

УДК 561:551.794(268.52)

## ПАЛИНОСТРАТИГРАФИЯ ВЕРХНЕЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОСТРОВА СВЕРДРУП (КАРСКОЕ МОРЕ)

© 1995 г. П.Е. Тарасов \*, А.А. Андреев \*\*, Ф.А. Романенко \*, Л.Д. Сулержицкий \*\*\*

\* *Московский государственный университет 119899 Москва, Ленинские горы, Россия*

\*\* *Институт географии РАН, 109017 Москва, Старомонетный пер., 29, Россия*

\*\*\* *Геологический институт РАН, 109017 Пыжжевский пер., 7, Россия*

Поступила в редакцию 23.09.93 г.

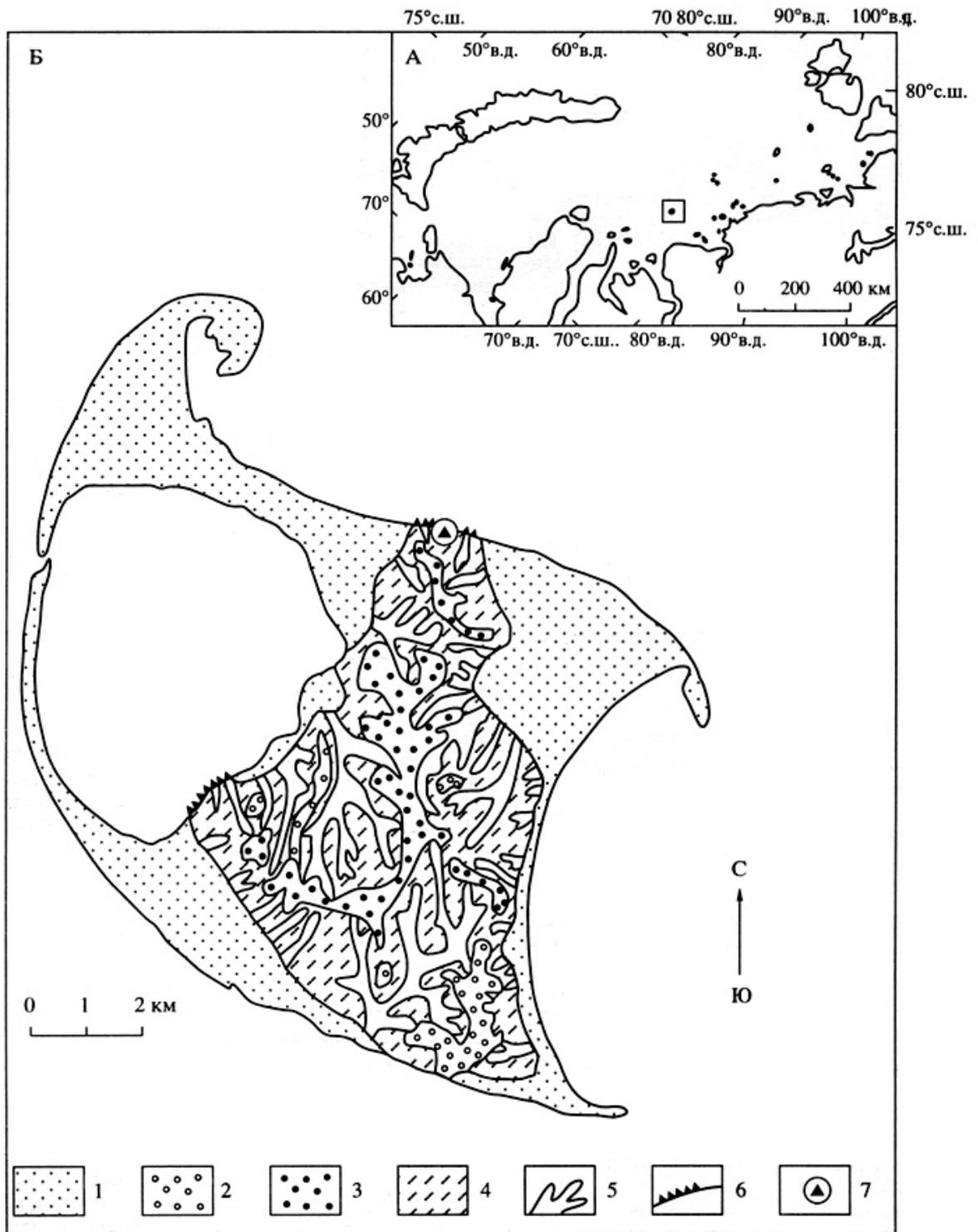
Первые спорово-пыльцевые и радиоуглеродные данные, полученные по погребенному торфянику с о. Свердруп, позволили реконструировать ландшафтно-климатическую обстановку в этом регионе 9500 - 12000 лет назад и по новому взглянуть на проблему позднечетвертичного оледенения на шельфе Карского моря. Установлено три этапа развития растительности и климата: относительно теплый и влажный этап с современной тундровой растительностью, соответствующий аллереду; этап холодного и сухого климата, характеризуемый усилением роли ксерофильной растительности, соответствующий позднему дриасу; наиболее теплый этап, относящийся к началу предбореального периода голоцена, когда максимальное развитие получила древесно-кустарниковая растительность. Имеющиеся данные свидетельствуют об отсутствии позднеплейстоценового (сартанского) ледникового покрова на шельфе Карского моря.

