

УДК 574.42+58.006 (470.21)

М.Н. Кожин¹, Е.Г. Ершова², О.И. Смышляева³, К.Б. Попова⁴**СОВРЕМЕННЫЕ СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВЫЕ СПЕКТРЫ
ОСТРОВОВ БЕЛОГО МОРЯ (ПОРЬЯ ГУБА)⁵**

Субрецентные спорово-пыльцевые спектры разных растительных сообществ Порьей губы адекватно отражают зональное северо-таежное положение территории и локальную растительность. По составу спорово-пыльцевых спектров наиболее ярко отличаются типичные незаболоченные вороничные сообщества, расположенные на островах в открытом море. Спорово-пыльцевые спектры других сообществ оказались менее специфичными. Спектры лесов, редколесий и вороничников с малой мощностью торфяной залежи во внутренней части залива по составу имеют почти идентичные соотношения, что указывает на единство формирования этих сообществ, представляющих собой разные стадии единого сукцессионного ряда. Спорово-пыльцевые спектры болот и заболоченных вороничников оказались близкими по составу. Показана ведущая роль факторов открытости ветрам и увлажнения в формировании субрецентных спорово-пыльцевых спектров.

Полученные данные свидетельствуют, что острова с тундрообразной растительностью внутри таежной зоны достоверно отличаются по спорово-пыльцевым спектрам, что согласуется с данными, полученными при исследовании границы леса на севере Канады. Установленные закономерности с учетом физико-географических особенностей островов могут быть использованы при интерпретации спорово-пыльцевых спектров прошлого.

Ключевые слова: острова, субрецентные спорово-пыльцевые спектры, вороничники, Белое море.

Введение. Изучение спорово-пыльцевых спектров поверхностных (субрецентных) проб, а также их сопоставление с современным растительным покровом служат ключом к обоснованной интерпретации спорово-пыльцевых спектров прошлого. Данных о спектрах субрецентных отложений северной тайги в европейской части России достаточно много [Филимонова, 1999]. Большое количество спорово-пыльцевых диаграмм получено для донных отложений Белого моря [Малясова, 1976], а также для болот и озер Кольского полуострова [Елина, 2000; Елина, Филимонова, 2000], в том числе для морского побережья [Колька и др., 2013]. Благодаря этим исследованиям реконструированы общие смены растительности и климата региона в голоцене. Однако на островах Белого моря, за исключением крупных островов Соловецкого архипелага [Субетто и др., 2012], подобные исследования не проводились. В то же время флора и растительность мелких островов Кандалакшского залива имеют локальные особенности, связанные прежде всего с их геологической историей, особенно с концом последнего оледенения, последующими колебаниями уровня моря и поднятиями Балтийского щита

[Кутенков, Стойкина, 2010]. Реконструкция истории формирования почв и растительности на освобождающихся из-под моря островах представляет очень интересную и важную задачу, которая привлекает различных специалистов [Елина, 2000; Зарецкая и др., 2011, 2013; Zaretskaya et al., 2011; Колька, 2013].

Особенно интересным представляется изучение истории формирования своеобразных тундрообразных растительных сообществ, почти не встречающихся на материке, — безлесных вороничников, характерных только для небольших и сравнительно молодых островов [Бреслина, 1971]. Применение палеоботанических методов (ботанический и спорово-пыльцевой анализ) в таких исследованиях может быть весьма перспективным, однако работы такого рода пока единичны [Кутенков, Стойкина, 2010]. В связи с этим цель наших исследований состояла в выявлении зависимости состава спектров поверхностных проб от растительных сообществ и их положения на островах разного типа. Эта работа — первый шаг в цикле палеоботанических исследований островов Порьей губы — одного из заливов Белого моря.

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, биологический факультет, кафедра геоботаники, ассистент; Кандалакшский заповедник, ст. науч. с.; Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина КНЦ РАН, инженер, канд. биол. н.; *e-mail:* mnk_umba@mail.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, биологический факультет, кафедра геоботаники, ассистент, канд. биол. н.; *e-mail:* eershova@rambler.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, биологический факультет, кафедра геоботаники, студент; *e-mail:* zzzzzuka@mail.ru

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Биологический факультет, кафедра геоботаники, ассистент; *e-mail:* asarum@mail.ru

⁵ Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант № 12-05-31395) и содействии Кандалакшского заповедника.

Материалы и методы исследований. Общая площадь Порьей губы составляет 14 718 га, из которых суша (острова) занимает 1154 га. Структура архипелага очень неоднородна. В его состав входят как малые островки, площадь которых <10 м², так и довольно большие острова (рис. 1). Современный рельеф островов и материкового побережья Кандалакшского залива претерпел длительную и сложную историю геологического развития, хотя основные черты он приобрел в неоген-четвертичное время. Здесь на дневной поверхности обнажены наиболее древние докембрийские породы на Земле [Кошечкин, 1969]. Особую роль в формировании современного рельефа сыграли покровные оледенения четвертичного периода. В поздневалдайское время (~23 000–15 000 лет назад) эта территория была покрыта ледником мощностью несколько тысяч метров [Колька и др., 2005]; позже ледовый покров начал таять и отступать, освобождая прогибавшуюся под тяжестью колоссальных масс поверхность земли [Kolka et al., 1998; Колька и др., 2005; Олюнина, Романенко, 2007]. В последние 10 000 лет на этой территории отчетливо проявляется процесс изостатического воздымания [Колька и др., 2005].

Растительный покров на островах формируется в суровых условиях заполярного климата. Для Кольского полуострова характерно низкое стояние солнца. Летом наблюдаются светлые полярные ночи. Приход солнечной радиации за год составляет 55–72 ккал/см² · год. Средняя температура июля колеблется в пределах 15 °С. Среднее количество осадков за год — 360–500 мм [Агроклиматический..., 1961; Филатов, Тержевик, 2007]. Микроклиматические условия формирования растительного покрова островов Порьей губы отличаются значительным разнообразием. На островах в открытом море амплитуда значений температуры значительно меньше, что прослеживается как в их годовом, так и в суточном ходе и характеризует климат как более мягкий. Обратная ситуация наблюдается с ветром — на открытых островах часто дует очень сильный ветер, о чем свидетельствуют отсутствие крупных деревьев и широкое распространение стланиковых или флаговых форм ели, сосны и березы. Сильный ветер, часто со снегом, градом или фирном, способствует гибели почек на ветвях древесных и кустарниковых растений.

На островах во внутренней части залива локальные климатические условия приближаются к материковым. Для них характерен типичный для прибрежных участков ход значений температуры, часто с более холодной зимой и более теплым летом. Присутствует мощный снежный покров, за исключением отдельных мысов и кос.

