

УДК 561: 551.794 + 551.312.2 (210.5) (261.243)

ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ФИНСКОГО ЗАЛИВА В ГОЛОЦЕНЕ

Л. В. Филимонова

Институт биологии Карельского научного центра РАН

Выполнены детальные реконструкции динамики растительности с бореала до современности на восточном побережье Финского залива на фоне изменения климата, гидрологии территории, а также с учетом ее геоморфологии и антропогенного воздействия. Они опираются на палинологические, макрофосильные и радиоуглеродные данные. При характеристике истории образования и развития Сестрорецкого болота привлечены материалы по хроностратиграфии озерно-болотных отложений, идентификации водорослей (*Pediastrum*), пыльцевых зерен водно-болотных растений, ботаническому составу торфа, динамике зарастания и заторфовывания, сукцессиям и изменениям индекса влажности реконструированных болотных палеосообществ.

Ключевые слова: растительность, динамика, голоцен, болото, сукцессии, побережье Финского залива.

L. V. Filimonova. VEGETATION DYNAMICS ON THE GULF OF FINLAND EASTERN COAST IN THE HOLOCENE

Detailed reconstructions of the vegetation dynamics from Boreal time to the present on the eastern coast of the Gulf of Finland against climatic fluctuations and hydrological changes were made as well as with regard for geomorphology of the area and human impacts. They are based on pollen, macrofossil remains and radiocarbon data. To characterize the history of Sestroretsk mire evidence for the chronostratigraphy of lake-mire sediments, the identification of algae (*Pediastrum*), pollen of wetland plants, the botanical composition of peat, overgrowing and paludification intensity, successions of mire paleocommunities and variations in their humidity index were used.

Key words: vegetation, dynamics, Holocene, mire, successions, Gulf of Finland coast.

Введение

Прибрежные территории близ морей, озер и других водоемов всегда играли важную роль в жизни человека и служили объектом различных исследований, в том числе палеогеографических. В настоящее время особо актуальным является изучение динамики природной среды последней геологической эпохи, выявление естественного тренда развития природы и

степени воздействия на нее антропогенных факторов. Для этих целей весьма перспективны исследования озерно-болотных отложений, поскольку они содержат информацию о природно-климатических изменениях регионального и глобального характера, физико-географических условиях, существовавших на окружающей территории, в озере и болоте, а также сукцессиях суходольной и водно-болотной растительности, динамике уровня

режима палеоводоема, его зарастания и заторфовывания.

Со всех этих позиций Сестрорецкое болото (60°07' с.ш., 30° в.д.), находящееся на восточном побережье Финского залива, близ г. Сестрорецка (рис. 1), представляет особый интерес. Оно расположено в пределах Карельского перешейка, территория которого в прошлом подверглась воздействию последнего Валдайского ледника, а после дегляциации была залита водами Балтийского ледникового озера. Динамике природной среды на Карельском перешейке, а также связи ее с развитием Балтики посвящен ряд работ [Марков, 1934; Малясова, 1959; Малясова, Спиридонова, 1965; Клейменова и др., 1988; Arslanov et al., 1999, 2001; Клейменова, 2000; Субетто и др., 2002, 2007; Miettinen et al., 2007 и др.]. Однако опубликованных палинологических данных по Сестрорецкому болоту в литературе не имеется. Известно, что его западная часть в конце XVIII века затоплялась водой искусственного озера Сестрорецкий Разлив, и только в начале XIX века после постройки новой плотины очертания водохранилища и болота стали близки современным [Беликов, 1999]. Окружающая территория также подвергалась антропогенному воздействию (рубка лесов и частичное уничтожение их пожарами, сельскохозяйственное освоение, осушительные работы, дорожное строительство и пр.).

В статье представлен палеоботанический материал по Сестрорецкому болоту и выпол-

ненные на его основе реконструкции динамики растительности (суходольной и водно-болотной) на фоне изменений природной среды в голоцене и с учетом хозяйственной деятельности человека. Он получен в рамках комплексных исследований этого болотного массива и окружающей его территории, в которых приняли участие сотрудники БИН РАН, ЗИН РАН, СПбГУ и КарНЦ РАН.

Материалы и методы

Сестрорецкое болото площадью около 1000 га находится на олиготрофной стадии развития. Через него протекают река Сестра и Чёрная речка перед их впадением в водохранилище Сестрорецкий Разлив. Над болотом возвышаются остатки частично погребенных торфом дюн, поросших лесом и разделяющих его на три части. С учетом этого на палинологический анализ были отбурены 3 скважины озерно-болотных отложений: 1 – в северо-восточной его части, 2 – в центральной, 3 – в западной (см. рис. 1). Отбор образцов проводили послойно сверху вниз ручным буром системы Инсторфа: торфа – разделяя 50-см слой в челноке бура на три части, глины – через 10 см. Поверхностный образец до глубины 5 см срезали ножницами. В параллельных скважинах взяли пробы мощностью 25 см (иногда 10 или 15 см) для определения ботанического состава торфа и степени его разложения, а также 10-см слои торфа и 15-см слой сапропеля на

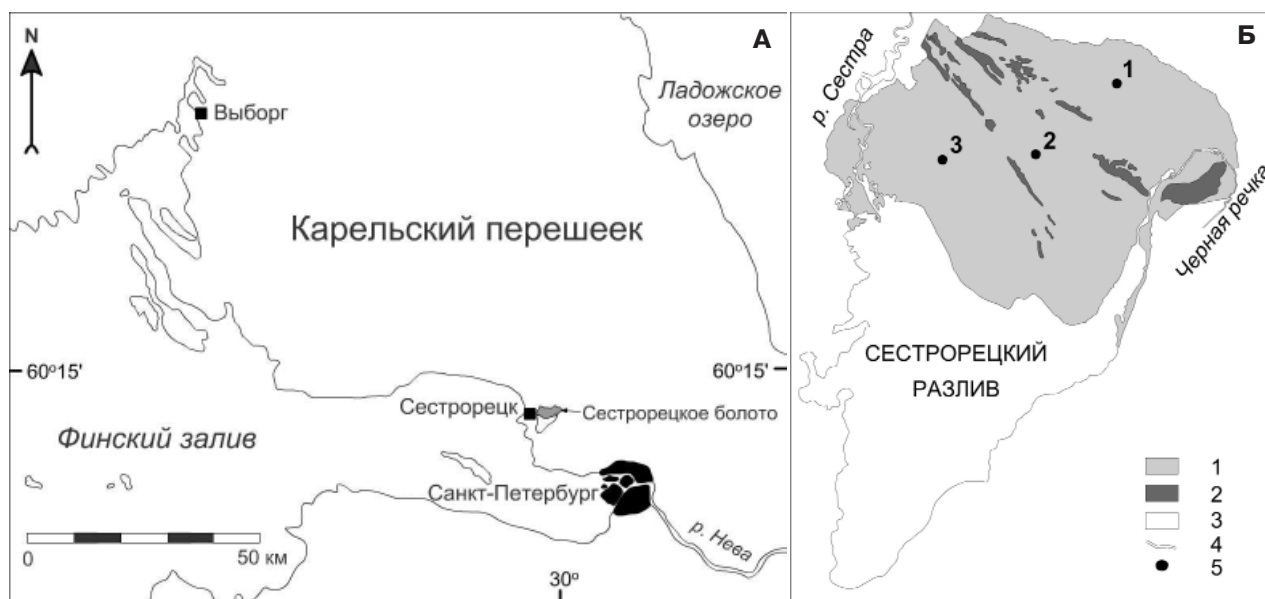


Рис. 1. Карты местоположения Сестрорецкого болота (А) и отобранных на нем разрезов, исследованных палеоботаническими и радиоуглеродным методами (Б):

1 – болото, 2 – песчаные древние дюны и береговые валы с сосняками, 3 – водоемы, 4 – реки, 5 – места отбора разрезов

радиоуглеродный анализ. Вблизи пунктов бурений были сделаны геоботанические описания растительности.

В экспедиционных работах (2007–2008 гг.) приняли участие А. И. Резников и О. Е. Степочкина (СПбГУ), В. А. Смагин (БИН РАН) и Л. В. Филимонова. Палеоботанические исследования проведены в лаборатории болотных экосистем ИБ КарНЦ РАН: спорово-пыльцевой анализ озерно-болотных отложений (97 образцов) – Л. В. Филимоновой, макрофоссильный анализ торфов (53 пробы) – Н. В. Стойкиной. Радиоуглеродное датирование 11 образцов выполнено в лаборатории палеогеографии и геохронологии четвертичного периода факультета географии и геоэкологии СПбГУ (зав. лаб. Х. А. Арсланов).

Обработка проб для палинологического анализа осуществлялась по общепринятым методикам [Пыльцевой анализ, 1950; Палеопалинология, 1966]: применяли щелочной метод Поста и ацетолизный Эрдтмана. Для выделения пыльцы и спор из минеральных осадков использовали сепарационный метод В. П. Гричука; при этом «разделительной» тяжелой жидкостью (удельный вес = 2,25) служила смесь CdJ_2 , KJ и дистиллированной воды.

При идентификации пыльцевых зерен привлекали справочники-определители [Куприянова, Алешина, 1972, 1978; Бобров и др., 1983; Moore et al., 1991 и др.], собственную картотеку рисунков и описаний, а также эталонную коллекцию пыльцы и спор, хранящуюся в лаборатории болотных экосистем ИБ КарНЦ РАН.

Спорово-пыльцевые диаграммы построены с использованием компьютерных программ TILIA-2 и TILIA GRAPH [Grimm, 1992]. Сначала устанавливали процентное соотношение между 4 группами микрофоссилий: деревьев, кустарников и кустарничков, трав, споровых. Затем сумму пыльцы первых двух групп (пыльца древесных) принимали за 100 % и определяли вклад (в %) составляющих ее таксонов. Содержание (в %) идентифицированной пыльцы трав рассчитывали от суммы пыльцы древесных и трав, спор – от суммы микрофоссилий древесных и споровых растений. Примененный метод расчета позволил избежать искажения диаграмм из-за высокого содержания в отдельных слоях озерно-болотных отложений пыльцевых зерен *Cyperaceae*, *Poaceae* и некоторых споровых растений.

Параллельно с палинологическим исследованием в образцах проведено видовое определение водорослей *Pediastrum* [по: Komarek, Jankovska, 2001].

Анализ ботанического состава торфа и степени его разложения выполнен по общепринятым методикам [Короткина, 1939; Минкина, Варлыгин, 1939] с использованием атласа [Кац и др., 1977] и коллекции растительных остатков.

Результаты и обсуждение

Стратиграфия разрезов

Разрез Сестрорецкое-1, отобранный в самой глубокой части болота, имеет мощность 790 см; из них торф составляет – 625 см (верховой: фускум торф с прослойками сфагнового комплексного и пушицево-сфагнового – до 300 см, пушицево-сфагновый – до 350 см и сосново-пушицево-сфагновый – до 400 см; древесно-тростниковый переходный – до 450 см; низинный: тростниковый – до 590 см и древесно-тростниковый – до 625 см), сапропель – 60 см и глина – 105 см.

Разрез Сестрорецкое-2 (450 см) представлен торфами (верховой: сфагновый мочажинный – до 66 см, пушицево-сфагновый с прослойками пушицевого и фускум торфа – до 325 см, сосново-сфагновый – до 350 см; переходный: древесно-пушицево-сфагновый – до 375 см и тростниковый – до 400 см; низинный: древесно-тростниковый – до 425 см и тростниково-осоковый – до 450 см).