**Ключевые слова.** Сартанское оледенение, шельф, палиностратиграфия, поздний плейстоцен, голоцен, радиоуглеродное датирование.

Палинологические материалы из высокоширотных районов Сибири, и в первую очередь данные палеоботанического анализа торфяников, относящиеся к концу позднеледниковья и началу голоцена, весьма немногочисленны [Макеев, Ропотаева, 1988; Украинцева и др., 1989; Макеев и др., 1992] и представляют большой интерес для ландшафтных и климатических реконструкций. Особую значимость эти данные имеют при рассмотрении вопросов оледенения на арктическом шельфе в позднем плейстоцене. Судя по современным глубинам шельфа Карского моря, о. Свердруп в позднем плейстоцене был частью материка. Уровень Мирового океана 11-13 тысяч лет назад находился на отметках -40 - -60 м [Каплин, 1975]. Эратические валуны, а также экзарационно-аккумулятивные формы рельефа, описанные на островах Свердруп и Кирова [Дибнер, Захаров, 1970], дают основание предполагать, что они подвергались в прошлом оледенению, которое, по мнению ряда исследователей

[Геоморфологическое районирование СССР., 1980; Гросвальд, 1983], считается позднечетвертичным (сартанским). По другим данным [Данилов, 1987; Данилов, Полякова, 1989; Макеев и др. 1992], шельфовые районы были свободны от позднеплейстоценового ледникового покрова. Новые спорово-пыльцевые и радиоуглеродные данные, полученные нами по погребенному торфянику с острова Свердруп, позволяют реконструировать ландшафтно-климатическую обстановку, существовавшую в этом регионе 9500 - 12000 лет назад.

Полевые исследования и отбор образцов осуществлялись Ф.А. Романенко (Географический факультет МГУ) в июле - августе 1992 года во время работ Арктической экспедиции Института эволюционной морфологии и экологии животных им. Северцова РАН. Палинологический анализ и интерпретация спорово-пыльцевых спектров выполнены А.А. Андреевым (Институт географии РАН) и П.Е. Тарасовым (Географический факультет МГУ), а радиоуглеродное



**Рис. 1.** Географическое положение (А) и геоморфологическая карта-схема (Б) острова Свердруп.  
 1 – современная морская терраса (0 - 2 м); 2 – терраса высотой 12 - 18 м; 3 – терраса высотой 22 - 28 м; 4 – склоны;  
 5 – долины временных водотоков; 6 – обрывы; 7 – местоположение исследованного разреза.

датирование Л.Д. Сулержицким (Геологический институт РАН). Анализ ботанического состава торфа выполнен в лаборатории ПГО «Торфгеология» при содействии О.Н. Успенской. Данные о современной флоре предоставлены участником экспедиции Ю.П. Кожевниковым (Ботанический институт РАН).