Почвы. Район побережий Кандалакшского залива согласно Карте почвенно-географического районирования СССР [1986] относится к бореальному поясу Европейско-западносибирской таеж-

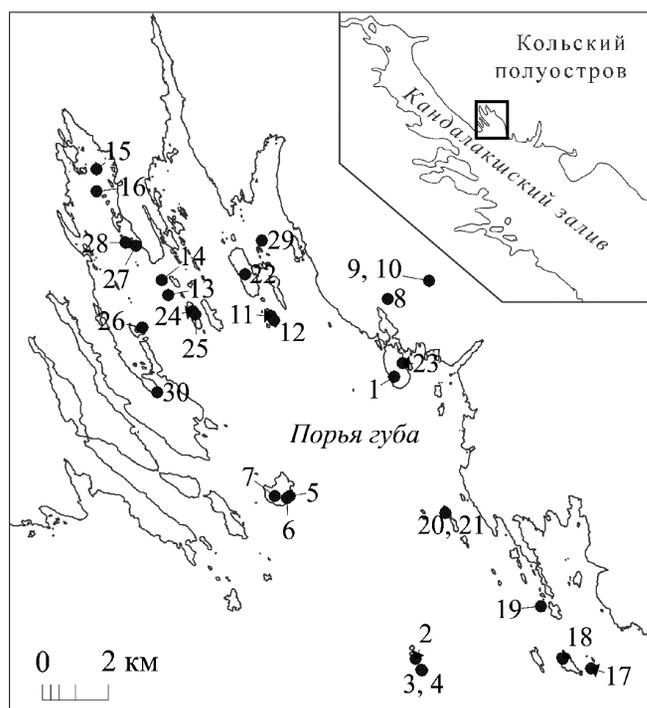


Рис. 1. Район исследований. Номера соответствуют точкам отбора проб в табл. 1

но-лесной почвенной биоклиматической области Кольско-Карельской провинции. Зональные типы почв здесь представлены подзолами северной тайги. В соответствии с Картой почв России [Национальный..., 2011] на побережьях Кандалакшского залива распространены иллювиально-гумусовые и иллювиально-железистые подзолы.

Для структуры почвенного покрова островов и материкового побережья Кандалакшского залива характерны большая пестрота и разнообразие сочетаний почв. Резкая смена почвенных разностей обусловлена высокой вариабельностью элементов рельефа, литологического состава, режима увлажнения и растительных сообществ [Евдокимова, 1972].

Процессы почвообразования на островах начинаются с момента формирования наземных экосистем в результате поднятия суши. Почвы начального этапа почвообразования представлены петроземами на мелкоземисто-щебнистой, галечной или непосредственно на скальной кристаллической основе. Дальнейшее накопление органического вещества (торфа) и процессы выветривания приводят к формированию литоземов. Они распространены преимущественно в южной части Порьей губы на склонах островов, поросших вороничниками брусничными, арктоусовыми и можжевельниковыми, а также на плакорах небольших безлесных вороничных островов и в редкостойных лесах на скалах во внутренней части губы.

Альфегумусовые почвы на рассматриваемой территории представлены подзолами и торфяно-подзолами, которые обычны на щебнистых, песчано-каменистых и каменистых отложениях лесных островов во внутренней части Порьей губы.

Торфяные почвы широко распространены на островах Порьей губы. Шире всего представлены сухоторфяные почвы, которые формируются на плакорных поверхностях и склонах безлесных островов в условиях открытого моря. Они приурочены к приморским морошковым и лишайниковым вороничникам. Типичные тундровые почвы (подбуры), так же, как и тундровые растительные сообщества, на островах и материковом побережье Кандалакшского залива не представлены.

Торфяные олиготрофные почвы развиваются на мезотрофных и олиготрофных болотах больших островов (Медвежий, Озерчанка, Горелый, Большой Ягодный и др.). Торфяные эвтрофные почвы встречаются редко и занимают малые площади под гипновыми осоковыми болотцами на больших островах.

В целом почвенный покров островов Порьей губы своеобразен. Наиболее широко распространены типы здесь представлены литоземами, петроземами и сухоторфяными почвами. Важная особенность — почти повсеместный процесс торфообразования, способствующий сохранению пыльцы и спор.

Растительность. В соответствии с зональным делением территории России [Сафронова и др., 1999] территория относится к восточно-скандинавскому (кольско-карельскому) варианту подзоны северной тайги. Растительный покров островов Порьей губы разнообразен и в значительной степени отличается от зональных сообществ. На островах во внешней части залива формируются особые тундровые растительные сообщества — вороничники. Для них характерны безлесие и относительная бедность видами сосудистых растений. В составе обычно доминируют *Empetrum hermaphroditum*, *Rubus chamaemorus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *V. uliginosum*, *Arctous alpina* и ряд луговых трав. Лишайники, мхи и печеночники разнообразны. Под этими растительными сообществами формируется мощный слой торфа. История формирования самих сообществ до конца не ясна. Существует мнение о том, что первоначально торф был отложен пушицевыми сообществами, сходными с ценозами современных болот-плащей в Северной Европе [Кутенков, Стойкина, 2010].

На островах во внутренней части залива широко распространены елово (*Picea×fennica*)-сосновые (*Pinus sylvestris*) черничные, чернично-брусничные зеленомошные леса, близкие к зональным сообществам. В травяно-кустарничковом ярусе обычны *Vaccinium* spp., *Empetrum hermaphroditum*, *Orthilia secunda*, *Trientalis europaea*, *Ledum palustre*, *Linnaea borealis*, на дренированных участках — *Arctostaphylos uva-ursi*. Среди мхов доминируют *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Dicranum* spp., *Polytrichum commune*.

Острова, занимающие промежуточное положение, могут содержать как типичные северо-таежные леса, так и вороничники, но помимо них здесь формируется промежуточный вариант растительных сообществ. Для них характерно наличие

отдельно стоящих деревьев или редкостойных лесов, как правило, из сосны, реже березы (*Betula subarctica*) и ели, а также кустарничковый покров из вороники, брусники, мхов и печеночников. Эти растительные сообщества являются переходной стадией от безлесных вороничников к хвойным лесам, о чем свидетельствуют особенности структуры и состава, а также относительно мощный торфяной горизонт.

На крупных островах нередко формируются болота и микроболотца, разнообразные по флористическому составу. На морских островах они мелкоконтурные и встречаются отдельными пятнами среди вороничника. В состав микроболотца входят осоки, особенно часто *Carex rariflora*, а также *Juncus filiformis*, *Eriophorum polystachyon*, *E. vaginatum*, *Andromeda polifolia*, *Sphagnum* spp. и немногочисленные гипновые мхи. Для лесных островов характерны небольшие сфагново-осоковые болота, грядово-мочажинные болота с *Andromeda polifolia*, *Carex dioica* и сфагнами по грядам и с *Carex* spp., *Menyanthes trifoliata* и *Scorpidium scorpioides* в мочажинах и другие типы болот, подобные распространенным на материке.

На всех островах по периметру распространены приморские луга. Они представлены тремя основными типами: луга низкого, среднего и высокого уровня. В их состав входят *Leymus arenarius*, *Festuca rubra*, *Sonchus humilis*, *Juncus atrofuscus* и другие факультативные и облигатные галофиты.

Полевые работы проведены летом 2013 г. на островах и материковом побережье Порьей губы. Сделаны полные геоботанические описания и отобраны поверхностные пробы почв и болотных отложений. Участки для исследования выбирали с учетом наибольшей репрезентативности растительных сообществ и сочетаний физико-географических условий (табл. 1, рис. 1).