Разрез Сестрорецкое-3 отобран до глубины 300 см; включает торф (переходный: сфагновый – до 100 см, сфагново-травяной с прослойкой сфагново-шейхцериевого – до 225 см; древесно-хвощовый низинный – до 250 см) и 50-см слой глины.

Радиоуглеродное датирование

Всего в 3-х исследованных разрезах были датированы 10 образцов торфа и базальный слой сапропеля (табл.). Даты, полученные в пределах каждого разреза, хорошо согласуются между собой и в основном совпадают с определениями относительного возраста отложений на основе палинологического анализа.

Радиоуглеродные датировки использованы для определения абсолютного возраста отложений и соответствующих им палиноспектров. Они привлечены при периодизации спорово-пыльцевых диаграмм, корреляции разрезов, установлении хронологии изменений природной среды, а также для расчетов прироста торфа и временных границ сукцессий растительных палеосообществ.

№ разрезов	Глубина (см)	Тип отложений	Возраст		Лабораторный №
			радиоуглеродный (л. н.)	калиброванный (кал. л. н.)	
1	120–130	торф	1830±70	1770±90	ЛУ-5786
	250–260	– " –	2730±80	2860±80	ЛУ-5785
	380–390	– " –	4130±80	4670±120	ЛУ-5784
	510–520	– " –	6240±60	7140±90	ЛУ-5783
	610–620	– " –	7100±80	7920±80	ЛУ-5782
2	670–685	сапрпель	8130±100	9070±170	ЛУ-5781
	140–150	торф	2780±80	2910±100	ЛУ-5789
	290–300	– " –	4190±70	4710±100	ЛУ-5788
3	440–450	– " –	8140±100	9090±170	ЛУ-5787
	140–150	– " –	640±50	620±50	ЛУ-5790
	235–245	– " –	1390±70	1320±60	ЛУ-5791

Спорово-пыльцевые диаграммы

По результатам палинологического анализа построены 3 спорово-пыльцевые диаграммы (СПД) для соответствующих разрезов озерно-болотных отложений, отбуренных на Сестрорецком болоте. В каждой из них были выделены и подробно описаны палинозоны, определены их хронологические границы. Выделение палинозон сделано на основе изменений в составе спорово-пыльцевых спектров (СПС) и с учетом их кластеризации при помощи программы CONISS. В данной публикации этот материал не приводится, но использован для реконструкций палеораствительности в те или иные интервалы голоцена.

При периодизации СПД проводили сопряженный анализ палинологических и радиоуглеродных данных, учитывали рассчитанный с использованием программы TILIA-2 возраст СПС. За основу взята схема хронологического разделения позднеледниковья и голоцена Северной Евразии Н. А. Хотинского [1977, 1987].

СПД Сестрорецкое-1 (рис. 2) получена для озерно-болотных отложений из северо-восточной части болота (см. рис. 1: скв. 1) и снабжена 6 радиоуглеродными датировками (см. табл.). Палинологическим методом изучены 52 образца: 1 – субрецентный (0–5 см), 38 – торф (верховой, переходный, низинный), 3 – сапрпель, 10 – глина. Всего в них идентифицировано от 665 до 2124 пыльцевых зерен 99 таксонов растений. Здесь выделено 12 палинозон, соответствующих климатическим периодам и фазам голоцена, начиная с бореала (ВО-1) до современности.

СПД Сестрорецкое-2 (рис. 3) отражает состав пыльцы и спор в исследованном разрезе из центральной части болота (см. рис. 1: скв. 2), для которого получено 3 даты по ^{14}C (см. табл.). Проанализировано 28 образцов: 1 – субрецентный (0–5 см), 27 – торф (верховой, переходный, низинный). В целом в них определено от 618 до

2105 пыльцевых зерен 75 таксонов растений. Выделено 10 палинозон, соответствующих климатическим периодам и фазам голоцена, начиная с ВО-3 до современности.

СПД Сестрорецкое-3 (рис. 4) получена для озерно-болотных отложений, отобранных до глубины 300 см в западной части болота (см. рис. 1: скв. 3). Для нее имеется 2 датировки по ^{14}C (см. табл.). Палинологически изучено 17 образцов: 1 – субрецентный (0–5 см), 15 – торф (переходный и низинный), 1 – глина. Всего в них идентифицировано от 620 до 1143 пыльцевых зерен 66 таксонов растений. Выделенные здесь 2 палинозоны, включающие 6 субпалинозон, относятся к субатлантическому периоду (фазы SA-2, SA-3). Отличия их носят в основном локальный характер.

С целью выявления общих и специфических характеристик палинозон и субпалинозон, сформировавшихся в одни и те же интервалы времени в озерно-болотных отложениях, отобранных в трех частях Сестрорецкого болота (см. рис. 1), было проведено их сопоставление по фазам голоцена, а также прослежен ход соответствующих кривых в построенных СПД (см. рис. 2–4). Эти данные использованы при реконструкции пространственно-временной динамики растительности на окружающей территории с бореала до современности.

Хроностратиграфия озерно-болотных отложений

Для получения информации по динамике накопления озерных, а затем болотных отложений в голоцене проведена корреляция стратиграфических колонок 3-х исследованных разрезов на одной временной шкале (рис. 5). Она опирается на 11 радиоуглеродных датировок (см. табл.) и определения относительного возраста отложений в результате периодизации спорово-пыльцевых диаграмм (см. рис. 2–4).

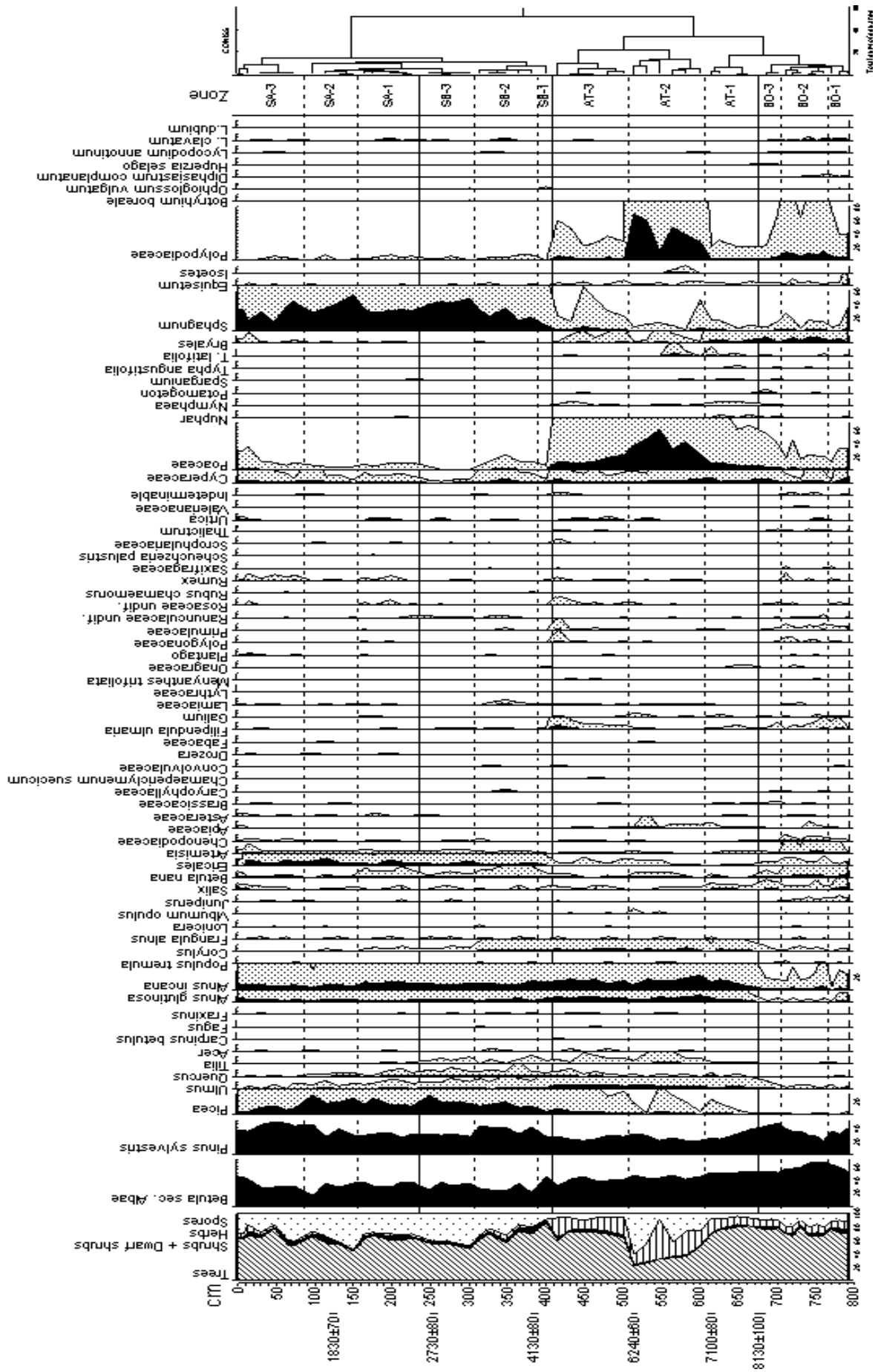


Рис. 2. Словоно-пыльцевая диаграмма Сестрорецкое-1 (северо-восточная часть болотного массива)

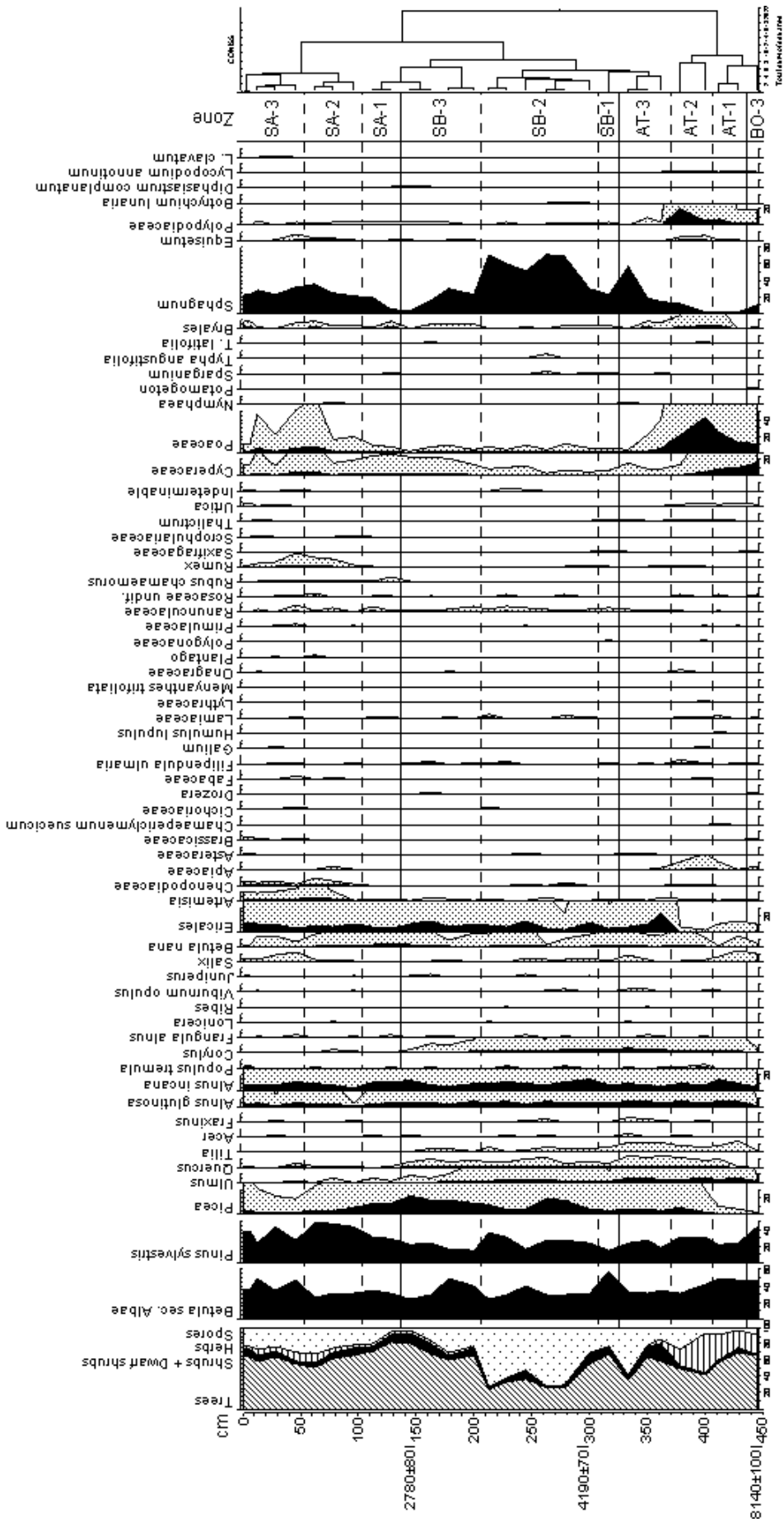


Рис. 3. Спорно-пыльцевая диаграмма Сестрорецкое-2 (центральная часть болотного массива)