Остров Свердруп (74° 30' с.ш., 79° 30' в.д.) расположен на мелководном шельфе Карского моря, в 110 км от побережья (рис. 1 А) и входит в геоморфологическую подобласть Ямало-Гыданской отмели. Глубины моря в этом районе не превышают 15-25 м, а 50-м изобата лишь на севере приближается к острову на 150 км.

Остров был открыт 18 августа 1893 г. с борта знаменитого «Фрама» и назван Ф. Нансеном в честь капитана корабля. Первую высадку осуществили в августе 1933 г. участники экспедиций на ледокольных пароходах «Сибиряков» и «Русанов». Тогда же Я.Я. Гаккелем и В.И. Влодавцом было сделано описание рельефа и геологического строения [Влодавец, 1933].

Площадь острова, поверхность которого представляет собой аккумулятивную террасированную равнину, сильно расчлененную овражно-балочной сетью (рис. 1 Б), около 70 км. Примерно треть ее составляют обширные песчаные косы высотой до 2 м над уровнем моря. Максимальная отметка (33 м над уровнем моря) находится в центральной части острова. Коренные породы представлены верхнемеловыми континентальными отложениями, перекрытыми валунами и гравийно-галечными песками и суглинками четвертичного возраста [Дибнер, Захаров, 1970; Геоморфологическое районирование СССР, 1980]. Погребенный торфяник находится в северной части острова, на высоте 7-8 м над уровнем моря, приблизительно в 6 м от уреза.

Средние температуры июля на острове составляют 0.4-3.5°C, января -26 -28°C, осадков выпадает 200-300 мм в год. Продолжительность безморозного периода не превышает 20-30 суток [Справочник по климату СССР, 1967, 1969]. Крайне

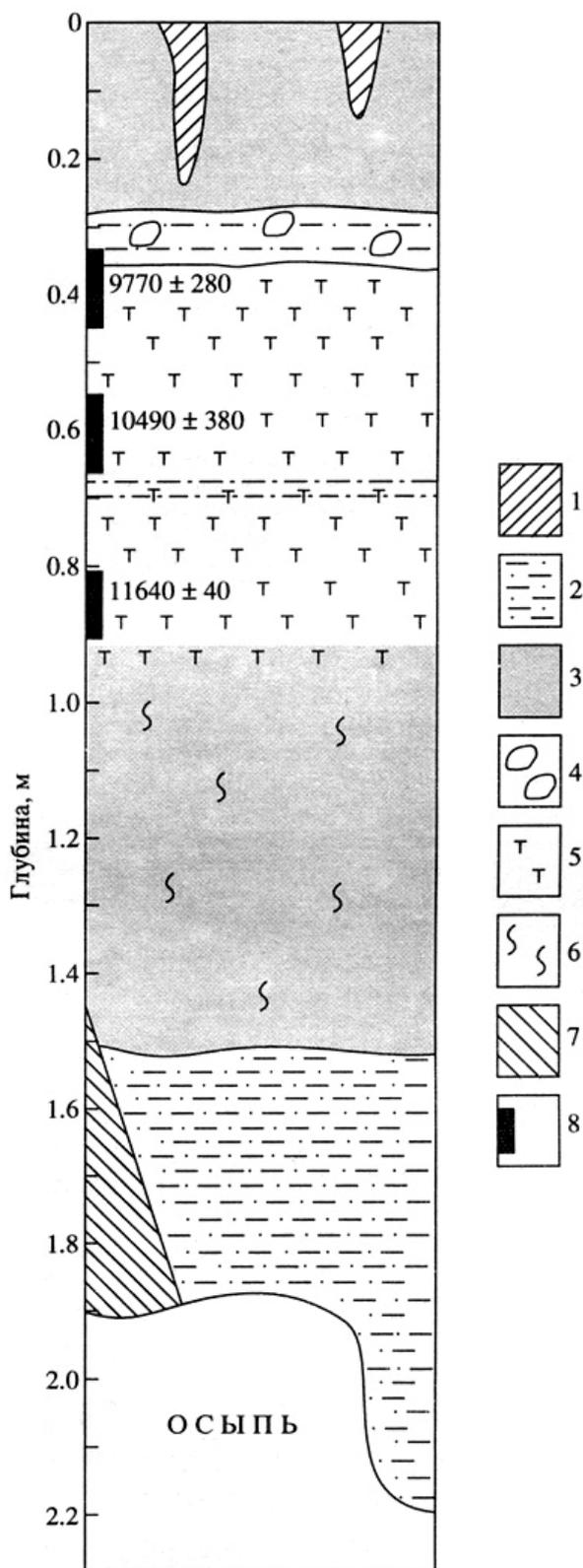


Рис. 2. Разрез рыхлых отложений северного берега острова Свердруп.