Геоботанические описания выполняли на пробных площадях, которые в лесу составляли 400 м², на болотах и вороничниках — 25 м². Если растительное сообщество имело меньшую площадь, то описание выполняли в естественных границах. Образцы почвы для исследования спорово-пыльцевых спектров отбирали с поверхности мощностью по 2 см (с лесной подстилки или верхнего горизонта торфа).

Отобранные образцы обработаны ацетоллизным методом [Erdtman, 1934]. Определение пыльцы и спор проводили под световым микроскопом при увеличении 400× и 2000×. Подсчет вели до 300 пыльцевых зерен на образец. В сложных случаях при определении использовали сравнительную коллекцию пыльцы и спор арктических растений проф. К. Гаевски (Канада).

Полученные данные представлены в виде нормированной гистограммы. Кластерный анализ методом группового среднего с использованием эвклидова расстояния и анализ главных компонент выполнены в пакете PAST [Hummer et al., 2001].

Таблица 1

Информация о точках отбора субрецентных проб

Номер п/п	Точка отбора образца	Координаты	Высота н.у. моря, м	Локальная растительность
1	о. Горелый, юго-западная часть, понижение в рельефе на склоне восточной экспозиции	N66.75542 E33.77023	15	Ивовые (<i>Salix phylicifolia</i>) заросли с осоковыми (<i>Carex juncella</i>) кочками среди елово-соснового леса
2	о. Столбовая Луда 2, вершина острова	N66.67879 E33.78238	20	Полигональный морошково-голубично-брусничный вороничник
3	о. Столбовая Луда 3, склон восточной экспозиции, терраса с ложбиной и понижением	N66.67559 E33.78664	10	Воронично-осоковое (<i>Carex rariflora</i>) сфагново-зеленомошное микроболотце
4	о. Столбовая Луда 3, субгоризонтальная поверхность на юго-восток от вершины острова	N66.67579 E33.78616	9	Морошково-голубично-брусничный вороничник
5	о. Медвежий, в 15 м от вершины острова на юго-восток, ложбина среди скал	N66.72341 E33.69693	40	Бруснично-голубичный вороничник, зарастающий отдельно стоящими соснами и елями
6	о. Медвежий, южная часть острова, терраса с понижением на склоне юго-восточной экспозиции	N66.72292 E33.69502	30	Осоково (<i>Carex globularis</i>)-пушищевое (<i>Eriophorum vaginatum</i>) сфагновое микроболотце
7	о. Медвежий, болото в центре острова, юго-западный край болота	N66.72348 E33.68664	7	Грядово-мочажинное болото с пухоносом (<i>Trichophorum cespitosum</i>), осоками (<i>Carex aquatilis</i> , <i>C. lasiocarpa</i>) и гипновыми мхами
8	Материковое побережье, в 200 м на восток от дер. Порья губа	N66.77654 E33.76623	9	Осоково-разнотравное болото с единичными ивами и ерником
9	Материковое побережье, на восток от дер. Порья Губа, 400 м на запад от горы Глядень	N66.78124 E33.79514	98	Мезотрофное разнотравно-осоково-пухоносое гипново-сфагновое болото
10	Там же	N66.78115 E33.79522	97	Мезотрофное разнотравно-осоковое сфагновое болото
11	о. Долгая Луда, вершина луды	N66.77229 E33.68543	6	Бруснично-голубичный вороничник
12	о. Долгая Луда, юго-восточная часть, пологий склон	N66.77115 E33.68757	5	Толокнянковый вороничник с <i>Ptilidium ciliare</i>
13	о. Одинокая Луда, юго-юго-западный склон	N66.77828 E33.61482	5	Разнотравный можжевельниковый вороничник с <i>Rhytidium rugosum</i> и <i>Pleurozium schreberi</i>
14	о. Корабейный, вершина острова	N66.78237 E33.61059	14	Елово-березовый багульниково-чернично-бруснично-вороничный зеленомошный лес
15	о. Березка, вершина острова	N66.81257 E33.56626	3	Бруснично-арктоусовый вороничник
16	о. Зеленый Северный, вершина острова	N66.80657 E33.56588	5	Березово-елово-сосновый чернично-бруснично-вороничный зеленомошный лес
17	о. Крестовый, вершина острова	N66.67547 E33.90281	15	Морошково-брусничный вороничник с лишайниками и зелеными мхами
18	о. Озерчанка, вершина, пологая ложбина на скальной террасе	N66.67830 E33.88370	24	Багульниковый арктоусово-бруснично-голубичный вороничник
19	о. Скалистый, 10 м на восток от вершины острова	N66.69260 E33.86898	21	Багульниковый голубично-арктоусовый вороничник
20	о. Крайний Хлебец, в 5 м на северо-запад от вершины острова	N66.69912 E33.84105	14	Монодоминантный вороничник

Окончание табл. 1

Номер п/п	Точка отбора образца	Координаты	Высота н.у. моря, м	Локальная растительность
21	о. Двойной, в 20 м на юго-запад от вершины, выпуклая поверхность	N66.71831 E33.80408	20	Морошково-брусничный вороничник с лишайниками
22	о. Большой Ягодный, выпуклая поверхность острова	N66.78361 E33.66806	20	Елово-сосновый бруснично-черничный зеленомошный лес
23	о. Горелый, восточная сторона острова, пологий склон	N66.75903 E33.77603	12	Еловый мелкопапоротниково-бруснично-разнотравный лес
24	о. Малый Перуний, понижение в центральной части острова	N66.77382 E33.63180	7	Еловый багульниково-черничный лес
25	о. Малый Перуний, центральная часть острова	N66.77285 E33.63335	8	Сосновый бруснично-вороничный лес
26	о. Уголок, центральная часть острова	N66.76956 E33.59691	3	То же
27	о. Ястребиный, юго-восточная часть острова, пологая терраса	N66.79177 E33.59263	4	Сосновый с березой вороничный зеленомошный лес
28	о. Ястребиный, западный склон приморских скал, в ложбине	N66.79253 E33.58572	7	Разреженный осиновый вороничный лес
29	о. Малая Плоская Луда, выпуклая поверхность острова	N66.79284 E33.67966	2	Вороничник с отдельными соснами
30	о. Тихий Северный, выпуклая поверхность острова	N66.75198 E33.60658	2	Брусничный вороничник с отдельными соснами

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты спорово-пыльцевого анализа представлены в табл. 2. В целом список таксонов во всех пробах оказался сходным и типичным для зоны северной тайги. Группа древесных и кустарниковых растений представлена видами родов *Pinus* (*P. sylvestris*), *Picea* (*P. obovata*, *P. fennica*), *Betula* (*B. subarctica*, *B. callosa*, *B. czerepanovii*), *Alnus* (*A. incana*, *A. kolaensis*), *Salix* (*S. phylicifolia*, *S. caprea* и др.), *Sorbus* (*S. aucuparia* (incl. *S. gorodkovii*)). Эти виды обычны в составе древесного и кустарникового ярусов материковых и островных лесов. Единично встречены пыльцевые зерна *Corylus avellana*, происхождение которых не вполне ясно, так как орешник на этой территории не встречается. Почти во всех спектрах хорошо представлена группа кустарничков, в которую входят *Betula nana* и вересковые *Calluna vulgaris*, *Empetrum hermaphroditum*, *Arctous alpina*, *Arctostaphylos uva-ursi*, виды рода *Vaccinium*. Из трав постоянно представлены в спектрах виды семейств Роасеае и Сурегасеае, встречаются также виды семейств Ариасеае, Астерасеае, Кампануласеае, Caryophyllасеае, Chenopodiасеае (вероятно, *Atriplex nudicaulis*), Onagrасеае, Rosасеае (чаще всего *Rubus chamaemorus*), Urticасеае, Ranunculасеае. В 1/3 поверхностных спектров присутствуют единичные пыльцевые

зерна полыни (*Artemisia*), которая не входит в список островных флор. По-видимому, эти пыльцевые зерна занесены издалека. Из споровых в поверхностных спектрах постоянно присутствуют сфагновые и зеленые мхи, часто встречаются также споры папоротников из семейства Polypodiасеае и споры плауновидных (*Lycopodium annotinum* и *Selaginella selaginoides*).