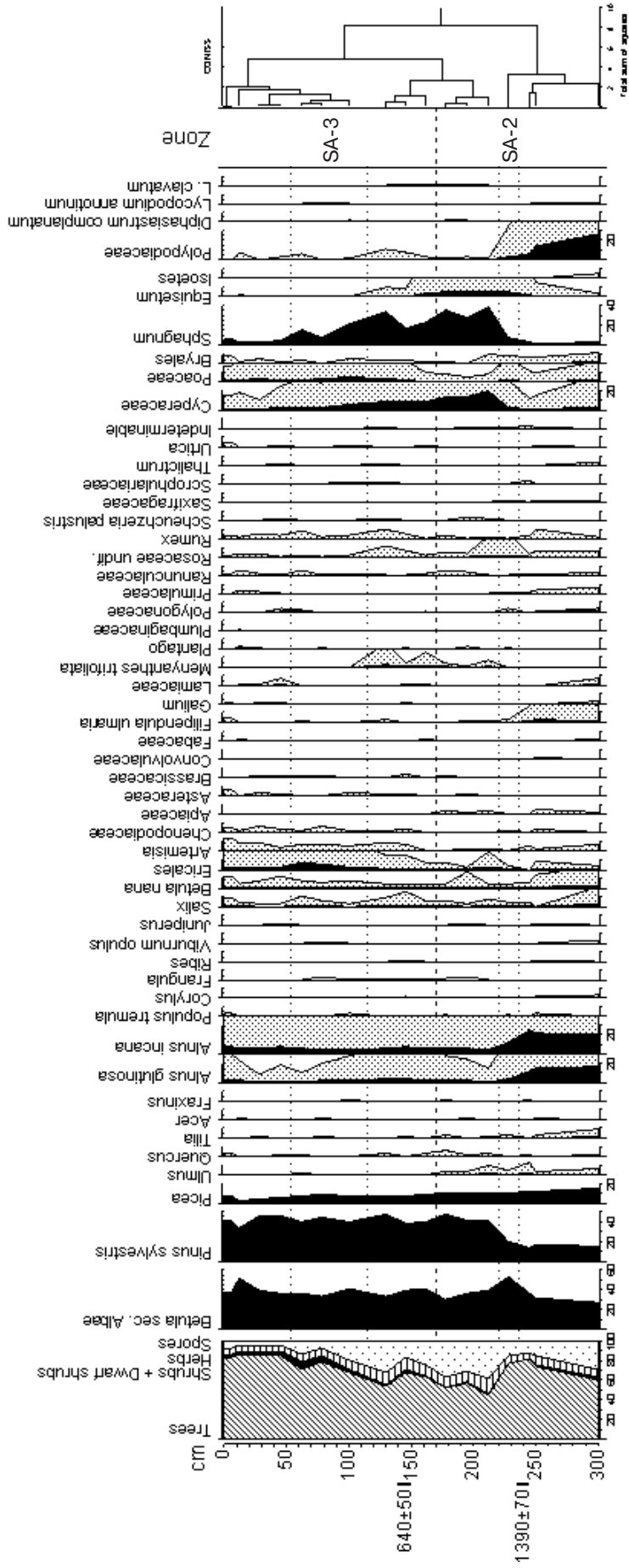


Рис. 4. Спорово-пыльцевая диаграмма Сестрорецкое-3 (западная часть болотного массива)

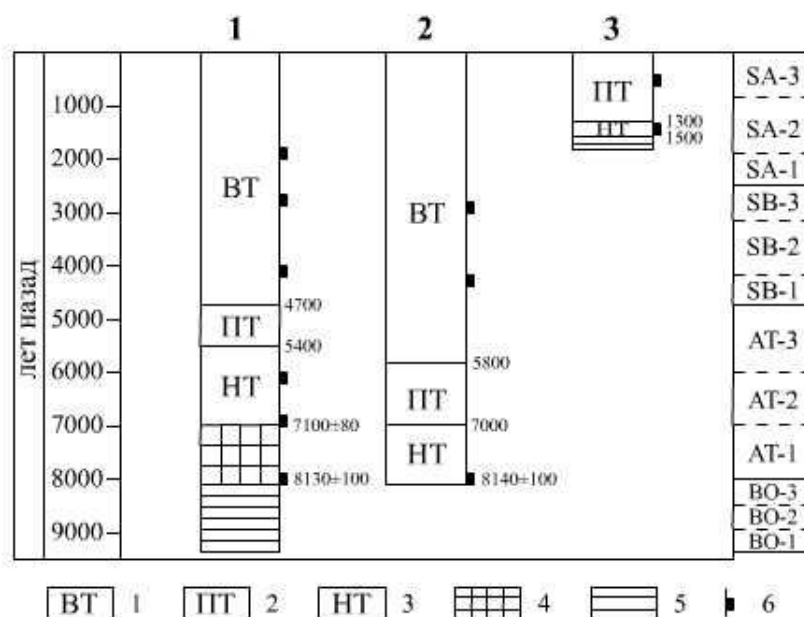


Рис. 5. Корреляция на временной шкале озерно-болотных отложений исследованных разрезов (1–3), отобранных на Сестрорецком болоте

Совмещенный анализ данных показал, что исследованные глины в северо-восточной части котловины отложились в бореальное время (см. рис. 5: скв. 1). Накопление сапропеля здесь началось в ВО-3 (8130±100 л.н.) и продолжалось чуть более 1000 лет. В это время в центральной части болота, в месте бурения скважины 2, уже шло формирование низинных торфов (тростниково-осокового, а затем древесно-тростникового). Базальный слой первого из них датирован возрастом 8140±100 л.н. Отложение переходных торфов отмечено здесь со времени 7000 л.н., верховых – 5800 л.н.; в разрезе 1 – значительно позже: 5400 л.н. и 4700 л.н. соответственно. Накопление на глине древесно-хвощового низинного торфа в разрезе 3 из западной части болотного массива началось не ранее 1500 л.н., о чем свидетельствует датировка 1390±70 л.н. его слоя с глубины 235–245 см (см. табл.). Смена его на переходный торф произошла примерно 1300 л.н. (см. рис. 5).

Таким образом, установлено, что отложение торфов на Сестрорецком болоте началось в конце бореального периода, причем раньше в центральной, приподнятой его части. В котловине северо-восточной части массива, в месте бурения скважины 1, оно зафиксировано на 1000 лет позже – в атлантическое время (конец АТ-1), на западе его (разрез 3) – еще спустя 5600 лет, в субатлантике (SA-2). В местах отбора отложений средняя скорость накопления торфа соответственно составила 0,5, 0,8 и 1,7 мм/год; сапропеля в разрезе 1 – 0,6 мм/год.

Диаграммы ботанического состава торфа. Сукцессии болотной растительности

Диаграммы ботанического состава и степени разложения торфа построены для каждого из 3-х исследованных разрезов Сестрорецкого болота (рис. 6–8). Таксоны растений в них расположены по мере появления и увеличения процентного содержания их макроостатков в направлении от базального слоя к поверхностному. Здесь же указаны индексы влажности реконструированных болотных палеосообществ [рассчитаны по: Елина, Юрковская, 1992], примерное время их сукцессионных смен, степень разложения и линейный прирост торфов, сформированных ими. Показаны также границы фаз голоцена, установленные в результате периодизации СПД, и слои торфа, датированные по ¹⁴С.

Сукцессионные стадии болотной растительности в местах проведенных исследований выделяли по слоям торфа с различным ботаническим составом. Названия палеосообществ даны развернутые: по преобладающим в отложениях макроостаткам, несущим информацию о доминирующих (жирный шрифт) и характерных для этой стадии таксонах. При этом учитывали экологию идентифицированных видов растений и микрорельеф участка болота.

Согласно полученным данным, зарастание и заторфовывание мелководного озера в северо-восточной части современного болотного массива, в месте отбора разреза Сестрорецкое-1 началось примерно 7200 л.н. (см. рис. 6).

