M., Pushkar V. S., Gvozdeva I. G., 1983, Biofacial'nyy analiz sovremennykh otlozheniy gornyykh rek (retrospektivnyy aspekt) [Biofacial analysis of modern sediment of mountain rivers (retrospective aspect)], in V. S. Pushkar, A. M. Korotky (eds.) *Paleogeograficheskiy analiz i stratigrafiya antropogena Dal'nego Vostoka* [Paleogeographic analysis and stratigraphy of the Anthropogene of the Far East], pp. 5–26, FESC USSR Academy of Science, Vladivostok [in Russian].
- Korotky A. M., Razjigaeva N. G., Grebennikova T. A., Ganzey L. A., Mokhova L. M., Bazarova V. B., Sulerzhitsky L. D., Lutaenko K. A., 2000, Middle and late-Holocene environments and vegetation history of Kunashir Island, Kurile Islands, northwestern Pacific, *Holocene*, vol. 10 (3), pp. 311–331.
- Korotky A. M., Razzhigaeva N. G., Mokhova L. M., Ganzey L. A., Grebennikova T. A., Bazarova V. B., 1996, Coastal dunes as an indicator of periods of global climatic deterioration (Kunashir Island, Kuriles), *Geology of Pacific Ocean*, Vol. 13, pp. 73–84.
- Korotky A. M., 2002, *Geograficheskie aspekty formirovaniya subfossil'nykh sporovo-pyl'cevykh kompleksov (jug Dal'nego Vostoka)* [Geographical aspects of formation of subfossil spore-pollen complexes (South of the Far East)], 271 p., Dal'nauka, Vladivostok: 2002 [in Russian].
- Lapteva E. G., 2013, Subfossil'nye sporovo-pyl'cevye spektry sovremennoy rastitel'nosti yuzhnogo Urala [Subfossil spore-pollen spectra of modern vegetation in the Southern Urals], *Vestnik Bashkir University*, vol. 18, no. 1, pp. 77–81.
- 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].
- Mikishin Ju. A., Gvozdeva I. G., 2009, *Subfossil'nye sporovo-pyl'cevye komplekсы Sakhalina i priliegajushhikh territoriy* [Subfossil spore-pollen complexes of Sakhalin and adjacent territories], 162 p., Far East State University Publ., Vladivostok [in Russian].
- Mokhova L. M., 1988, Struktura pyl'cevogo dozhdya v pribrezhnoy zone zaliva Petra Velikogo [Pollen rain structure in the coastal zone of Peter the Great Bay] in A. M. Korotky, V. S. Pushkar, (eds.), *Pribrezhnaya zona dal'nevostochnykh morej v plejstocene* [The coastal zone of the Far Eastern seas in the Pleistocene], pp. 147–154, FESC USSR Academy of Science, Vladivostok [in Russian].
- 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, p. 2913–2926.
- Nauchno-prikladnyy spravochnik po klimatu* [Scientific and Applied Climate Guide], 1990, Seriya 3, Mnogoletnie dannye, Issue 34, Sakhalinskaja oblast, 231 pp., Gidrometizdat, Leningrad [in Russian].
- Nevedomskaja I. A., Eremenko N. A., 2000, Kuril'skiy gosudarstvennyy zapovednik [Kuril State Reserve], *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*, no 1, pp. 39 [in Russian].
- Novenko E. Yu., Mazei N. G., Zernitskaya V. P., 2017, Recentnye sporovo-pyl'cevye spektry zapovednykh territoriy Evropeyskoy chasti Rossii kak klyuch k interpretacii rezul'tatov paleoekologicheskikh issledovaniy [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].