1 – суглинок; 2 – супесь; 3 – мелкозернистый песок; 4 – галька; 5 – торф; 6 – жильный лед; 7 – коренные породы; 8 – участки отбора образцов для <sup>14</sup>C датирования.

суровые климатические условия позволяют существовать здесь лишь растительным сообществам арктических пустынь.

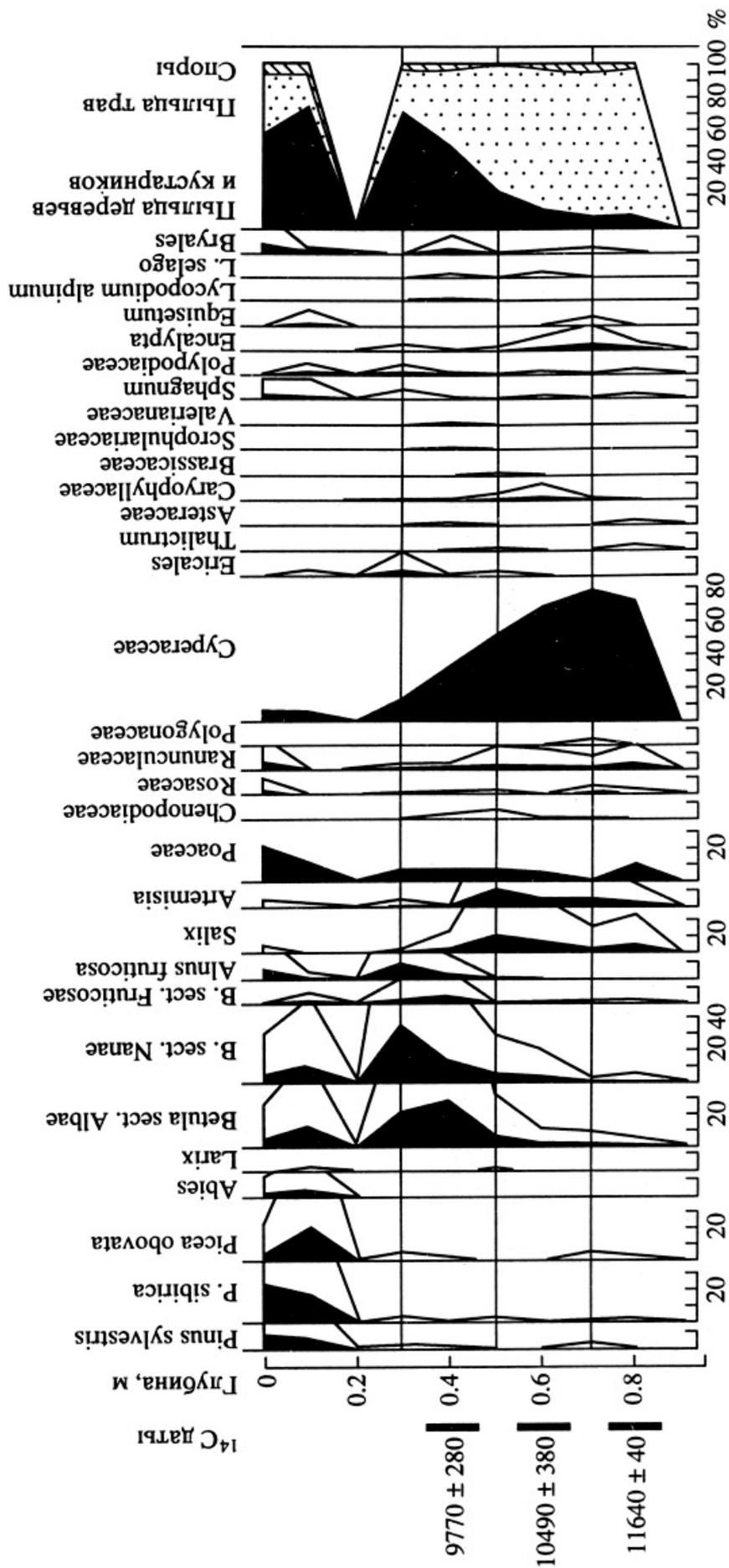


Рис. 3. Спорово-пыльцевая диаграмма погребенного торфяника на о. Сводруп. Доля таксонов с малым процентным содержанием дополнительно показана линиями с увеличением масштаба в 5 раз.

Сосудистая флора острова чрезвычайно скудна и насчитывает 34 таксона, относящихся к семействам Cyperaceae, Poaceae, Ranunculaceae, Juncaceae, Polygonaceae, Caryophyllaceae, Rosaceae, Saxifragaceae, Brassicaceae, Salicaceae, Papaveraceae и Scrophulariaceae. Мхи и лишайники представлены соответственно 27 и 33 видами.

Образцы для палинологического анализа были отобраны после зачистки берегового уступа из ненарушенной толщи отложений, мощностью 2.2 м, через каждые 10 см (рис. 2). Их последующая обработка для выделения пыльцы и спор осуществлялась по стандартной методике [Гричук, Заклинская, 1948] в лаборатории новейших отложений и палеогеографии плейстоцена МГУ. Спорово-пыльцевые спектры просмотрены на микроскопе Neovar 2 при 400-кратном увеличении. Образцы торфа оказались богаты пылью, в то время как образцы, отобранные из перекрывающих, исключая пробы с глубины 10 см и с поверхности, и подстилающих торфяник песчаных горизонтов, практически не содержали четвертичных палиноморф. При этом количество переотложенных древних спор в подстилающих песках достигало 20 зерен на стекло. Было решено, что образцы, палинологически очень бедные, к тому же содержащие много переотложенных