Соотношение основных групп растений в пыльцевых спектрах представлено на рис. 2. Как видно на этой диаграмме, оно сильно колеблется в зависимости от места взятия проб. Так, в образцах, отобранных в почве под пологом леса, как на материке, так и на островах (точки 1, 14, 16, 22–28), абсолютно доминирует пыльца деревьев — от 80 до 95% от общего состава спектра. Кустарнички, прежде всего представители вересковых, присутствуют во всех спектрах, но их доля не превышает 5–7% от общего спектра.

Сильно отличаются от лесных поверхностные спектры образцов с безлесных островов, на которых основные растительные сообщества представлены вороничниками (точки 2, 4, 11–13, 17–21). Доля древесных в таких спектрах составляет всего 40–70%, а доля кустарничков (прежде всего *Empetrum*) — 10–20%, иногда достигая 25%. Промежуточное положение между лесами и островными

Таблица 2

Покомпонентное содержание пыльцы и спор*

Состав пыльцы и спор		Точки отбора субрецентных спектров																													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Пыльца	деревьев и кустарников	68	44	75	52	68	50	89	63	61	71	61	61	82	82	84	81	93	80	81	81	88	95	77	93	83	78	60	95	70	79
	кустарничков	9	49	4	22	16	40	8	26	19	16	28	33	6	6	10	5	2	5	1	14	1	<1	11	1	<1	2	8	1	9	17
	трав	12	3	15	17	10	7	1	6	14	8	6	2	3	3	2	8	1	3	4	1	1	1	4	4	7	7	3	1	17	3
	Споры	11	4	6	9	6	3	2	2	5	6	5	5	4	9	4	6	4	4	12	14	4	10	4	8	2	10	13	29	3	4
Относительное содержание групп общего состава, %																															
Число пыльцевых зерен деревьев и кустарников на образце																															
<i>Alnus incana</i> s.l. (incl. <i>A. kolaënsis</i>)	3	7	8	8	3				1	3	4	5	1	5	5	6	4	11	3	13	11	12		4	2	15	3	6	5	2	3
<i>Betula</i> sect. <i>Betula</i> (incl. <i>B. subarctica</i> , <i>B. callosa</i> , <i>B. czerepanovii</i>)	12	60	54	12	43	40	28	38	57	35	14	17	16	45	164	48	16	15	56	22	16	15	55	10	51	12	15	30	26	23	
<i>Corylus avellana</i>								1	1						2				1												
<i>Picea</i> × <i>fennica</i>	64	7	20	8	10	26	7	49	32	19	3	11	7	19	19	7	9	11	11	6	7	34	97	33	9	18	40	26	34	5	
<i>Pinus sylvestris</i>	211	126	138	55	187	181	253	160	141	124	81	111	73	204	79	114	89	149	135	111	90	252	105	125	190	230	237	135	182	221	
<i>Sorbus aucuparia</i> s.l.	8																														
<i>Salix</i> spp.				3				1	3	2	3	4		1			1	2	6		8	6		1							1
Число пыльцевых зерен кустарничков на образце																															
<i>Betula nana</i>	4			4	1						4	3	2		25	1	2		9	1		6	1	15			1		8	4	
Ericaceae	<i>Calluna vulgaris</i>	2	6			1	3		2	3	1	5							1					1							
	<i>Empetrum</i> -type	11	9	61	6	6	1			1	24	8	54	6	16	3	29	30	31	59	50	1		2	30	1	1	18	13	19	
	<i>Vaccinium</i> -type	1	5	14	16	3	20	2		2		5	13	11	2	8	6	10	8	14	4	10	1							2	1
	<i>Arctostaphylos</i> -type	1	2	7	16	2	24			1		16	11	6	15				13	11	4	11	4	3	1					2	

Состав пыльцы и спор	Точки отбора субрецентных спектров																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Число пыльцевых зерен трав на образец																															
Ариaceae											3	3				6	1							1				3	1		
<i>Artemisia</i> sp.			1	1					1		1							2				2							1	2	
Asteraceae	1	1	2					1						1		1		6		1					1			2	1	2	
<i>Campylopus rotundifolia</i>			3																			1									
Сагуrophyllaceae	1	4			3										2				2		1		1				2	2	2	3	
Chenopodiaceae					1				2									2	6												
Сурегaceae	1	21			4	13	9	6	5									3							2						
Onagraceae	7																														
Роaceae	7				3			9	8	3	13	8	7	4		5	9	15	8	3			7	3	1			2			
Ranunculaceae				2																	2										
Rosaceae gen. sp.	6	5			2		1	1	1								4					1				3	2			2	
<i>Rubus chamaemorus</i>	13	17	2	4			1	4		6	8				6		11	6	10	5	1				1						
<i>Urtica dioica</i>							1	4				6					1	1													
Неопределенные травы											11	2												3						7	
Число спор на образец																															
<i>Lycopodium annotinum</i>							2		3			1					1									1			1	10	
Polytrichaceae	2	19						1	3	9	3		3		5		2						28			10	4		9	3	
<i>Selaginella selaginoides</i>		1						6		11																					
<i>Sphagnum</i> spp.	7	13	13	8	19	3	5	22	39	69	10	9	5	11	7	8	10	15	14	14	8	12	11	29	12	19	8	21	15	15	

* Номера точек отбора проб см. табл. 1.