- Ogasawara H., Yoshimura S., Narahara T., Fujitani T., Okada H., 1991, Airborne pollen survey of *Cryptomeria japonica* and *Chamaecoparis* spp. in Hyogo Prefecture, *Jpn. J. Polynol.*, vol. 37, no. 2, p. 145–150.
- Ohwi J., 1984, *Flora of Japan*, 1067 p., Smithsonian Institute, Washington.
- Petrenko T. I., Mikishin Ju. A., Beljanina N. I., 2009, Subfossil'nye sporovo-pyl'cevye kompleksy Prikhankayskoy ravniny Primor'ya [Subfossil spore-pollen complexes of the Prikhankaiskaya plain of Primorye], *Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Natural and technical sciences], no. 4, pp. 162–171 [in Russian].
- Pushkar' V. S., Razzhigaeva N. G., Korotkii A. M., Mokhova L. M., 1998, The Late Golovnino transgression of Middle Pleistocene in the Kunashir Island (Kuril Islands), *Stratigraphy and Geological correlation*, vol. 6 (6), pp. 584–595.
- 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.
- Rudenko O. V., Vasil'chuk A. K., Enina V. V., 2017, Sravnitel'naya kharakteristika sostava subrecentnykh palinospektrov v donnykh osadkakh morya Laptevykh i ledovykh kompleksakh Sibirskoy 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].
- Sado M., 1990, Experimental methods in palynology, 5, Airborne pollen survey, *Jpn. J. Palynol.*, vol. 36, no. 2, p. 171–176.
- Sahashi N., 1995, The pollen front of *Cryptomeria japonica* in 1994, *Jpn. J. Palynol.*, vol. 41, no. 1, pp. 59–67.
- Saito Y., 1995, Airborne pollen front of *Cryptomeria japonica* and *Chamaecoparis* in Yushima, Bunkyo-ku, Tokyo in 1995, *Jpn. J. Polynol.*, vol. 41, no. 2, pp. 145–148.
- Sladkov A. N., 1967, *Vvedenie v sporovo-pyl'cevoy analiz* [Introduction to Spore Pollen Analysis], 270 p., Nauka, Moscow [in Russian].
- Tsukada M., 1986, Altitudinal and latitudinal migration of *Cryptomeria japonica* for the past 20.000 years in Japan, *Quat. Res.*, vol. 26, no. 1, p. 135–152.
- Urusov V. M., 1998, *Geografija i paleogeografiya vidoobrazovaniya v Vostochnoy Azii* [Geography and paleogeography of speciation in East Asia], 167 p., FEB RAS, Vladivostok [in Russian].
- Vorob'ev D. P., 1963, *Rastitel'nost' Kuril'skikh ostrovov* [Vegetation of Kuril Islands], 92 p. Izd-vo AN SSSR, Moscow [in Russian].
- Yonebayashi C. A., 1997, Five-year (1992–1995) census of airborne pollen in Chiba, Central Japan, with reference to its ecological considerations, *Nat. Hist. Res.*, vol. 4, no. 2, pp. 81–91.
- Zaklinskaya E. D., 1951, Materialy k izucheniyu sostava sovremennoy rastitel'nosti i ee sporovo-pyl'cevykh spektrov dlya celey biostratigrafii chetvertichnykh otlozheniy (shirokolistvennyy i smeshanny les) [Materials for the study of the composition of modern vegetation and its spore-pollen spectra for the purposes of biostratigraphy of the Quaternary sediments (broad-leaved and mixed forests)], *Trudy Institute of Geography, USSR Academy of Science*, Vol. 127 (48), 99 p. [in Russian].