палиноморф, исключаются из дальнейшего рассмотрения. В остальных образцах среднее количество подсчитанных микрофоссилий превышает 200 зерен. Пыльцевая диаграмма (рис. 3) построена с помощью программы TiliaGraph. Расчет процентных соотношений компонентов палиноспектра велся от суммарного количества пыльцы и спор, взятого за 100%.

Образцы на радиоуглеродный анализ отбирались из торфяной части разреза (0.3-1.9 м) через каждые 10-15 см. Из тех же горизонтов были взяты образцы для исследования ботанического состава торфа. Радиоуглеродные даты определены методом счета на жидкостно-сцинтилляционных установках по бензолу, полученному из радиоуглерода щелочных

вытяжек [Арсланов, 1987] в лаборатории геохимии изотопов и геохронологии Геологического института РАН.

В основании исследованного разреза (рис. 2) вскрыта 1.3 м толща песков и супесей с включениями жильного льда. Эти отложения содержат очень небольшое количество четвертичных палиноморф, что не позволяет сделать достоверных выводов о времени их накопления. Относительно высокое содержание переотложенных мезозойских спор свидетельствует о генетической связи рассматриваемой толщи с коренными верхнемеловыми породами и, скорее всего, об ее эоловом происхождении. Можно предположить, что время образования ледяных клиньев в исследованном разрезе соответствует максимальной стадии позднеплейстоценового похолодания, когда на осушенных пространствах Карского шельфа в условиях крайне континентального климата активно протекали эоловые и мерзлотные процессы. Такое предположение хорошо согласуется с выводами других авторов [Данилов, 1987; Данилов, Полякова, 1989] об отсутствии позднеплейстоценового ледникового покрова на севере Западной Сибири.