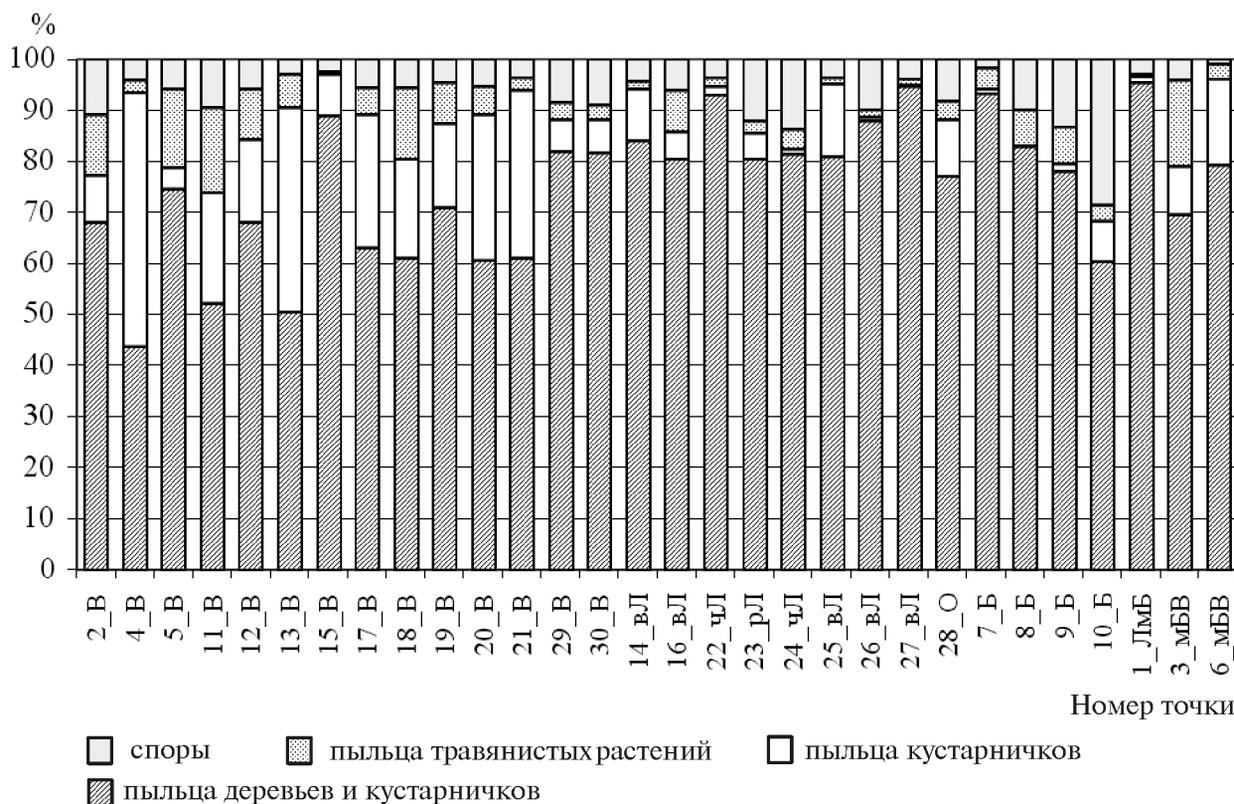


Рис. 2. Соотношение основных групп растений в пыльцевых спектрах Порьей губы. Индексы у номеров точек отбора проб обозначают тип фитоценоза: Б — болота, мБ — микроболота, В — вороничники, Л — хвойные леса, О — осиновые леса, в — вороничные леса, ч — черничные леса, р — разнотравные леса

безлесными вороничниками по составу спектров заняли зарастающие лесом вороничники и разреженные сосновые леса (точки 5, 15, 29, 30). В них доля вересковых кустарничков составляет 5–10% от общего спектра.

Поверхностные спектры мелких лесных болот (точки 1, 6–8) оказались неотличимы от лесных по общему составу спектров, в то время как крупные сфагновые болота (точки 9, 10) резко выделяются обилием спор сфагновых мхов (до 28%).

Состав древесного яруса в лесных сообществах также отражен в спектрах. Пыльца сосны — основной лесообразующей породы — доминирует во всех спектрах (от 30 до 78% от общей суммы). Однако на этом общем фоне четко выделяются спектры ельников (точки 1, 23, 24), в которых доля ели достигает 30%, и зарастающего березой вороничника, где береза составляет 54% (точка 15). Особое место занимает поверхностный спектр осинника (точка 28), который сформировался на приморском склоне южной экспозиции. Здесь, вероятно, ранее находился дренированный толокнянковый вороничник, который позже был заселен осинами, причем, вероятно, вегетативное размножение сыграло ключевую роль. Поскольку пыльца осины, в данном случае образующей древесный ярус, плохо сохраняется в почве, поверхностный спектр оказался сильно искажен. В нем преобладает пыльца сосны и вересковых кустарничков, доминирующих на прилежащих территориях. О происхождении осинника на месте дренированного вороничника со скальны-

ми участками указывает также наличие в спектре пыльцы *Caryophyllaceae*, *Roaceae*.

Сравнение полученных поверхностных спорово-пыльцевых спектров с островов и материкового побережья Порьей губы методом кластеризации позволило выделить три группы (рис. 3). В *первую группу* вошли только вороничные сообщества, сформированные на островах в открытом море и на островах, открытых ветрам. Наиболее яркая отличительная черта этих спорово-пыльцевых спектров — отчетливое доминирование пыльцы *Empetrum* среди трав и кустарничков и пониженное участие пыльцы сосны. Такие спектры характерны исключительно для типичных вороничных сообществ, в состав которых входят *Empetrum hermaphroditum*, *Vaccinium vitis-idaea*, *V. uliginosum*, где отсутствуют выраженные черты заболачивания и в составе ценозов не представлены *Ledum palustre* и *Arctous alpina*. Эти сообщества приурочены к средним по площади островам, вороничный торф которых отличается хорошим дренажем. Кластерная структура этой группы очень устойчива.

Вторая группа объединяет все крупные болота, где участие пыльцы травянистых растений и спор несколько выше, чем в лесах. Для этих спектров характерно участие *Carex* spp. и *Sphagnum* spp. В эту же группу попали все микроболота среди вороничников и осинник. Специфических черт спорово-пыльцевой спектр осинника не имеет. Его спектр отличается довольно низким участием пыльцы сосны, что характерно для спектров вороничников,

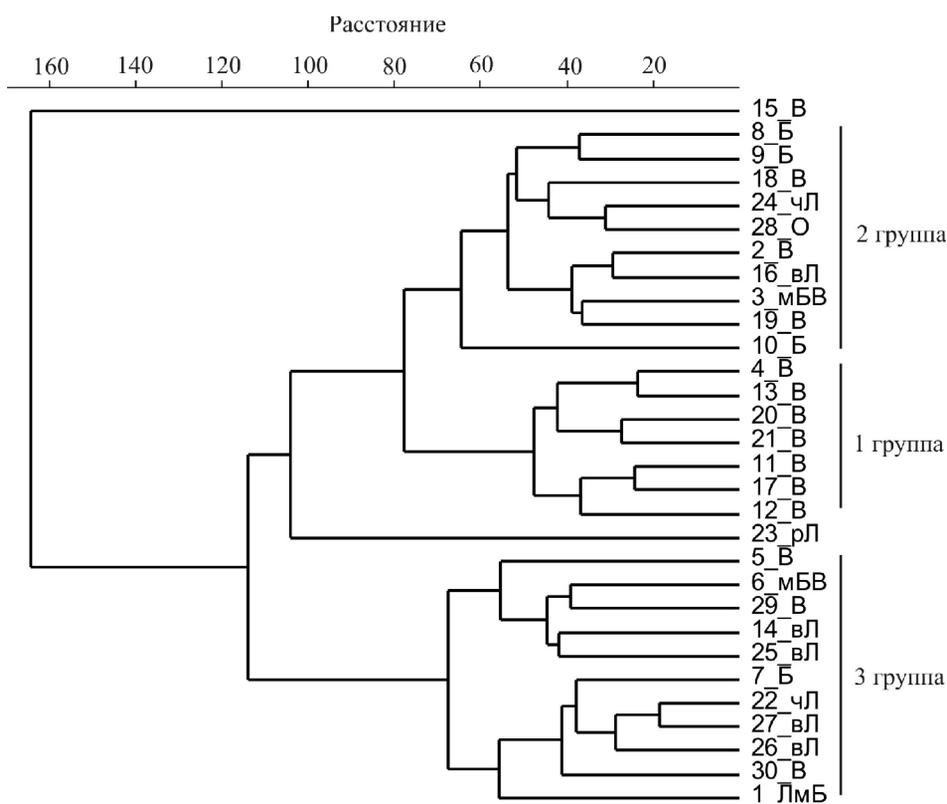


Рис. 3. Дендрограмма сходства спорово-пыльцевых спектров Порьей губы. Обозначение индексов см. на рис. 2