Приложение 1.

Supplementary material 1.

Таблица. Сроки цветения наиболее массовых видов растений на о. Кунашир, 1998-1999 гг.

Table. Terms of flowering of most common plant species on Kunashir Island, 1998-1999

Вид	1998 г.				1999 г.			
	Район озеро Серебряное	Б *	Район мыс Столбчатый	Б *	Район озеро Серебряное	Б *	Район мыс Столбчатый	Б *
<i>Abies sachalinensis</i>	29,05–18,06	3	22,05–12,06	4	0	0	0	0
<i>Taxus cuspidata</i>	0	0	20,04–20,05	3	0	0	0	0
<i>Picea jezoensis</i>	–	–	22,05–10,06	4	0	0	0	0
<i>Picea glehnii</i>	18,06–10,07	4	=	=	0	0	0	0
<i>Betula ermanii</i>	18,05–12,06	4	15,05–29,06	4	0	0	0	0
<i>Juniperus sargentii</i>	=	=	28,04	2	=	=	4,05	3
<i>Quercus crispula</i>	=	=	3,06–23,06	3	=	=	–	0
<i>Quercus dentata</i>	=	=	16,06–30,06	3	=	=	15,05–6,06	3
<i>Ulmus japonica</i>	=	=	25,04–15,06	3	=	=	0	0
<i>Ulmus laciniata</i>	=	=	25,04–12,05	3	0	0	0	0
<i>Salix caprea</i>	9,05–18,05	4	=	–	–	–	30,04–22,05	3
<i>Phellodendron sachalinense</i>	–	–	6,07–19,07	3	0	0	0	0
<i>Acer ukurunduense</i>	20,06–12,07	3	12,06–13,07	2	5,07–20,07	2	25,06–15,07	1
<i>Acer mayrii</i>	–	0	10,05–10,06	3–4	0	0	29,05–20,06	3
<i>Magnolia hypoleuca</i>	=	=	30,06–22,07	4	0	0	23,06–15,07	3
<i>Kalopanax septemlobus</i>	0	0	–	–	0	0	0	0
<i>Sorbus commixta</i>	20,06–10,07	3	8,06–10,07	3–4	–	0	16,05–30,06	1
<i>Alnus hirsuta</i>	12,04–30,04	5	10,04–26,04	5	9,05–29,05	1	0	0
<i>Duscheckia maximowiczii</i>	–	–	11,05–3,06	4	–	1	9,5–8,6	3
<i>Sambucus miquelii</i>	21,06–9,07	4	29,05–15,06	4	–	–	6,6–15,6	3
<i>Hydrangea paniculata</i>	22,08–12,09	3	30,07–7,09	4	14,08–2,09	2	0	0

	1998 г.				1999 г.			
	Район	Б	Район	Б	Район	Б	Район	Б
<i>Rosa rugosa</i>	1,07–2,09	5	18,06–30,07	5	23,06–26,08	4	20,06–2,09	4
<i>Lonicera caerulea</i>	1,06–20,06	1	5,5–15,6	4	–	–	18,5–24,6	4
<i>Menziesia pentandra</i>	26,05–10,06	2	14,5–6,6	2			22,5–15,6	2
<i>Ledum hypoleucum</i>	7,06–14,07	3	–	–		–	–	–
<i>Myrica tomentosa</i>	23,04–20,05	5	=		12,05–31,05	5	=	=
<i>Pinus pumila</i>	–	0	16,06–10,07	4	0	0	15,06–25,06	3
<i>Empetrum sibiricum</i>	23,4–14,5	3	9,4 – 5,5	4	5,05–24,05	4	15,04–13,05	4
<i>Euonymus macroptera</i>	18,06–8,07	3	28,05–30,06	3	22,06–17,07	3	6,06–20,6	3
<i>Aralia elata</i>	12,09–?	3	26,08–7,09	4	20,08–15,09	3	10,08–30,08	4
<i>Actinidia arguta</i>	0	0			0	0	10,07–28,07	2
<i>Actinidia kolomicta</i>	20,07–6,08	3	4,07–19,07	3	17,07–27,07	3	5,07–20,07	4
<i>Rhus orientalis</i>	0	0	5,07–22,07	3	0	0	1,07–15,07	3
<i>Equisetum arvense</i>	–		–		15,05–15,06		29,05–20,06	
<i>Lysichiton kamtchatcense</i>	20,04–1,06		19,04–11,05		8,05–22,06		25,04–20,4	
<i>Artemisia montana</i>	18,08–8,09		19,08–7,09		26,08–10,09		22,08–22,09	
<i>Sasa sp,</i>	0		0		21,06–12,07		0	
<i>Petasites amplus</i>	14,04–4,05		30,03–5,05		–		14,04–20,05	
<i>Filipendula kamchatica</i>	21,07–2,09		9,07–11,08		17,07–10,08		9,07–12,08	
<i>Reynoutria sachalinensis</i>	–		5,08–9,09		–		5,08–2,09	3
<i>Eriophorum vaginatum</i>	23,04–11,05		=		31,04–24,05		–	

Примечание: (-) – нет наблюдений, 0 – не цвела, (=) – вид отсутствует в районе наблюдений; Б — баллы цветения, даны по шкале Капшера-Формозова [Филонов, Нухимовская, 1990]; названия видов даны по определителю региональной флоры [Сосудистые..., 1985–1996], в ряде случаев названия видов приводятся по списку С. К. Черепанова [1981], с учётом монографии В. Ю. Баркалова [2009].