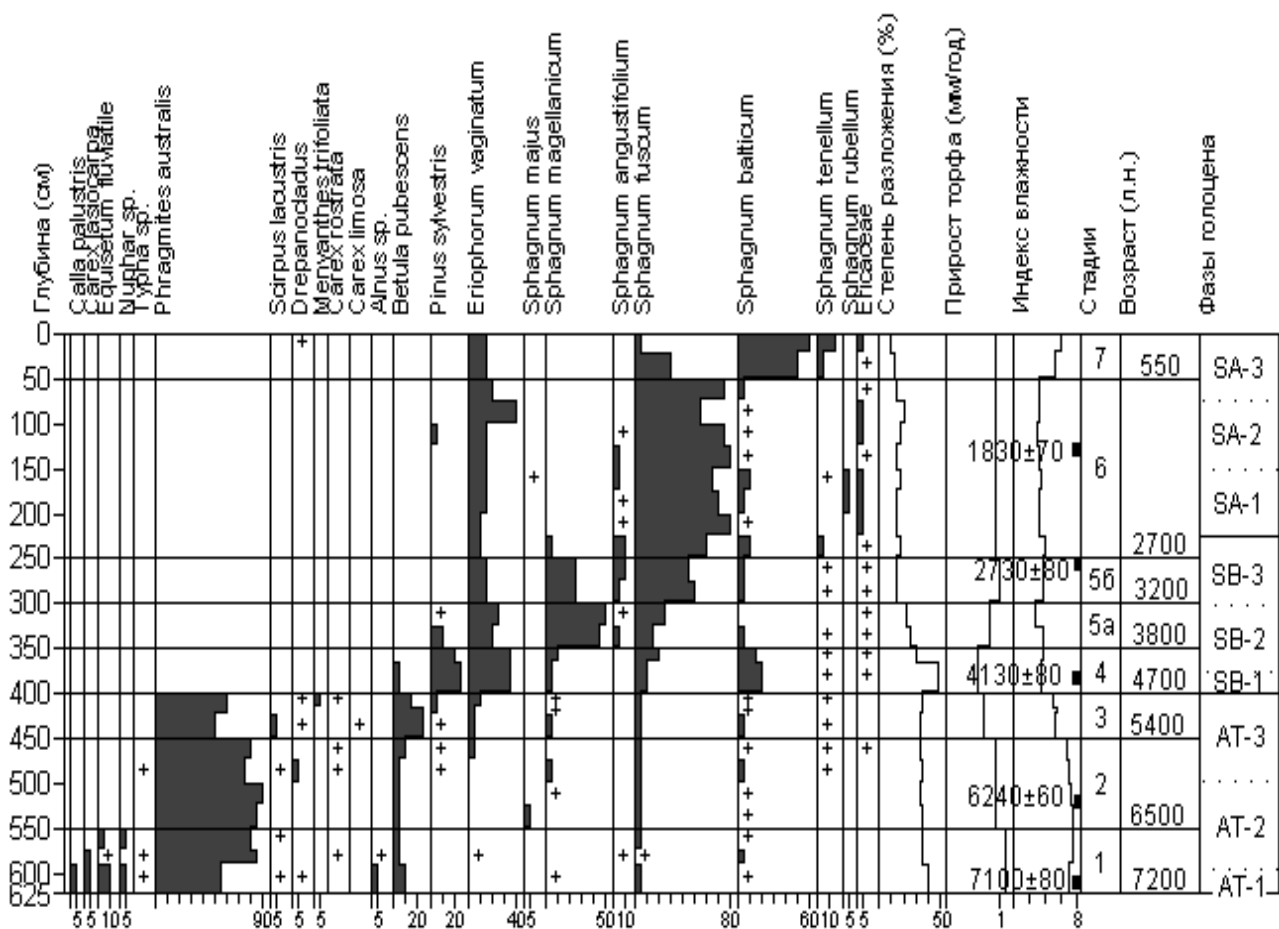


Рис. 6. Диаграмма ботанического состава, степени разложения и прироста торфа, а также индекса влажности реконструированных палеосообществ из северо-восточной части болота (разрез Сестрорецкое-1)

Смены болотных палеосообществ проходили в такой последовательности: **Phragmites australis** + **Equisetum** + **Hydrophites** (7200–6500 л.н.) → **Phragmites australis** (6500–5400 л.н.) → **Betula pubescens** – **Phragmites australis** (5400–4700 л.н.) → **Pinus sylvestris** – **Eriophorum vaginatum** – **Sphagnum balticum** (4700–3800 л.н.) → **Pinus sylvestris** – **Eriophorum vaginatum** – **Sphagnum magellanicum** + **S. fuscum** (3800–3200 л.н.) → **Eriophorum vaginatum** – **Sphagnum fuscum** + **S. magellanicum** (3200–2700 л.н.) → **Ericaceae** – **Eriophorum vaginatum** – **Sphagnum fuscum** (2700–550 л.н.) → **Ericaceae** – **Eriophorum vaginatum** – **Sphagnum balticum** + **S. tenellum** + **S. fuscum** (550 л.н. – настоящее время).

В центральной части болотного массива (разрез Сестрорецкое-2; см. рис. 7) выделены следующие сукцессионные стадии развития растительности: **Betula** + **Alnus** + **Pinus** + **Salix** – **Phragmites australis** + **Carex lasiocarpa** + **Calla palustris** (8200–6400 л.н.) → **Pinus sylvestris** – **Ericaceae** – **Eriophorum vaginatum** – **Sphagnum fuscum** (6400–4000 л.н.) → **Ericaceae** –

Eriophorum vaginatum – **Sphagnum fuscum** (4000–3200 л.н.) → **Ericaceae** – **Eriophorum vaginatum** – **Sphagnum fuscum** (3200–2800 л.н.) → **Eriophorum vaginatum** – **Sphagnum fuscum** + **S. magellanicum** (2800–2500 л.н.) → **Eriophorum vaginatum** – **S. magellanicum** (2500–1800 л.н.) → **Eriophorum vaginatum** – **Sphagnum fuscum** (1800–1200 л.н.) → **Ericaceae** – **Eriophorum vaginatum** – **Sphagnum balticum** (1200 л.н. – настоящее время).

В западной части болота (разрез Сестрорецкое-3; см. рис. 8) смены палеосообществ были такие: **Betula** – **Equisetum fluviatile** + **Calla palustris** – **Sphagnum fallax** (1500–1300 л.н.) → **Scheuchzeria palustris** + **Menyanthes trifoliata** + **Equisetum fluviatile** + **Carex (limosa, rostrata)** – **Sphagnum fallax** (1300–700 л.н.) → **Carex limosa** + **Eriophorum** + **Menyanthes trifoliata** + **Scheuchzeria palustris** – **Sphagnum fallax** (700–400 л.н.) → **Ericaceae** – **Carex limosa** + **Eriophorum** – **Sphagnum fallax** (400 л.н. – настоящее время).

Полученные данные использованы в дальнейших реконструкциях.

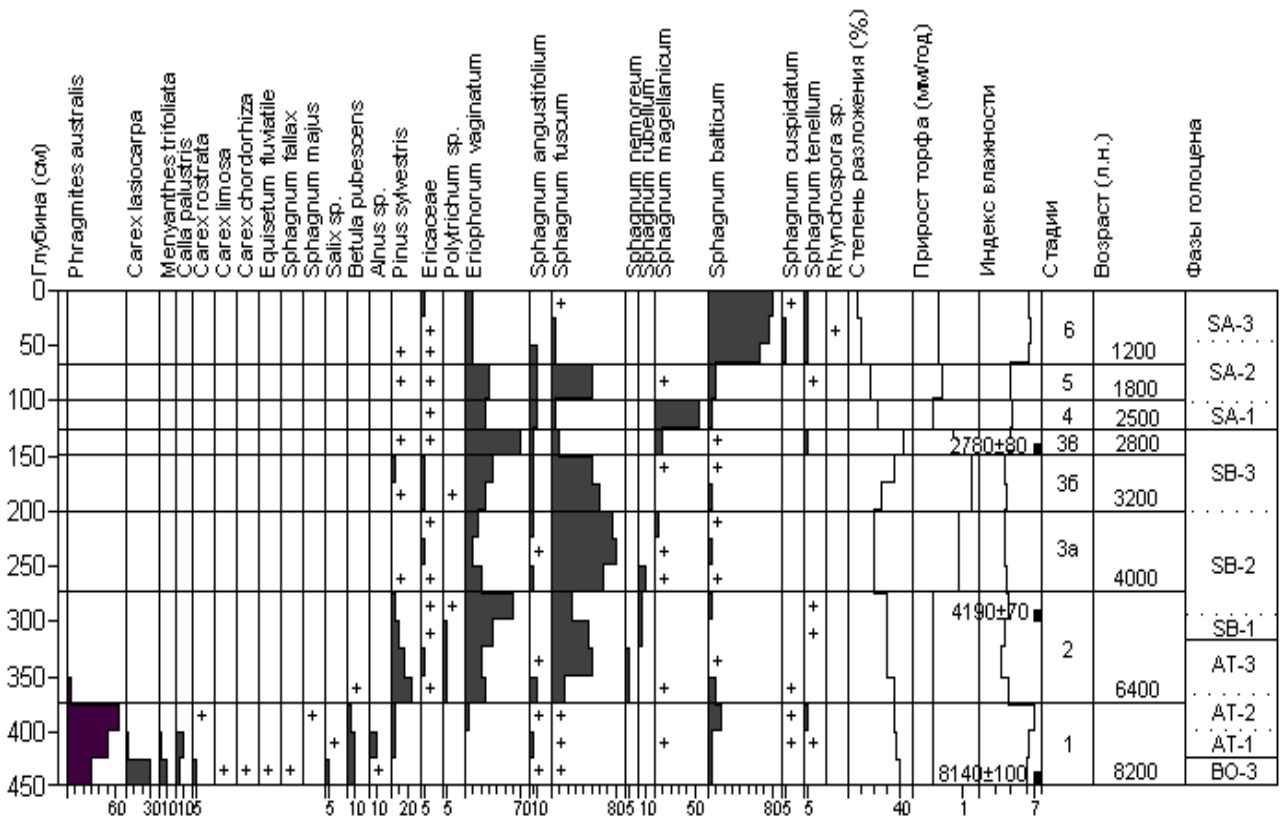


Рис. 7. Диаграмма ботанического состава, степени разложения и прироста торфа, а также индекса влажности реконструированных палеосообществ из центральной части болота (разрез Сестрорецкое-2)

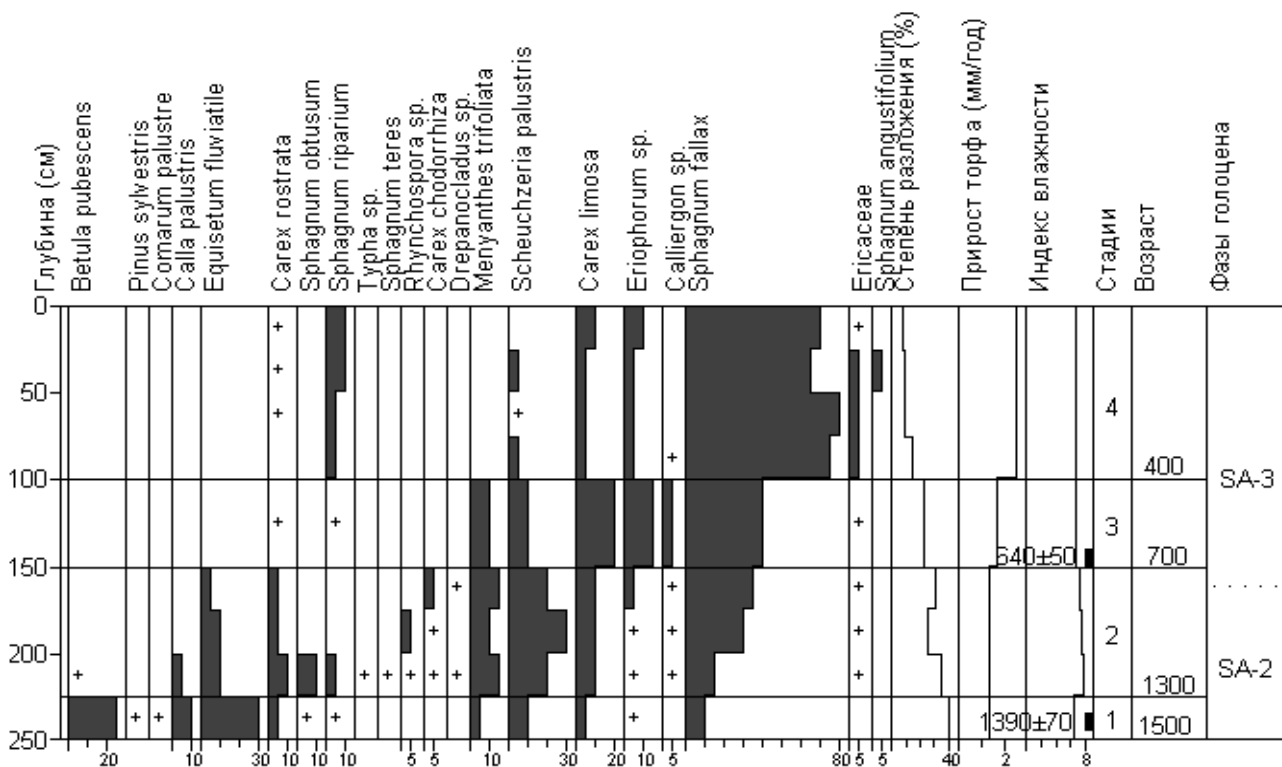


Рис. 8. Диаграмма ботанического состава, степени разложения и прироста торфа, а также индекса влажности реконструированных палеосообществ из западной части болота (разрез Сестрорецкое-3)

Динамика растительности на фоне изменения природной среды в голоцене

Детальные реконструкции динамики сухо-дольной и водно-болотной растительности выполнены с бореального времени до современного на фоне изменений климата, гидрологического режима территории и с учетом ее геоморфологии. Они опираются на 3 спорово-пыльцевые диаграммы озерно-болотных отложений, 3 диаграммы ботанического состава торфа и 11 радиоуглеродных датировок. Для увеличения достоверности реконструкций использованы сведения о составе субрецентных палиноспектров из района исследований и других регионов (авторские и литературные данные), «поправочные коэффициенты» для пыльцы древесных пород [Заклинская, 1951; Филимонова, 2007 и др.]. При характеристике истории развития палеоводоема, а затем Сестрорецкого болота привлечены материалы по хроностратиграфии озерно-болотных отложений, идентификации водорослей *Pediastrum* и пыльцы гидрофитов, динамике зарастания и заторфовывания, степени разложения и прироста торфа, сукцессиям и изменениям индекса влажности реконструированных болотных палеосообществ. Проведенное сопоставление полученной информации с палеоклиматическими показателями, рассчитанными для Ленинградской области В. А. Климановым [Arslanov et al., 1999, 2001], и историей развития Балтики [Малаховский и др., 1993; Субетто и др., 2002, 2007 и др.] дало более полное представление об изменениях палеогеографической обстановки на территории исследования в голоцене.