но также он выделяется по малому числу пыльцы *Empetrum* и *Vaccinium* spp., что отличает его от этих спектров.

Отметим, что во вторую группу попали вороничники с островов Столбовой луды II (точка 2), Озерчанки (18) и Скалистого (19), находящихся в открытом море. Они также отличаются пониженным участием пыльцы древесных растений, что типично для спектров вороничных сообществ первой группы, но в то же время характеризуются незначительным числом пыльцы *Empetrum* и *Vaccinium* spp., что, вероятно, связано с ежегодным повреждением генеративных почек в результате сдувания снега, обмерзания и механических повреждений от частиц льда, перемещаемых ветром. Поэтому вересковые кустарнички меньше цветут и соответственно продуцируют меньше пыльцы. Для этих сообществ характерны мощные торфяные залежи, частичное заболачивание и участие *Ledum palustre*. В отличие от сообществ первой группы это более поздние сукцессионные стадии формирования вороничных сообществ, отличающиеся по флористическому составу и значительной мощности торфяной залежи.

Третья группа объединяет спектры вороничников, расположенных на островах во внутренней части губы, редкостойные леса и леса разного породного состава. В их спектрах преобладает пыльца сосны и ели, в разной степени участвует пыльца *Empetrum* и *Vaccinium*; относительно слабо представлены травы и кустарнички. Объединение спектров столь разных по структуре растительных сообществ в единый кластер связано с их “сукцессионной

близостью”. Эти сообщества представляют собой следующий сукцессионный ряд формирования лесов на образующихся местообитаниях в результате современного поднятия суши: безлесные вороничные сообщества → редкостойные сосняки с вороничным покровом → сосняки вороничные → сосняки черничные и брусничные. По флористическому составу первых сообществ три стадии очень близки и отличаются лишь структурой растительного покрова. В отличие от вороничных сообществ первой и второй групп для этих вороничников характерна малая мощность торфяной залежи — до 30 (40) см.

Спектры с точек отбора № 15 и 23 не вошли ни в одну группу, что связано с их своеобразием. На вершине о. Березка (точка 15) в растительном покрове тундрообразного сообщества преобладает *Arctous alpina*, что нехарактерно для растительных сообществ островов внутренней части губы. На о. Горелый (точка 23) растительность представлена ельником мелкопапоротниковым. Эти сообщества редкие, характеризуются оригинальным составом спорово-пыльцевых спектров, их нельзя отнести ни к одной из выделенных групп.

Результаты анализа методом главных компонент хорошо согласуются с выделенными группами на основе кластерного анализа (рис. 4). Первую компоненту варьирования можно интерпретировать как степень открытости ветрам — вороничники первой группы всегда формируются в условиях открытого моря, болота имеют разреженный древостой и хорошо продуваемы, леса и вороничники во внутренней части губы защищены от сильных ветров. Вторую компоненту мы интерпретируем

как степень увлажнения, увеличивающуюся от вороничников и лесов к болотам разного типа. Отметим, что леса, редколесья и вороничники во внутренней части залива составили одну группу.

Представленная диаграмма рассеивания показывает не только разницу в составе спорово-пыльцевых спектров, но объясняет физические причины их формирования — физико-географические факторы влияют, во-первых, на состав растительных сообществ, производящих пыльцу и споры, и, во-вторых, на распространение пыльцы по воздуху. Спектры безлесных вороничников во внешней части залива обособились потому, что эти сообщества лишены древесной растительности, расположены далеко от границы леса, а направление ветров такое, что пыльца древесных пород до них почти не долетает. Безлесные вороничники внутренних островов и болота характеризуются близкими и менее специфичными спектрами, поскольку граница леса к ним намного ближе. Таким образом, ветер, с одной стороны, влияет на состав сообщества, а с другой — на перенос пыльцы.

Составы спорово-пыльцевых спектров болот и лесов различаются вследствие разницы в составе сообществ, что часто сопряжено с условиями увлажнения. Вороничники внутри и вне леса (на внешних островах) не отличаются по составу сообществ, но отличаются по спектрам из-за расстояния до ближайшей границы лесных сообществ.

Полученные данные показывают, что даже внутри таежной зоны спорово-пыльцевые спектры безлесных островов с тундрообразной растительностью отличаются достоверно. Подобные закономерности были выявлены ранее при исследовании истории растительного покрова и границы леса на севере Канады [Gajewski, 2006], что свидетельствует о возможности применения спорово-пыльцевого анализа при изучении истории растительности Севера, как зональной, так и локальной.

Выводы:

- спорово-пыльцевые спектры субрецентных проб с островов Порьей губы Белого моря адекватно отражают как зональную растительность (северная тайга), так и локальные особенности изученных фитоценозов. Исключение составляют осинники, субрецентные спорово-пыльцевые спектры которых сильно искажены;

- спорово-пыльцевые спектры проб с малых безлесных островов, покрытых вороничниками, от-

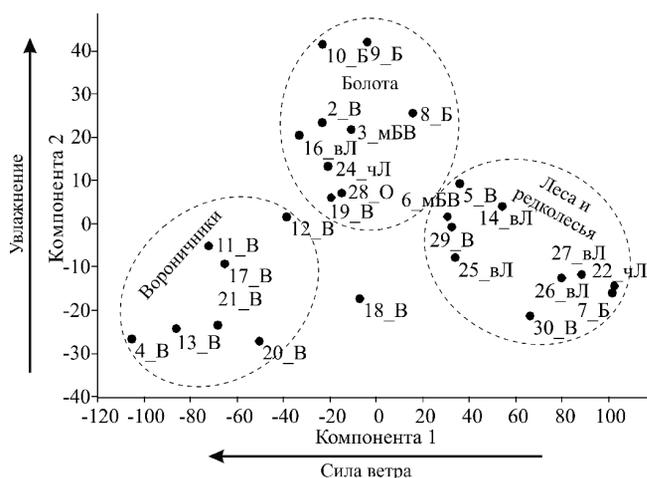


Рис. 4. Диаграмма рассеивания спорово-пыльцевых спектров Порьей губы (метод главных компонент). Обозначение индексов см. на рис. 2

личаются от спектров материковых районов и спектров облесенных островов, как по общему составу, так и по участию отдельных таксонов;

- спектры субрецентных проб елово-сосновых, сосновых кустарничковых лесов и вороничников в средней и внутренней частях залива могут быть очень близки по составу, что связано с интенсивной эволюцией островных экосистем в условиях современного поднятия суши;

- спорово-пыльцевой анализ почв и торфяников островов Белого моря можно применять при изучении истории растительности, поскольку анализ спорово-пыльцевых спектров субрецентных отложений дает хорошо интерпретируемые результаты. Воссоздание картины растительного покрова прошлого необходимо проводить с учетом ландшафтной приуроченности сообществ и физико-географических особенностей островов, что может способствовать адекватной интерпретации результатов их спорово-пыльцевого анализа.