Приложение 2. Рисунки к статье.

Supplementary material 2. Pictures for the article.

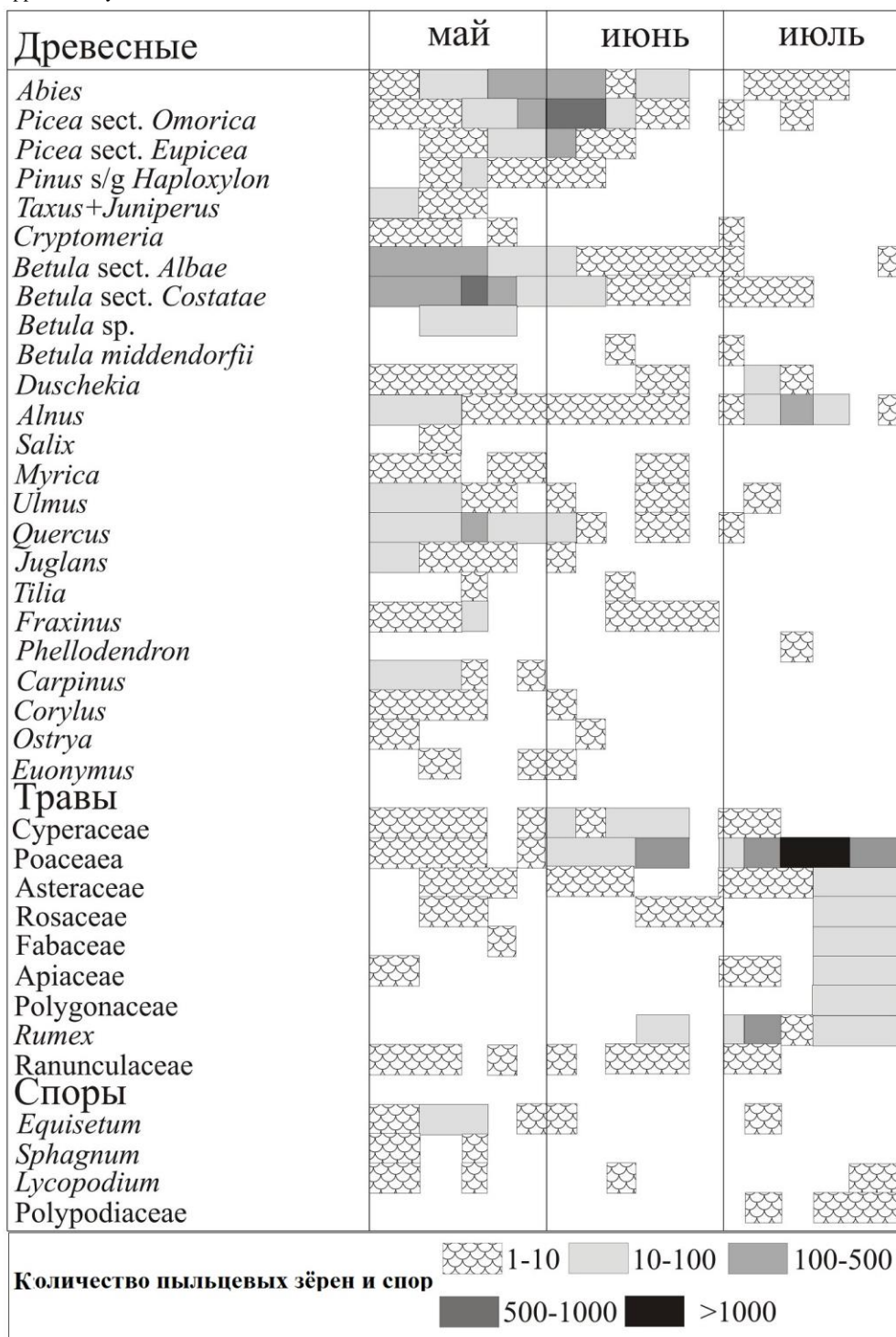


Рисунок 1 — Календарь пыления основных цветущих растений в 1998 г.