Бореальный период (ВО: 9300–8000 л.н.) начался при достаточно низких температурах и характеризовался существенным потеплением климата на фоне дефицита влажности. Средние температуры июля были меньше, чем в настоящее время на 1–2 °С, января – на 0,5–2,5 °С и только 8500 л.н. – больше на 0,5 °С; среднегодовое количество осадков – на 25 мм ниже современного уровня или приближалось к нему [Arslanov et al., 1999, 2001].

Выполненная периодизация СПД разреза Сестрорецкое-1 свидетельствует о том, что исследованные озерные глины накопились в бореальное время, когда существовало Анцилово холодноводное озеро, воды которого покрывали значительную часть Карельского перешейка и побережье Финского залива [Клейменова, 2000; Субетто и др., 2002 и др.]. Начало отложения сапропеля в разрезе Сестрорецкое-1 (8130±100 л.н.) и торфа

в разрезе Сестрорецкое-2 (8140±100 л.н.), по-видимому, связано с его регрессией, что согласуется с данными других исследователей [Малаховский и др., 1993; Знаменская и др., 1980 и др.].

Падение уровня воды Анцилового озера вызвало снижение уровня грунтовых вод на территории исследования. Это, а также улучшение климатических условий способствовало активному распространению сосны, которая занимала благоприятные для нее местообитания, внедряясь в березовые и ольхово-березовые сообщества, сформировавшиеся ранее. В первой половине пребореального периода (10300–9300 л.н.) они играли доминирующую роль в растительном покрове Северо-Запада России, в том числе в Ленинградской области, а затем начали постепенно вытесняться сосново-березовыми лесами [Малясова, 1959; Хотинский, 1977; Клейменова, 2000; Arslanov et al., 1999, 2001 и др.].

Полученные палинологические данные свидетельствуют о том, что участие ольхи в бореальных лесах было незначительным. Сосна и береза, будучи более конкурентноспособными и долгоживущими, вытеснили ее во влажные местообитания. Березово-ольховые злаково-папоротниковые сообщества имели ограниченное распространение, занимая небольшие, достаточно увлажненные депрессии с глинистыми и суглинистыми почвами. Близ водоемов встречались березняки с ольхой крупнотравные с участием *Filipendula ulmaria*, *Bistorta major*, *Geum rivale*, *Urtica dioica*, *Apiaceae*, *Polypodiaceae*.

Согласно реконструкциям, в ВО-1 (9300–8900 л.н.) на территории исследования преобладали березово-сосновые и березовые с сосной леса, в наземный покров которых в соответствии с уровнем влажности местообитаний входили кустарнички, осоки, злаки, разнотравье, папоротники, плауны и мхи. В то же время на песчаных и валунных слабо развитых почвах сформировались уже древостои с доминированием сосны. Леса, по-видимому, еще были редкостойные, северотаежного облика, во всяком случае, частично. Об этом свидетельствует значительное участие плаунов (*Diphasiastrum complanatum*, *Huperzia selago*, *Lycopodium annotinum*, *L. clavatum*, *L. dubium*), а также можжевельника в формировании палиноспектров, датированных ВО-1. Уменьшение их роли отмечено в ВО-2 (8900–8300 л.н.) и особенно в ВО-3 (8300–8000 л.н.), что было обусловлено увеличением сомкнутости лесов, которые приобрели к тому времени уже среднетаежный облик.

Установлено, что в первой половине ВО-2 произошло некоторое увеличение в раститель-

ном покрове доли березы, а во второй – сосны, достигшей своего максимального распространения в ВО-3. Характерной особенностью СПД, полученных для Сестрорецкого болота (см. рис. 2, 3), является довольно слабовыраженный максимум пыльцы *Pinus sylvestris* из-за примерно такого же количества в палиноспектрах этого времени пыльцы *Betula* sec. *Albae*. Это свидетельствует о существенной роли березы в районе исследований на протяжении всего бореала, и особенно в лесах, окружающих палеоводоем. В результате значительного снижения его уровня в ВО-3, после 8200 л.н., появились новые территории для расселения пионерной растительности, среди которой береза играла одну из первых ролей. Кроме того, в бореальное время (особенно в потепление 8500 л.н.) увеличение температурных показателей, прежде всего летом, в условиях сухого климата создало пожароопасную обстановку. Этому способствовало также снижение базиса эрозии и, как следствие, уровня грунтовых вод. От пожаров особенно страдали сосновые леса, растущие на песчаных холмах, грядах и равнинах, т. е. в наиболее сухих условиях. Подтверждением лесных пожаров является наличие угольных частичек, пыльцы *Chamaenerion angustifolium* и *Calluna vulgaris* в отложениях этого времени, а также увеличение доли пыльцы *Betula* sec. *Albae* в СПС. Итак, в бореале на территории исследования береза, обладающая высокой конкурентноспособностью и экологической пластичностью, являлась доминантом или содоминантом в лесных сообществах, в числе первых заселяла гари и освободившиеся от воды участки суши, что нашло свое отражение в полученных СПД (см. рис. 2, 3).

В конце ВО-периода сосновые кустарничково-зеленомошные среднетаежные леса монодоминантные и с примесью березы имели преимущественное распространение на песчаных равнинах, вершинах, а также склонах гряд и холмов. В более влажных местообитаниях встречались сосновые и березово-сосновые кустарничково-сфагновые леса, близ водоемов и формирующихся болот – березняки крупнотравные с примесью ольхи и березово-ольховые злаково-папоротниковые сообщества. На грядах произрастали постпирогенные березовые и березово-сосновые разреженные леса с обедненным кустарничково-травяным покровом (с *Calluna vulgaris*).

Присутствие в бореальных отложениях незначительного количества пыльцевых зерен *Ulmus*, *Quercus* и *Tilia* может быть истолковано как появление широколиственных пород на территории исследования. В то же время есть

вероятность и того, что эта пыльца была заносной. С уверенностью лишь можно утверждать, что принесенные ветром или водой их семена, попав в благоприятные условия, вполне могли прорасти и дать начало взрослым особям. Если они встречались, то спорадически, поскольку активному расселению теплолюбивых растений препятствовали еще довольно низкие температуры и недостаток влаги.

Полученные данные свидетельствуют об уменьшении в ВО-3 видового и количественного состава трав группы *Varia* и *Polypodiaceae*, встречаемости *Artemisia*, *Chenopodiaceae* и *Lycopodiaceae*, а также увеличение роли *Cyperaceae* и *Poaceae* вблизи Сестрорецкого палеоводоема.

Наличие в отложениях ВО-1 водорослей *Pediastrum kawraiskyi* и *P. duplex* var. *rugulosum*, а в ВО-2 *P. orientale* свидетельствует о том, что накопление глин шло в довольно еще холодном, глубоководном, олиготрофном водоеме. В ВО-3 наряду с космополитом *P. boryanum* var. *boryanum*, который встречался в исследованных отложениях на протяжении всего бореала, отмечено незначительное количество *P. boryanum* var. *cornutum* и *P. boryanum* var. *longicorne*, которые в настоящее время живут как в чистых, так и в евтрофных водах, а последний – даже в мочажинах болот [Komarek, Jankovska, 2001]. Изменение видового состава зеленых водорослей было вызвано значительным снижением уровня обособившегося палеоводоема, обмелением и улучшением его прогрева, а также зарастанием мелководий. Создавшиеся благоприятные условия способствовали интенсивному развитию планктона, бентоса и гидрофитов, что привело к отложению сапропеля. Его базальный слой в северо-восточной части современного болотного массива (разрез Сестрорецкое-1) датирован возрастом 8130 ± 100 л.н. (см. табл., рис. 5).

Обмелевшие участки палеоводоема активно зарастали водными и болотными растениями (*Nuphar*, *Nymphaea*, *Potamogeton*, *Sparganium*, *Typha angustifolia*, *T. latifolia*; *Calla palustris*, *Carex lasiocarpa*, *C. rostrata*, *C. limosa*, *C. chordorhiza*, *Comarum palustre*, *Drosera*, *Menyanthes trifoliata*, *Naumburgia thyrsoflora*, *Polygonum amphibium*, *Phragmites australis*, *Eriophorum vaginatum*; *Equisetum fluviatile*, *Sphagnum balticum*, *S. fallax*, *Bryales* и др.). В создавшихся для этого условиях началось отложение торфов. Подтверждением этого является радиоуглеродная датировка 8140 ± 100 л.н. базального слоя тростниково-осокового низинного торфа с незначительным количеством макроостатков *Betula*, *Salix* и *Alnus* (см. табл.,

рис. 7) из центральной части современного болотного массива (разрез Сестрорецкое-2). В конце бореала, по-видимому, уже шло накопление торфов в северо-западной и, возможно, других его прибрежных частях. Для проверки этого необходимо провести дополнительные исследования.

Атлантический период (АТ: 8000–4700 л.н.) – время климатического оптимума и значительных изменений гидрологии и растительности. На протяжении этого периода температуры июля были на 0,5–1,5 °С, января – на 0,5–2 °С, среднегодовые – на 0,5–2 °С выше современного уровня; количество осадков – больше на 5–50 мм. Максимальные значения всех показателей отмечены в АТ-3 [Arslanov et al., 1999, 2001].

Развитие растительности в атлантическом периоде проходило в соответствии с изменениями климата и гидрологического режима территории, а также особенностями рельефа. Потепление и увеличение влажности климата в АТ-1 создало условия для расселения широколиственных пород, лещины и ольхи черной. Внедряясь в уже существующие сообщества, они занимали благоприятные местообитания с более богатыми, обеспеченными влагой, но вместе с тем хорошо дренированными почвами. По мере распространения их и соответствующей флористической свиты из травянистых растений происходило становление южной тайги в районе исследования.