Авторы признательны заместителю директора по НИР А.С. Корякину и сотрудникам Канда-лакшского заповедника за организацию и помощь в проведении полевых работ, профессору лаборатории палеоклиматологии Университета Оттавы К. Гаевски за консультации и предоставленную сравнительную коллекцию пыльцы и спор, а также благодарят рецензентов за внимательное отношение и конструктивные замечания к рукописи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

Агроклиматический справочник по Мурманской области / Под ред. М.С. Егоровой. Л.: Гидрометеиздат, 1961. 88 с.

Agroclimaticheskii spravochnik po Murmanskoi oblasti [Agroclimatological data sheet to the Murmansk region] / Ed. M.S. Egorova, Gidrometeizdat, Leningrad, 1961, 88 p. (in Russian).

Бреслина И.П. Приморские вороничники — особые тундрообразные экстразональные образования // Природа и хозяйство Севера. Вып. 3. Апатиты, 1971. С. 89–91.

Breslina I.P. Primorskie voronichniki — osobyе tundra-obraznye ekstrazonal'nye obrazovaniya [Maritime crowberry heaths — pecial tundra-like extrazonal communities], Priroda i khozyaistvo Severa, V. 3, Apatity, 1971, pp. 89–91 (in Russian).

Евдокимова Т.И. О характере почвенного покрова территории Беломорской биологической станции МГУ // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 6. Почвоведение. 1972. № 3. С. 69–78.

Evdokimova T.I. O kharaktere pochvennogo pokrova territorii Belomorskoi biologicheskoi stantsii MGU [About a soil cover character of MSU White Sea Biological Station area], Vestnik Moskovskogo Universiteta, seria 6, Pochvovedenie, 1972, no 3, pp. 69–78 (in Russian).

Елина Г.А., Лукашов А.Д., Юрковская Т.К. Позднеледниковье и голоцен Восточной Фенноскандии (палеорастительность и палеогеография). Петрозаводск, 2000. 242 с.

Elina G.A., Lukashov A.D., Yurkovskaya T.K. Pozdnelednikov'e i golotsen Vostochnoi Fennoskandii (paleoras-titel'nost' i paleogeografiya) [Postglaciation and Holocene in Eastern Fennoscandia (paleovegetation and paleogeography)], Petrozavodsk, 2000, 242 p. (in Russian).

Елина Г.А., Филимонова Л.В. Динамика растительности северо-запада Кольского полуострова в голоцене // Ботан. журн. 2000. Т. 85, № 9. С. 34–55.

Elina G.A., Filimonova L.V. Dinamika rastitel'nosti severo-zapada Kol'skogo poluostrova v golotsene [Holocene dynamic of vegetation in the north-western part of Kola Peninsula], Botanicheskii zhurnal, 2000, Vol. 85, no 9, pp. 34–55 (in Russian).

Зарецкая Н.Е., Шевченко Н.В., Басилян А.Э. и др. Голоценовая малакофауна полуострова Киндо (Кандалакшский залив Белого моря): геолого-геохронологические исследования // Мат-лы XIX междунар. конф. (школы) по морской геологии. Т. 3. М.: ГЕОС, 2011. С. 154–159.

Zaretskaya N.E., Shevchenko N.V., Basilyan A.E. et al. Golotsenovaya malakofauna poluostrova Kindo (Kandalakshskii zaliv Belogo morya): geologo-geokhronologicheskie issledovaniya [The holocene mollusk fauna of Kindo Peninsula (Kandalaksha Bay of White Sea): geological and geochronological researches] Materialy XIX mezhdunarodnoi konferentsii (shkoly) po morskoi geologii, Vol. 3, Moscow, GEOS, 2011, pp. 154–159 (in Russian).

Зарецкая Н.Е., Шевченко Н.В., Хайтов В.М. Голоценовые тафоценозы малакофауны Белого моря: особенности формирования и радиоуглеродная хронология // Динамика современных систем в голоцене: Мат-лы III Всеросс. науч. конф. Казань, 2013. С. 160–163.

Zaretskaya N.E., Shevchenko N.V., Khaitov V.M. Golotsenovye tafotsenozy malakofauny Belogo morya: osobennosti formirovaniya i radiouglerodnaya khronologiya [The holocene mollusk's taphocenoses of the White Sea: peculiarities of forming and radiocarbon chronology], Dinamika sovremennykh sistem v golotsene: materialy III Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii, Kazan', 2013, pp. 160–163 (in Russian).

Карта почвенно-географического районирования СССР. Масштаб 1:8 000 000 / Отв. ред. И.Ю. Кульбацкая. М.: ГУГК, 1986.

Karta pochvenno-geograficheskogo raionirovaniya SSSR. Masshtab 1:8 000 000 [Map of soil-geographical demarcation of USSR. Scale 1:8 000 000], Chief ed. I.Yu. Kul'batskaya, GUGK, Moscow, 1986 (in Russian).

Колька В.В., Евзеров В.Я., Мёллер Я.Я., Корнер Д.Д. Последледниковые гляциоизостатические движения на северо-востоке Балтийского шита // Новые данные по геологии и полезным ископаемым Кольского полуострова. Апатиты, 2005. С. 15–25.

Kol'ka V.V., Evzerov V.Ya., Meller Ya.Ya., Korner D.D. Poslednikovye glytsioizostaticheskie dvizheniya na severo-

vostoke Baltiiskogo shchita [Postglacial glacioisostatic movement on the north-east of the Baltic shield], Novye dannye po geologii i poleznym iskopaemym Kol'skogo poluostrova, Apatity, 2005, pp. 15–25 (in Russian).

Колька В.В., Корсакова О.П., Шелехова Т.С. и др. Реконструкция относительного положения уровня Белого моря в голоцене на Карельском берегу (район поселка Энгозеро, Северная Карелия) // Докл. АН. Сер. геогр. 2013. Т. 449, № 5. С. 587–592.

Kol'ka V.V., Korsakova O.P., Shelekhova T.S. et al. Rekonstruktsiya otnositel'nogo polozheniya urovnya Belogo morya v golotsene na Karel'skom beregu (raion poselka Engozero, Severnaya Kareliya) [Holocene reconstruction of sea-level temporal location in Karelskii Berg area of the White Sea (vicinities of Engozero Settlement, Northern Karelia)], Doklady Akademii nauk, seria geographicheskaya, 2013, Vol. 449, no 5, pp. 587–592 (in Russian).