Figure 1 — Calendar of pollen and spore of the main flowering plants in 1998



Рисунок 2 — Календарь пыления основных цветущих растений в 1999 г.
 Figure 2 — Calendar of pollen and spore of the main flowering plants in 1999

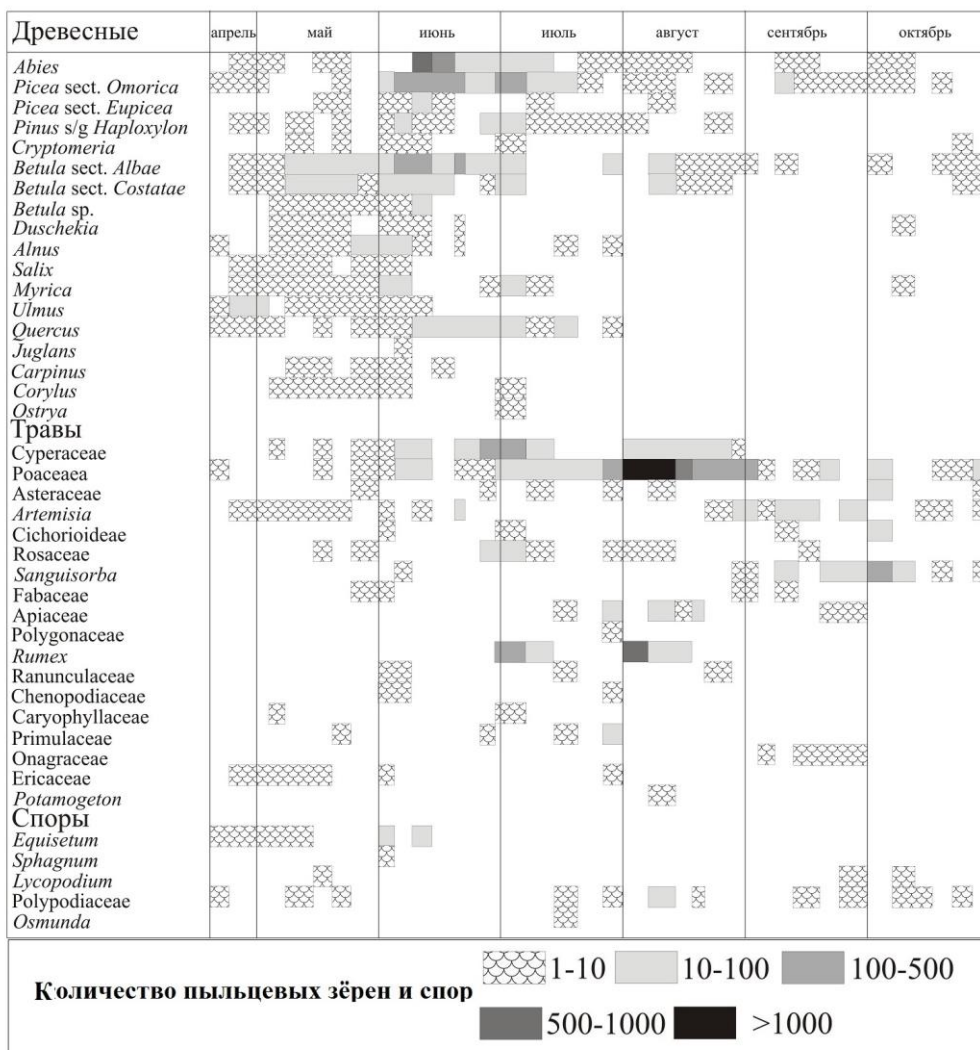


Рисунок 3 — Календарь пыления основных цветущих растений в 2001 г.
 Figure 3 — Calendar of pollen and spore of the main flowering plants in 2001