В АТ-1 (8000–7000 л.н.) здесь преобладали сосновые и сосново-березовые зеленомошные и крупнотравные леса, в которых по сравнению с бореалом возросло участие теплолюбивых древесных пород, особенно вяза и липы, а в подлеске существенную роль стала играть лещина. В местах с избыточным увлажнением почв, особенно близ озер и болот, широкое распространение имели березово-ольховые и черноольховые влажновысокотравные и злаково-папоротниковые сообщества.

В АТ-2 (7000–6000 л.н.) близ Сестрорецкого болота начала распространяться ель. До этого ее пыльца, присутствующая в отложениях АТ-1 постоянно, но в незначительном количестве (см. рис. 2, 3), скорее всего, поступала с более удаленной территории. Согласно полученным данным, участие ели в составе лесов, окружающих болотный массив, было незначительным на протяжении всего атлантического периода. Доминирующими породами здесь по-прежнему оставались сосна и береза. Последняя также являлась пионером при заселении гарей, возникших в результате лесных пожаров. О том, что они имели место, свидетельствует присутствие угольных частичек, а также пыльцы

Chamaenerion angustifolium и *Calluna vulgaris* в отдельных слоях озерно-болотных отложений, сформировавшихся в АТ-1 и АТ-2. Особенно, по-видимому, страдали сосновые леса, произрастающие на песчаных дюнах. Постпирогенные березняки в процессе естественного возобновления сменялись березово-сосновыми, а затем сосновыми лесами с обедненным кустарничково-травяным покровом (с *Calluna vulgaris*).

В АТ-3 (6000–4700 л.н.), а, возможно, и несколько раньше, широколиственные породы произрастали, по-видимому, не только в виде примеси в различных сообществах, но и образовывали самостоятельные группировки, особенно по берегам Финского залива, Ладожского озера и других более мелких водоемов. В благоприятных местообитаниях встречались небольшие по занимаемой площади участки липняков, дубняков и ильмовых сообществ. Наибольшее распространение, по-видимому, имел вяз, что было в какой-то мере обусловлено более ранним проникновением его на территорию исследования и в целом на Северо-Запад России. Ясень, вероятно, входил в состав широколиственных лесов и черноольшаников. Роль клена в растительном покрове была значительно больше, чем это нашло отражение в СПД Сестрорецкое-1 и Сестрорецкое-2 (см. рис. 2, 3), вследствие плохой сохранности его пыльцы.

В конце атлантического периода широкое распространение имели елово-сосновые и сосново-березовые травяно-моховые и крупнотравные южнотаежные леса с участием *Ulmus laevis*, *U. glabra*, *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*, *Alnus glutinosa*, *A. incana*, *Fraxinus excelsior*, *Populus tremula* и подлеском из *Corylus avellana*, *Frangula alnus*, *Viburnum opulus*, *Salix*, *Lonicera* и *Ribes*. На песчаных дюнах, вершинах, а также склонах гряд и холмов произрастали сосновые и сосново-березовые кустарничково-зеленомошные леса. В депрессиях рельефа с проточным увлажнением и достаточно богатыми почвами, вдоль берегов водоемов, болот встречались черноольшаники с примесью ели, вяза, ясеня, лещины и смородины, а также с влаголюбивым разнотравьем (*Angelica sylvestris*, *Bistorta major*, *Filipendula ulmaria*, *Geum rivale*, *Urtica dioica*, представители *Cyperaceae*, *Poaceae*, *Polypodiaceae* – *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris carthusiana*, *D. cristata*, *Thelypteris palustris* и др.).

Полученные данные (см. рис. 2, 3) свидетельствуют об увеличении в атлантическое время, в сравнении с бореальным, количества таксонов деревьев и кустарников за счет появления теплолюбивых растений. Отмечены изменения в таксономическом составе трав из группы *Varia* и идентичный состав гидрофи-

тов. Пыльца последних наиболее представлена в сапропеле, сформировавшемся в разрезе Сестрорецкое-1 в АТ-1. Тут же встречены водоросли *Pediastrum boryanum* var. *boryanum* и *P. boryanum* var. *longicorne*. В торфяных отложениях обоих разрезов количество и таксономический состав гидрофитов были значительно меньше, а водоросли *Pediastrum* отсутствовали. Здесь зафиксировано максимальное содержание пыльцы *Poaceae* (главным образом за счет *Phragmites australis*), особенно в АТ-2, и довольно высокое пыльцы *Cyperaceae*.

Установлено, что в атлантическом периоде происходило зарастание обмелевшего палеоводоёма тростниковыми, тростниково-осоковыми и древесно-тростниковыми евтрофными сообществами, а также активное накопление торфов. Развитие центральной части болотного массива сопровождалось довольно частыми сукцессионными сменами, о чем свидетельствует стратиграфия торфяной залежи разреза Сестрорецкое-2. В АТ-2 на смену евтрофным сообществам пришли тростниковые и древесно-пушицево-сфагновые мезотрофные, а примерно 5700 л.н. – сосново-сфагновые и пушицево-сфагновые олиготрофные. При этом индекс влажности (ИВ) реконструированных болотных палеосообществ упал с 7,7 до 3,7 и 2,9 соответственно (см. рис. 7). В северо-восточной части болота (разрез Сестрорецкое-1), в середине АТ-3 произошла смена тростниковых евтрофных сообществ (ИВ = 6,9–8,3) на древесно-тростниковые мезотрофные (ИВ = 5–5,4), а на рубеже атлантики и суббореала – на сосново-пушицево-сфагновые олиготрофные (ИВ = 3,6; см. рис. 6).

Полученные данные свидетельствуют о постепенном уменьшении влияния грунтовых вод на развитие Сестрорецкого болота в ходе его роста и понижении уровня болотно-грунтовых вод. Все это вызвало значительные изменения болотной растительности, поэтапный переход ее на олиготрофный тип питания и формирование микрорельефа на болоте. Опережающее развитие имела центральная часть болотного массива. Здесь раньше началось торфонакопление; сукцессионные стадии растительности оказались непродолжительными, а их смены частыми; олиготрофные палеосообщества появились примерно на 1100 лет раньше, чем в исследованной северо-восточной части болота. Значительно ниже был также уровень воды, и, как следствие, выше степень разложения тофа (30–40 %) и небольшой его прирост (0,4 мм/год; см. рис. 7). В целом за АТ-период в центральной части болота (разрез Сестрорецкое-2) накопилось 111 см торфа, причем за АТ-2,3 – 83 см,

тогда как в северо-восточной его части (разрез Сестрорецкое-1; см. рис. 6) – 225 и 200 см, соответственно, при этом в среднем со скоростью 0,9 мм/год.

Суббореальный период (SB: 4700–2500 л.н.) начался с резкого похолодания и уменьшения влажности климата. В SB-1 температуры по отношению к оптимуму голоцена снизились на 2,5–3,0 °С и стали на 1 °С меньше, чем в настоящее время. Однако в SB-2 и SB-3 они вновь превысили современные значения на 0,5–2,0 °С и только в похолодание 3100 л.н. оказались близки или на 0,5 °С выше их. Количество осадков было таким же, как и в настоящее время, или больше на 10–25 мм [Arslanov et al., 1999, 2001]. Все это способствовало увеличению сухости климата и созданию пожароопасной обстановки.

Существенное похолодание и уменьшение влажности климата в начале SB-периода вызвали некоторое сокращение участия широколиственных пород и лещины в составе лесов, что нашло отражение в СПД (см. рис. 2, 3). В то же время полученные данные свидетельствуют, что эти растения были еще достаточно широко представлены в районе исследования в суббореале. При этом в SB-2 (4200–3200 л.н.) их доля в составе лесов несколько возросла, а в SB-3 (3200–2500 л.н.) – снизилась.

Суббореал – время активного распространения ели, которая занимала все благоприятные для нее местообитания. Существенное увеличение ее роли на территории исследования зафиксировано с начала SB-2 (4190±70 л.н., 4130±80 л.н.; см. табл., рис. 2, 3). Именно с этого времени ель становится здесь одной из основных лесообразующих пород, наряду с сосной и березой. Участие последней в растительном покрове наиболее существенным было в SB-1, затем оно несколько снизилось. Установлено, что на протяжении всего суббореала пыльцы *Betula* sec. *Albae* было больше в СПД Сестрорецкое-2 (см. рис. 3). Значительное поступление ее в отложения, по-видимому, происходило с запада и юга окружающей болото территории. Береза входила в состав хвойных и мелколиственных лесов, участвовала в формировании постпирогенных березняков и древесных болотных палеосообществ. Роль сосны была особенно значимой в SB-2, ели – в SB-2 и SB-3. Наибольшее количество их пыльцы отмечено в СПД Сестрорецкое-1 (см. рис. 2), что может свидетельствовать о несколько большей представленности этих пород к северу и северо-востоку от исследованного болотного массива. Сосна также принимала активное участие в облесении болота, что подтверждается находками макроостатков ее коры и хвои в торфе (см. рис. 6, 7).

Максимальное участие ели в растительном покрове отмечено в SB-3 (2780±80, 2730±80 л.н.; см. табл., рис. 2, 3). Она формировала еловые и сосново-еловые леса южнотаежного облика, в состав которых входили широколиственные породы, береза, ольха серая, осина, калина, крушина, жимолость. Широкое распространение в это время, по-видимому, имели ельники зеленомошные и кустарничково-зеленомошные; они произрастали на равнинах и пологих склонах холмов. К долинам рек и ручьев, логовым понижениям с хорошим проточным увлажнением были приурочены ельники крупнотравные с черной ольхой и вязом. Здесь же, но при избыточном увлажнении и по окрайкам болот, возможно, встречались ельники болотно-травяные. Елово-сосновые с березой кустарничково-моховые сообщества занимали достаточно увлажненные нижние части склонов и понижения на супесчаных равнинах. Сосновые кустарничковые и кустарничково-зеленомошные леса произрастали на песчаных равнинах, вершинах, а также склонах гряд и холмов. По берегам озер, рек, ручьев и болот встречались ольхово-березовые сообщества, ивняки, черноольшаники с примесью ели, вяза, ясеня, лещины и смородины, а также влаголюбивым разнотравьем.

Полученные данные (см. рис. 2, 3) свидетельствуют о снижении в суббореале, по сравнению с атлантическим периодом, таксономического и количественного состава широколиственных пород, трав (в том числе и гидрофитов), а также папоротников.

Уменьшение влажности климата в SB-1, снижение базиса эрозии вследствие изостатического подъема земной коры и регрессии Литоринового моря ускорили обмеление небольших водоемов, зарастание их водноболотной растительностью и заторфовывание, а на болотах вызвали уменьшение уровня болотно-грунтовых вод и распространение менее влаголюбивых растительных палеосообществ. В северо-восточной части болота (разрез Сестрорецкое-1; см. рис. 5, 6) на рубеже атлантики и суббореала произошла смена древесно-тростниковых мезотрофных палеосообществ (ИВ = 5–5,5) на сосново-пушицево-сфагновые олиготрофные (ИВ = 3,6–3,7). Уровень воды на болоте в это время упал настолько низко, что сформировался 35-см слой торфа с самой высокой для разреза Сестрорецкое-1 степенью разложения (R = 45–50 %). Из них 20 см накопились за SB-1 со скоростью 0,4 мм/год. В дальнейшем степень разложения торфа уменьшилась, а прирост его увеличился. В SB-2 отложились еще 15 см сосново-пу-

шицево-сфагнового (R = 30 %) и 50-см пушицево-сфагнового (R = 20–25 %) верхних торфов (прирост 0,8 мм/год). С SB-3 началось накопление фускум торфа, имевшего низкую степень разложения (R = 15 %) и потому несколько больший прирост (1,0 мм/год), что способствовало активизации торфонакопления.