Кощечкин Б.И. Рельеф Кольского полуострова // Географическое общество СССР. Публичные лекции, прочитанные в лектории им. Ю.М. Шокальского. Вып. 9. Л., 1969. 28 с.

Koshechkin B.I. Rel'ef Kol'skogo poluostrova [The relief of Kola Peninsula], Geograficheskoe obshchestvo SSSR. Publichnye leksii, pročitannye v lektorii im. Yu.M. Shokal'skogo, V. 9, Leningrad, 1969, 28 p. (in Russian).

Кутенков С.А., Стойкина Н.В. Реликтовые торфяники островов Белого моря // Тр. КарНЦ РАН, 2010. № 1. С. 52–56.

Kutenkov S.A., Stoikina N.V. Reliktovye torfyaniki ostrovov Belogo morya [Relictic peatland of islands in the White Sea], Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra, 2010, no 1, pp. 52–56 (in Russian).

Малысова Е.С. Палинология донных осадков Белого моря. Л., 1976. 118 с.

Malyasova E.S. Palinologiya donnykh osadkov Belogo morya [Palinology of deep deposits of the White Sea], Leningrad, 1976, 118 p. (in Russian).

Национальный атлас почв Российской Федерации. М.: Астрель, АСТ, 2011. 632 с.

Natsional'nyi atlas pochv Rossiiskoi Federatsii [National Russian Federation atlas of soils], Astrel', AST, Moscow, 2011, 632 p. (in Russian).

Олюнина О.С., Романенко Ф.А. Поднятие Карельского берега Белого моря в голоцене по результатам изучения торфяников // Фундаментальные проблемы квартара: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований. М.: ГЕОС, 2007. С. 312–315.

Olyunina O.S., Romanenko F.A. Podnyatie Karel'skogo berega Belogo morya v golotsene po rezul'tatam izucheniya torfyanikov [Holocene uplift of Karelskii Berg area of the White Sea based on study of peatlands], Fundamental'nye problemy kvartera: itogi izucheniya i osnovnye napravleniya dal'neishikh issledovaniy, GEOS, Moscow, 2007, pp. 312–315 (in Russian).

Сафронова И.Н., Юрковская Т.К., Микляева И.М., Огуреева Г.Н. Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий. Масштаб 1:8 000 000. Пояснительный текст и легенда к карте. М.: МГУ, 1999. 64 с.

Safronova I.N., Yurkovskaya T.K., Miklyaeva I.M., Ogureeva G.N. Zony i tipy poynosti rastitel'nosti Rossii i sopredel'nykh territorii. Masshtab 1:8 000 000. Poynasitel'nyi tekst i legenda k karte [Zones and types of altitude belts vegetation of Russia and adjacent states. Scale 1:8 000 000. Explanatory information and legend to the map], MSU, Moscow, 1999, 64 p. (in Russian).

Субетто Д.А., Шевченко В.П., Лудикова А.В. и др. Хронология изоляции озер Соловецкого архипелага и скорости современного озерного осадконакопления // Докл. АН. 2012. Т. 446, № 2. С. 183–190.

Subetto D.A., Shevchenko V.P., Ludikova A.V. et al. Khronologiya izolyatsii ozer Solovetskogo arhipelaga i skorsti sovremennogo ozernogo osadkonakopleniya [Chronology of lake isolation on Solovetskii Archipelago and speeds of current lacustrine sedimentation], Doklady Akademii nauk, 2012, Vol. 446, no 2, pp. 183–190 (in Russian).

Филатов Н.Н., Терзевик А.Ю. Белое море и его водосбор под влиянием климатических и антропогенных факторов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 349 с.

Filatov N.N., Terzhevik A.Yu. Beloe more i ego vodobor pod vliyaniem klimaticheskikh i antropogennykh faktorov [White Sea and its drainage basin under the influence of climatic and anthropogenic factors], Karel'skii nauchnyi tsentr, Petrozavodsk, 2007, 349 p. (in Russian).

Филимонова Л.В. Поверхностные и приповерхностные спорово-пыльцевые спектры из среднетаежной подзоны Карелии // Актуальные проблемы палинологии на рубеже третьего тысячелетия: тез. докл. IX Всеросс. палинологической конф. М.: Изд. ИГиРГИ, 1999. С. 311–313.

Filimonova L.V. Poverkhnostnye i pripoverkhnostnye sporovo-pyl'tsevye spektry iz srednetaezhnoi podzony Karelii [Surface and subsurface spore-pollens specters from middle taiga of Karelia], Aktual'nye problemy palinologii na rubezhe tret'ego tysyacheletiya: tezisy dokladov IX Vserossiiskoi palinologicheskoi konferentsii, IGI RGI, Moscow, 1999, pp. 311–313 (in Russian).

Erdtman G. An introduction to pollen analysis. Waltham, 1943. 239 p.

Gajewski K. Essai is arctic palynology a “blunt instrument?” // Géographie physique et Quaternaire. 2006. Vol. 60, N 2. P. 95–102.

Hammer O., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis // Paleontologia Electronica. 2001. Vol. 4, N 1. 9 p.

Kolka V.V., Yevzerov V.V., Møller J.J., Corner G.D. Post-glacial sea-level change at Umba, Kola Peninsula, Northern Russia // 2th Queen workshop. S.-Petersburg, Russia. February 5–8, 1998. P. 27.

Zaretskaya N., Shevchenko N., Simakova A., Sulerzhitsky L. The North Dvina river delta development over the Holocene: geochronology and palaeoenvironment // Geochronometria. 2011. Vol. 38, N 2. 2011. P. 116–127.

Поступила в редакцию
13.11.2014

M.N. Kozhin, E.G. Ershova, O.I. Smyshlyeva, K.B. Popova

MODERN POLLEN SPECTRA OF THE WHITE SEA ISLANDS (CASE STUDY OF THE PORIYA GUBA BAY)

The article discusses the relationships between the actual local vegetation of the White Sea islands and their modern surface pollen spectra. Surface soils and peat were sampled on the islands and the mainland coast of the Poriya Guba Bay under different geographical conditions and plant communities. The obtained spectra were analyzed using the cluster analysis and the principal component analysis. The results show that the modern pollen spectra adequately reflect both the zonal vegetation, i.e. the northern boreal forests, and its local features. The typical treeless communities located on the open-sea islands and dominated by *Empetrum* are the most clearly identified by the surface pollen spectra. Other plant communities have less specific pollen spectra. The surface spectra from forests, open woodlands and dwarf shrub communities in the inner part of the bay are rather similar in composition. This suggests their common formation as different stages of a single succession. Surface spectra of bogs and waterlogged *Empetrum* communities are also quite similar.

It is shown that the openness to winds and humidification are important factors for the formation of modern pollen spectra of the islands. The results prove that within the boreal forest zone the treeless islands with dwarf shrub vegetation have specific surface pollen spectra, which agrees with the previous studies in other sub-Arctic regions. The patterns revealed in the course of the study could be used for interpreting the results of the pollen analysis of fossil deposits of the White Sea islands.

Key words: islands, modern pollen spectra, dwarf shrub (*Empetrum*) communities, the White Sea.