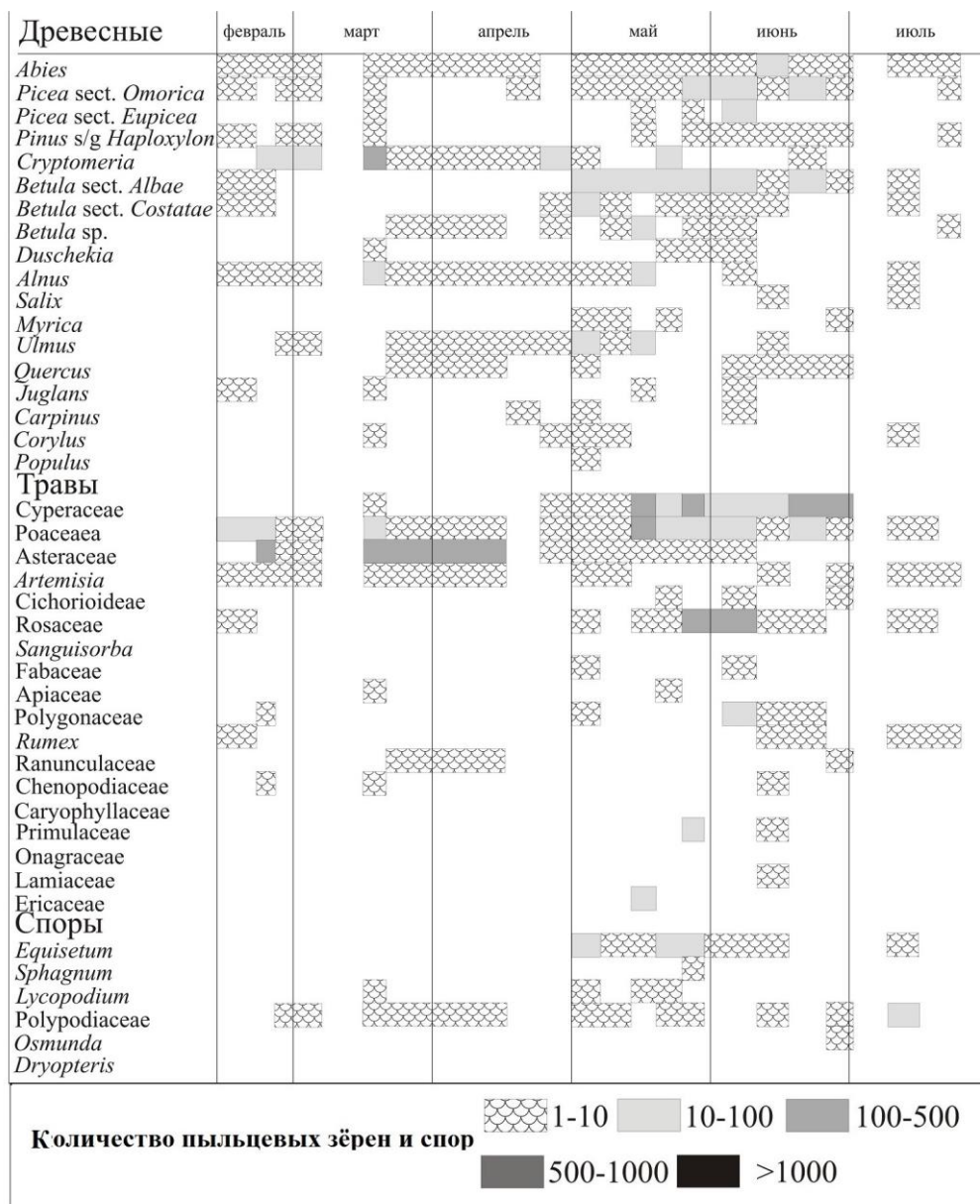


Рисунок 4-1 — Календарь пыления основных цветущих растений в феврале – июле 2002 г.