В центральной части болотного массива (разрез Сестрорецкое-2; см. рис. 7) в SB-1 шло отложение пушицево-сфагнового, а со времени 4190±70 л.н. сфагново-пушицевого верхних торфов (R = 30 %) со скоростью 0,5 мм/год. Далее, в интервале 4000–3200 л.н. сформировался фускум торф (R = 20 %, прирост 0,9 мм/год). В SB-3 накопилось 50 см пушицево-сфагнового, а затем 25 см пушицевого верхнего торфа; при этом степень разложения торфа увеличилась с 25–35 % до 45 %. Полученные данные свидетельствуют о низком уровне болотно-грунтовых вод в SB-1 и начале SB-2, незначительном подъеме его, продолжавшемся до конца SB-2, и последующем снижении в SB-3.

Установлено, что в центральной части современного болотного массива, близ разреза Сестрорецкое-2 (см. рис. 1) экспансия *Sphagnum fuscum* началась со второй половины атлантического периода и достигла максимума в SB-2 (см. рис. 7). В его северо-восточной части, в месте отбора разреза Сестрорецкое-1, на протяжении SB-1 большее распространение имел *Sphagnum balticum*, в SB-2 – *S. magellanicum* и только с SB-3 – *S. fuscum* (см. рис. 6). Параллельно с увеличением роли сфагнов на болоте в соответствующих СПД (см. рис. 2, 3) отмечено увеличение количества пыльцы *Betula nana* и особенно *Ericales*. Исходя из этого, а также результатов ботанического анализа торфа, можно предположить, что в суббореале в указанных местах исследования Сестрорецкого болота были широко представлены следующие олиготрофные сообщества: на повышениях микрорельефа – кустарничково-сфагновые (*Betula nana* + *Ericaceae* – *Sphagnum fuscum* + *S. magellanicum* + *S. angustifolium*) с редкой сосной и березой, а также сосново-кустарничково-сфагновые, в понижениях – пушицево-сфагновые (*Eriophorum vaginatum* – *Sphagnum balticum* + *S. tenellum* + *S. rubellum*).

Субатлантический период (SA: 2500 л.н. – настоящее время) характеризовался дальнейшим похолоданием климата по отношению к предыдущим двум периодам. Примерно 2500 л.н. температурные показатели стали на 1 °C, а среднегодовое количество осадков на 25 мм ниже современного уровня. В дальней-

шем значения колебались около него, превышая во время потеплений и становясь ниже в похолодания [Arslanov et al., 1999, 2001].

После похолодания 2500 л.н. в районе исследования началось быстрое сокращение участия широколиственных пород в растительном покрове. Это нашло свое отражение в палиноспектрах, сформировавшихся в субатлантическом периоде, особенно в центральной части болотного массива (разрез Сестрорецкое-2). В соответствующей СПД (см. рис. 3), на границе SB/SA зафиксировано уменьшение доли пыльцы *Ulmus*, *Quercus*, *Tilia* и *Corylus*. Далее микрофоссилии этих растений, а также *Acer* и *Fraxinus* отмечены спорадически. В СПД Сестрорецкое-1 (см. рис. 2) они представлены в большем количестве, причем пыльца первых двух пород даже образовала кривые на протяжении SA-1 (2500–1800 л.н.) и SA-2 (1800–800 л.н.). Это, а также сопоставление полученных данных с субрецентными СПС свидетельствует о том, что на территории исследования широколиственные породы сохранились частично в наиболее благоприятных топоэдафических условиях и произрастали там еще в достаточном количестве в малый климатический оптимум голоцена. Дальнейшее снижение их участия в растительном покрове произошло в так называемый «малый ледниковый период» с экстремумом примерно 700 л.н.

Согласно выполненным реконструкциям, в районе исследования на протяжении SA-1, местами – до конца SA-2 по-прежнему широко распространение имели еловые и сосново-еловые кустарничково-зеленомошные и травяные южнотаежные леса с примесью березы и ольхи, а также присутствием в древостое широколиственных пород (*Acer platanoides*, *Tilia cordata*, *Ulmus glabra*, *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*), осины, а в подлеске – лещины, калины, крушины, ивы и жимолости. Наиболее представлены они, по-видимому, были к северу и северо-востоку от Сестрорецкого болота, что нашло отражение в СПД Сестрорецкое-1 (см. рис. 2).

Существенный вклад в растительный покров вносили также елово-сосновые, сосновые и мелколиственные леса. Особенно значима была роль сосны на песчаных грядках, холмах и равнинах (древних береговых валах и дюнах). Редкий сосновый лес произрастал также на грядках, которые и в настоящее время пересекают болотный массив в направлении с северо-запада на юго-восток (см. рис. 1). Это, а также участие сосны в облесении болота, о чем свидетельствуют находки ее хвои и коры в торфе (см. рис. 6, 7), вызвали локальное увеличение доли ее пыльцы в палиноспектрах, сфор-

мировавшихся на протяжении SB-2 в разрезе Сестрорецкое-2 (см. рис. 3).

Мелколиственные леса встречались близ озер, болот и по речным долинам. Здесь же, в местах с наиболее богатыми почвами и проточным увлажнением, произрастали ивняки и черноольшаники с примесью ели, вяза, ясени, лещины и жимолости, а также влаголюбивым разнотравьем. Черная ольха заходила, по-видимому, и на болото. Особенно много ее пыльцы, а также пыльцы ольхи серой поступало на протяжении первой половины SA-2 в глинистые, а затем торфяные отложения в западной части болота, что нашло отражение в СПД Сестрорецкое-3 (см. рис. 4) и свидетельствует о присутствии этих пород в ближайшем окружении. В дальнейшем их участие в близ расположенных лесных сообществах несколько уменьшилось, в то время как березы, а затем сосны возросло.

В SA-3 (800 л.н. – настоящее время) произошло увеличение доли мелколиственных лесов в растительном покрове района исследований. В значительной степени это было обусловлено активным освоением территории человеком, главным образом, особо благоприятных экотопов на побережьях Финского залива, озер, а также вдоль рек. Ельники, занимавшие территории с более богатыми почвами, вырубались или выжигались под пашни. Сосну использовали изначально как строительный материал, на дрова и для получения древесного угля. В результате активной хозяйственной деятельности человека коренные леса были в основном уничтожены, и на их месте появились населенные пункты, луга, пастбища и пашни, а также разнообразные производные леса. Некоторые из последних образовались в результате выборочной рубки, другие – в связи с ликвидацией некоторых деревьев и зарастанием бывших сельскохозяйственных угодий, а также мест лесозаготовок березой, ольхой, осинкой и другими древесными породами. В настоящее время березовые и сосново-березовые сообщества произрастают близ карьеров, вдоль железнодорожных и автомобильных дорог. Береза как пионер принимает участие в заселении гарей и в облесении болот. Она входит в состав березово-черноольховых топей в западной, северо-западной и восточной периферии Сестрорецкого болота. Здесь же, а также в дельтах и заболоченных поймах рек встречаются ивняки.

Изменения в составе лесов нашли отражение во всех 3-х полученных СПД (см. рис. 2–4). Однако они в диаграммах несколько сглажены за счет значительного поступления в торфяные отложения пыльцы *Pinus sylvestris* из

окружающих болото елово-сосновых лесов, разреженных сосняков, растущих на песчаных дюнах, а также из сосново-кустарничковых болотных сообществ. Наибольшее увеличение доли пыльцы *Betula* sec. *Albae* отмечено в СПД центральной части болотного массива (см. рис. 3), а резкое падение кривой пыльцы *Picea* – в СПД Сестрорецкое-1 (см. рис. 2). Последнее свидетельствует о том, что с начала SA-3 роль еловых лесов к северо-востоку от болота значительно сократилась, в частности, на слабоволнистой озерно-ледниковой террасе, примыкающей к нему с этой стороны. К западу от болотного массива участие ели в составе лесов к тому времени было еще меньше (см. рис. 4).

Следует отметить, что в отложениях разреза Сестрорецкое-1 угольные частички были встречены в незначительном количестве, Сестрорецкое-2 – в несколько большем, причем в тех слоях, где зафиксировано существенное локальное уменьшение количества пыльцы *Pinus sylvestris* (см. рис. 3) на фоне достаточно высокого и практически одинакового ее содержания в двух других СПД (см. рис. 2, 4). Возможно, это в какой-то степени связано с пожарами, неоднократно имевшими место на дюнах, в том числе и на песчаных грядах с сосновым лесом в северо-западной его части. В настоящее время здесь наряду с разреженными сухими сосняками встречаются вересковые гари, а также восстанавливающиеся на горячех сосновые вересковые молодняки.

Анализ палинологических данных показал, что в субатлантическом периоде и особенно в SA-3, по сравнению с суббореалом, увеличился таксономический состав трав группы *Varia*. В отложениях этого времени в большем количестве отмечена пыльца *Artemisia*, *Chenopodiaceae* (в том числе *Atriplex patula*, *Chenopodium album*, *C. rubrum*), *Rumex*; встречена пыльца *Chamaenerion angustifolium*, *Brassicaceae*, *Cerealia*, *Fabaceae*, *Plantago*, *Ranunculus*, *Urtica dioica* и других таксонов. Среди *Asteraceae* идентифицированы *Artemisia* и *Tanacetum*, выделены пыльцевые типы *Aster* (включает *Aster*, *Erigeron*, *Solidago* и др.) и *Cichorium* (*Cichorium*, *Crepis*, *Hieracium*, *Sonchus*, *Taraxacum*), подтип *Serratula* (*Arctium*, *Carduus*, *Cirsium*). Представители выше названных таксонов произрастают в настоящее время близ жилья, на сельскохозяйственных угодьях (кормовые травы, зерновые и овощные культуры, а также сорняки), на горячех, пустошах, залежах и свалках, вдоль железнодорожных и автомобильных дорог. Поэтому находки их пыльцы, данные по их количественному составу и динамике пыльцы древесных пород (см. рис. 2–4),

могут в какой-то степени свидетельствовать об антропогенном воздействии на ландшафты региона в SA-2 и об увеличении его в SA-3. Следует отметить, что на Сестрорецком болоте и близ него антропогенная нагрузка по ряду причин была несколько меньше, чем на окружающей территории. Непосредственное влияние на развитие самого болотного массива оказало создание искусственного озера (водохранилища) Сестрорецкий Разлив в XVIII веке.

В настоящее время большая часть Сестрорецкого болота находится на олиготрофной и мезоолиготрофной стадиях развития. Установлено, что в местах палеоботанических исследований в его центральной и северо-восточной частях (см. рис. 1: скв. 1 и 2) на протяжении всего субатлантического периода были распространены олиготрофные сообщества: на повышениях микрорельефа – кустарничково-сфагновые (*Betula nana* + *Ericaceae* – *Sphagnum fuscum* + *S. magellanicum* + *S. angustifolium*) с редкой сосной и березой, а также сосново-кустарничково-сфагновые, в понижениях – пушицево-сфагновые (*Eriophorum vaginatum* + *Sphagnum balticum*, *S. cuspidatum*, *S. tenellum*, *S. rubellum*).