Выше по разрезу залегает горизонт погребенного торфа (0.3-0.9 м), нижний слой которого на глубине 0.8-0.9 м, имеет радиоуглеродный возраст  $11640 \pm 40$  лет назад (ГИН-7625). Таким образом, накопление осокового низинного торфа началось в аллереде (около 12000 лет назад). Судя по составу спорово-пыльцевых спектров, в растительности того времени, наряду с сообществами, в которых доминировали типичные для современной тундры представители Poaceae, Cyperaceae, Salix, Ranunculaceae, Rosaceae, Polygonum, Caryophyllaceae, Valeriana, Bryales существовали степные или остепненные ассоциации с участием Artemisia, Chenopodiaceae, Asteraceae. Единичность находок пыльцевых зерен ели, сосны, древесных и кустарниковых берез свидетельствует о том, что их присутствие связано с дальним заносом. Содержание пыльцы этих древесных пород в несколько раз меньше, чем в субфоссильном спектре,

что позволяет говорить о большей удаленности их ареалов по сравнению с современностью. Березы sect. *Nanae*, хотя и произрастали на поверхности торфяника (это подтверждается и находками макроостатков), но имели слабую пыльцевую продуктивность. Климат аллереда был суше современного, летние температуры превышали современные, а зимние, напротив, были намного ниже. Начавшийся в аллереде процесс торфонакопления и характер относящихся к этому времени спорово-пыльцевых спектров однозначно свидетельствуют о существенном улучшении климата и об отсутствии ледникового покрова на о. Свердруп в конце позднеледниковья.

Позднеледниковое похолодание существенно сказалось на характере спорово-пыльцевых спектров, в которых значительно возрастает доля *Artemisia*, *Chenopodiaceae* и *Salix*. Изменился и состав торфа, ботанический анализ которого показывает большую роль зеленых мхов в составе болотной растительности. Для горизонта торфа с глубины 0.55-0.66 м получена радиоуглеродная дата  $10490 \pm 380$  лет назад (ГИН-7626). Усиление роли полынных и маревых группировок в растительности позднего дриаса свидетельствует о существенном иссушении климата. Увеличение содержания пыльцы ив и берез sect. *Nanae*, находки их макроостатков в торфе позволяют говорить об усилении роли кустарниковых ценозов на поверхности торфяника, что также является свидетельством менее влажных условий по сравнению с аллередом.

Раннепредбореальное потепление ознаменовалось резкой сменой характера пыльцевых спектров. Доминирующую роль в них стала играть пыльца деревьев и кустарников, а пыльца степных видов практически исчезает из спектров. Ботанический состав торфа существенно не меняется, можно отметить лишь исчезновение макроостатков берез, что объясняется увеличением обводненности торфяника и исчезновением кустарниковых ценозов с его поверхности. Радиоуглеродная датировка слоя торфа на

глубине 0.35-0.45 м -  $9770 \pm 280$  лет назад (ГИН - 7627) и дата -  $10490 \pm 380$  лет назад, полученная для нижележащих слоев, дают основание полагать, что потепление проявилось как и на всей территории Северной Евразии [*Хотинский, 1977*] около 10200 - 10300 лет назад.

На о. Свердруп в это время существовала растительность, характерная для современных южных тундр. В составе ценозов значительное участие принимали березы sect. *Nanae*, *Ericales*, а возможно, и *Alnus fruticosa*, отсутствующие в современной флоре острова. Древовидные березы поблизости от торфяника, видимо, не росли, но высокое содержание их пыльцы в спектрах (в несколько раз больше, чем в поверхностном образце), несомненно, свидетельствует о более северном распространении берез sect. *Albae* в начале предбореального периода.

Распространение растительности, типичной для современных южных тундр и, судя по пыльцевым спектрам, полное исчезновение степных ассоциаций, а также продвижение к северу древесной растительности позволяет говорить о том, что климат первой половины предбореального периода был намного благоприятнее современного. Раннеголоценовый климатический оптимум в высоких широтах Арктики отмечают многие исследователи [*Ложкин, 1987; Makeev, Ponomareva, 1988; Украинцева, 1990; Николаев, Колоколов, 1992; Ritchie, Swynar, Spear, 1983; Clague, Mathews, 1989*]. Главной причиной того, что это потепление оказалось максимальным для современных приморских и островных районов Арктики, является быстрое повышение уровня Мирового океана к началу бореального периода [*Каплин, 1975*] и, как следствие, превращение районов с резкоконтинентальным климатом в островные и приморские территории с соответствующими климатическими условиями. Таким образом, раннепредбореальное потепление проявилось на арктическом побережье как термический оптимум в условиях еще континентального климата, хотя и значительно менее сурового, чем в

позднеледниковое время. Все последующие голоценовые потепления происходили уже в условиях морского типа климата, благодаря сглаживающему влиянию холодных вод Северного Ледовитого океана. Даже максимальное потепление 4500-6000 лет назад, проявившееся как климатический оптимум во многих регионах Северного полушария [Хотинский, 1977], оказало меньшее воздействие на природу Арктики.