Figure 4-1 — Calendar of pollen and spore of the main flowering plants in February – July 2002

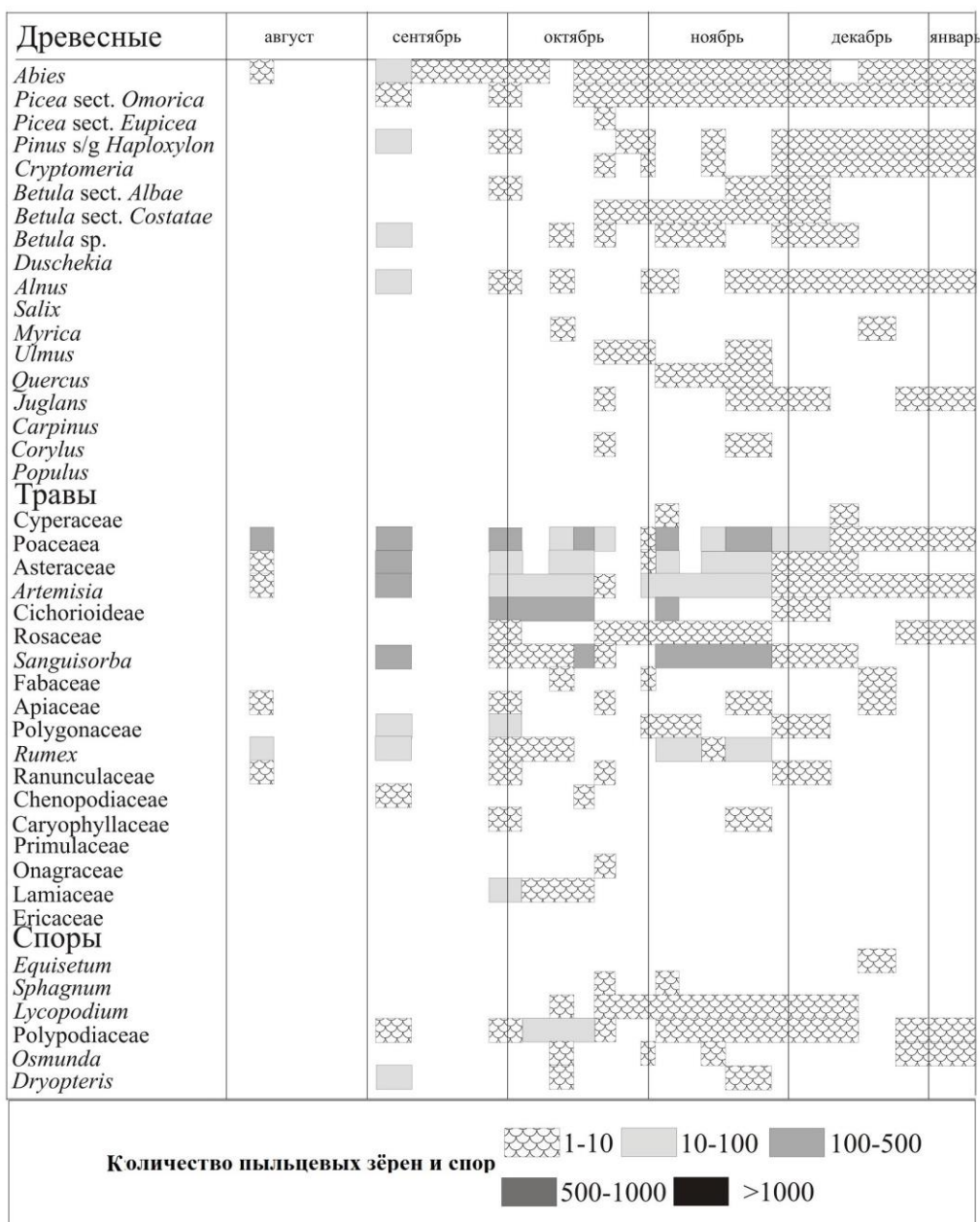


Рисунок 4-2 — Календарь пыления основных цветущих растений в августе 2002 – январе 2003 г.

Figure 4-2 — Calendar of pollen and spore of the main flowering plants in August 2002 – January 2003