В западной части современного болотного массива, в месте отбора разреза Сестрорецкое-3 (см. рис. 1) и в ближайшем окружении в начале SA-2, согласно полученным данным (см. рис. 4), произрастали березово-ольховые палеосообщества, ивняки и черноольшаники с примесью вяза, лещины и смородины, а также влаголюбивым разнотравьем (*Bistorta major*, *Comarum palustre*, *Filipendula ulmaria*, *Geum rivale*, *Naumburgia thyrsoflora*, *Polygonum amphibium*, *Urtica dioica*, *Apiaceae*, *Polypodiaceae*). Далее здесь, вероятно, в результате уменьшения проточности и подъема уровня грунтовых вод создались условия для распространения болотных травянистых растений и накопления торфов. В интервале 1500–1300 л.н. прямо на глине сформировался 25-см слой древесно-хвощового низинного торфа (см. рис. 8). Он сразу же сменился переходными торфами: сфагново-тростниковым, затем сфагново-шейхцериевым, сфагново-травяным и сфагновым. Всего за 1500 лет здесь накопилось 250 см торфа, прирост которого в среднем составил 1,7 мм/год, причем в последние 400 лет – 2,5 мм/год. Все расчеты и периодизация СПД Сестрорецкое-3 (см. рис. 4) выполнены с использованием 2-х радиоуглеродных датировок (см. табл.). По сравнению с двумя другими СПД (см. рис. 2, 3) здесь нет каких-либо резких изменений в спектрах пыльцы древесных растений примерно за последние 1300 лет, и соответствующие им кривые имеют несколько «сглаженный»

вид (см. рис. 4). Зафиксированные различия в видовом и количественном составе пыльцевых зерен некоторых кустарников, кустарничков, трав и споровых растений узколокального характера. Примерно 200 лет назад отмечено снижение доли пыльцы *Betula nana*, *Ericales* и спор *Sphagnum*. Это, а также высокий линейный прирост торфа, по-видимому, связаны с затоплением западной части болота, в том числе и места отбора разреза Сестрорецкое-3, водой искусственного озера Сестрорецкий Разлив в конце XVIII века. После постройки новой плотины в начале XIX века очертания водохранилища и болота стали близки современным [Беликов, 1999].

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что в бореальное время на восточном побережье Финского залива шло распространение сосновых лесов, достигшее максимума в ВО-3 (8130±100 л.н., 8140±100 л.н.). С атлантического периода началось активное расселение широколиственных пород, лещины и ольхи черной. В климатический оптимум голоцена (АТ-3) их участие в растительном покрове было наибольшим, после него – постепенно снизилось. Появление ели в составе лесов зафиксировано с АТ-2, существенное увеличение ее роли на территории, окружающей Сестрорецкое болото, – с начала SB-2 (4190±70 л.н., 4130±80 л.н.) до максимума в SB-3 (2780±80, 2730±80 л.н.). Еловые и сосново-еловые леса южнотаежного облика наибольшее распространение имели к северу и северо-востоку от болотного массива, причем до конца SA-2. Характерным для территории исследования с бореала до современности является произрастание сосновых и мелколиственных лесов на древних береговых валах и дюнах, в том числе и на пересекающих болото в направлении с северо-запада на юго-восток. Существенную роль в растительном покрове всегда играла береза, в меньшей степени ольха. Они входили в состав хвойных и мелколиственных лесов, в числе первых заселяли освободившиеся от воды участки суши, гари, участвовали в облесении болот, зарастании территорий бывших деревень и сельскохозяйственных угодий, вырубок, обочин железнодорожных и автомобильных дорог. Мелколиственные леса в настоящее время широко представлены близ Сестрорецкого болота, по долинам реки Сестра и Черной речки, а также по берегам водохранилища Сестрорецкий Разлив. На заболоченных поймах и дельтах рек встречаются ивняки и березово-черноольховые сообщества.

Данные по хроностратиграфии исследованных отложений свидетельствуют о том, что озерные глины, залегающие в северо-восточной части котловины современного болотного массива, накопились в бореальное время, когда существовало Анциловое холодноводное озеро. Начало отложения сапропеля в отобранном здесь разрезе Сестрорецкое-1 (8130±100 л.н.) и торфа в разрезе Сестрорецкое-2 (8140±100 л.н.) из центральной, приподнятой части болота, по-видимому, связано с регрессией палеоводоёма. В первом из них торфонакопление зафиксировано примерно на 1100 лет позже (конец АТ-1), чем во втором, а в разрезе Сестрорецкое-3 из западной части болота – еще спустя 5600 лет (середина SA-2). Средний линейный прирост торфа в местах бурений составил 0,9, 0,5 и 1,7 мм/год соответственно. Установлено, что на формирование Сестрорецкого болота, его зарастание и заторфовывание, сукцессии болотной растительности оказали влияние климат, палеогеография и геоморфология территории, а также антропогенное воздействие.

Автор выражает сердечную благодарность А. И. Резникову за приглашение участвовать в комплексных исследованиях; ему же, а также О. Е. Степочкиной и В. А. Смагину за отбор палеоботанического материала; Н. В. Стойкиной, выполнившей анализ ботанического состава торфа, сотрудникам лаборатории палеогеографии и геохронологии четвертичного периода факультета географии и геоэкологии СПбГУ (зав. лаб. Х. А. Арсланов) за радиоуглеродное датирование образцов и С. А. Кутенкову за использование разработанной им компьютерной программы для построения диаграмм ботанического состава торфа.

Литература

- Беликов В. В. Искусственное водохранилище «Озеро Сестрорецкий Разлив» (концепция сохранения). СПб., 1999. 147 с.
- Бобров А. Е., Куприянова Л. А., Литвинцева М. В., Тарасевич В. Ф. Споры папоротникообразных и пыльца голосеменных и однодольных растений флоры европейской части СССР. Л.: Наука, 1983. 208 с.
- Елина Г. А., Юрковская Т. К. Методы определения палеогеографического режима как основа объективизации причин сукцессий растительности болот // Ботан. журн. 1992. Т. 77, № 7. С. 120–124.
- 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 геол. наук АН СССР, сер. Геол. 1951. Вып. 127. № 48. 99 с.
- Знаменская О. М., Вишневецкая Е. М., Клейменова Г. И., Малаховский Д. Б. Памятник неживой природы

Ленинградской области – обнажение на Черной речке (по палинологическим и диатомовым исследованиям) // Проблемы окружающей среды. Межвузовский сборник ЛГУ. Л., 1980. С. 133–156.

Кац Н. Я., Кац С. В., Скобеева Е. И. Атлас растительных остатков в торфах М.: Недра, 1977. 376 с.

Клейменова Г. И. Реконструкция палеогеографических обстановок в голоцене на северо-западе России // Вестник СПбГУ. 2000. Сер. 7, вып. 4. № 31. С. 48–59.

Клейменова Г. И., Вишневская Е. М., Долуханов П. М., Латышева Н. М. К палеогеографии северо-восточного побережья Финского залива в среднем и позднем голоцене // Изв. ВГО. 1988. Т. 120, вып. 4. С. 302–314.

Короткина М. Я. Ботанический анализ торфа // Методы исследования торфяных болот. Ч. 2. Лабораторные и камеральные работы. М.: Труды ЦТОС. Т. 4. В. 2. 1939. С. 5–60.

Куприянова Л. А., Алешина Л. А. Пыльца и споры растений флоры европейской части СССР. Т. 1. Л.: Наука, 1972. 171 с.

Куприянова Л. А., Алешина Л. А. Пыльца двудольных растений флоры европейской части СССР. Lamiales – Zygophyllaceae. Л.: Наука, 1978. 184 с.

Малаховский Д. Б., Арсланов Х. А., Гей Н. А., Джиноридзе Р. Н. Новые данные по истории возникновения Невы // Эволюция природных обстановок и современное состояние геосистемы Ладожского озера. СПб.: Рос. геогр. об-во, 1993. С. 74–84.

Малясова Е. С. Палеоботаническая характеристика голоценовых отложений Карельского перешейка // Сборник по палеогеографии и стратиграфии четвертичных отложений. Л., 1959. С. 30–53.

Малясова Е. С., Спиридонова Е. А. Новые данные по стратиграфии и палеогеографии голоцена Карельского перешейка // Baltica. Вильнюс, 1965. Т. 2. С. 115–123.

Марков К. К. Поздне- и послеледниковая история окрестностей Ленинграда на фоне поздне- и послеледниковой истории Балтики // Тр. комис. по изучению четвертичного периода. 1934. IV, вып. 1. С. 5–70.

Минкина Ц. И., Варлыгин П. Д. Определение степени разложения торфа // Методы исследования торфяных болот. Ч. 1. М., 1939. С. 115–138.

Палеопалинология. Т. 1. Методика палинологических исследований и морфология некоторых ископаемых спор, пыльцы и других растительных микрофоссилий // Тр. ВСЕГЕИ. 1966. Вып. 141. 351 с.

Пыльцевой анализ / Под ред. И. М. Покровской. М.: Госгеоиздат, 1950. 571 с.

Субетто Д. А., Севастьянов Д. В., Савельева Л. А., Арсланов Х. А. Донные отложения озер Ленинградской области как летопись Балтийских трансгрессий и регрессий // Вестник СПбГУ. 2002. Сер. 7, вып. 4. № 31. С. 75–85.

Субетто Д. А., Сапелко Т. В., Кузнецов Д. Д. и др. История формирования стока из Ладожского озера: новые палеолимнологические данные // Радиоуглерод в археологических и палеоэкологических исследованиях. (Материалы конференции, посвященной 50-летию радиоуглеродной лаборатории ИИМК РАН). СПб., 2007. С. 381–403.

Филимонова Л. В. Отражение состава современной растительности в палиоспектрах средней тайги Карелии // Биоразнообразие, охрана и рациональное использование растительных ресурсов Севера. Материалы XI Перфильевских научных чтений, посвящ. 125-летию со дня рождения И. А. Перфильева. Ч. 1. 2007. С. 278–282.

Хотинский Н. А. Голоцен северной Евразии. М.: Наука, 1977. 200 с.

Хотинский Н. А. Радиоуглеродная хронология и корреляция природных и антропогенных рубежей голоцена // Новые данные по геохронологии четвертичного периода. М.: Наука, 1987. С. 39–45.

Arslanov Kh. A., Saveljeva L. A., Gey N. A., Klimanov V. A. et al. Chronology of vegetation and paleoclimatic stages of northwestern Russia during the late glacial and Holocene // Radiocarbon. 1999. Vol. 41. N 1. P. 25–45.

Arslanov Kh. A., Saveljeva L. A., Klimanov V. A. et al. New data on chronology of landscape-paleoclimatic stages in northwestern Russia during the late glacial and Holocene // Radiocarbon. 2001. Vol. 43. N 2B. P. 581–594.

Grimm E. S. TILIA and TILIA GRAPH: Pollen spreadsheet and graphics program // 8th International Palynological Congress. Programm and Abstracts. Aix-en-Provence, France, 1992. 56 p.

Komarek J., Jankovska V. Review of the green algal genus *Pediastrum*: implication for pollenanalytical research // Bibliotheca phycologica. Band 108. Berlin; Stuttgart: Cramer, 2001. 127 p.

Miettinen A., Saveljeva L., Subetto D. A. et al. Palaeoenvironment of the Karelian Isthmus, the easternmost part of the Gulf of Finland, during the Litorina Sea stage of the Baltic Sea history // Boreas. 2007. Vol. 36. P. 1–18.

Moore P. D., Webb J. A., Collinson M. E. Pollen analysis // Second edition. Blackwell Science. London, Malden, Carlton, 1991. 216 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Филимонова Людмила Владимировна

старший научный сотрудник, к. б. н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: filimonovaluda@mail.ru
тел.: (909) 5709045, (8142) 571879

Filimonova, Lyudmila

Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy
of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: filimonovaluda@mail.ru
tel.: (909) 5709045, (8142) 571879