Торфонакопление прекращается в середине предбореального периода. Перекрывающие торфяник пески эолового происхождения с жильными псевдоморфозами, заполненными суглинистым материалом, содержат очень незначительное количество пыльцевых зерен, что не позволяет достоверно судить о характере ландшафтно-климатических изменений в голоцене.

Образцы с глубины 10 см и с поверхности содержат пыльцу и споры, принадлежащие в основном дальнезаносным таксонам (*Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Betula*, *Alnus*), а также видам местной флоры (*Рoaceae*, *Rosaceae*, *Cyperaceae*, *Ranunculaceae*, *Salix*, *Bryales*, *Sphagnum*). Состав пыльцевых спектров и соотношение пыльцы дальнезаносных и местных видов является обычным для высокоширотной Арктики [Кренке, Федорова, 1961; Калугина и др., 1979; Van der Knaap, 1990; Andreev, 1992] и в достаточной мере отражает скудную растительность арктической пустыни.

## ВЫВОДЫ

Комплексное исследование погребенного торфяника и проведенные палеорекострукции позволили установить для позднеледниковья и начала голоцена три этапа развития растительности и климата. Первый этап датируется аллередом и характеризуется относительно теплым и влажным климатом. В растительности господствовали ассоциации, характерные для современных

тундр, а также существовали степные ценозы. Этап холодного и сухого климата датируется поздним дриасом и характеризуется усилением позиций ксерофильной растительности. Третий этап, являющийся термическим оптимумом голоцена в этом регионе (как и в других приморских высокоширотных районах Арктики) датируется первой половиной предбореального периода. Это объясняется глобальным потеплением климата на рубеже позднеледниковья и голоцена и относительно низким положением уровня Северного Ледовитого океана, определявшим континентальный тип климата в ныне приморских районах. Континентальность климата позволяла существовать растительности, характерной для современных кустарниковых тундр.

Накопление торфа, начавшееся около 12000 лет назад, в условиях глобального потепления климата, прекращается около 9500 лет назад. Причиной этого явилось не столько в позднепредбореальное похолодание климата, фиксируемое во многих регионах Северной Евразии [Хотинский, 1977], сколько быстрое повышение уровня Мирового океана, вызвавшее смену континентального климата морским. Сокращение вегетационного периода, значительное снижение летних температур отрицательно сказались на составе флоры о. Свердруп, произошло исчезновение берез *sect. Nanae*, представителей порядка *Ericales*, *Alnus fruticosa*. Растительный покров острова приобретает облик, характерный для современных арктических пустынь.

Наши данные позволяют говорить об отсутствии ледникового покрова на севере Западной Сибири и на шельфе Карского моря в конце позднего плейстоцена. Сохранившиеся в подстилающих торфяник песках и супесях ледяные жилы и их бедность пылью свидетельствуют об активной роли мерзлотных и эоловых процессов в пределах обширных областей осушенного шельфа и на прибрежных низменностях в позднечетвертичное время.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Арсланов Х.А.* Радиоуглерод: геохимия и геохронология. Л.: Наука, 1987. 300 с.
- Влодавец В.И.* Геолого-петрографические наблюдения, произведенные во время экспедиции на ледокольном пароходе «Сибиряков» в 1932 г. // Тр. Арктического института. 1933. Т. X. С. 175-202.
- Геоморфологическое районирование СССР и прилегающих морей. М.: Высшая школа, 1980. 343 с.
- Гричук В.П., Заклинская Е.Д.* Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии. М.: Географгиз, 1948. 223 с.
- Гросвальд М.Г.* Покровные ледники континентальных шельфов. М.: Наука, 1983. 216 с.
- Данилов И.Д.* О гипотезе покровного оледенения Арктического шельфа и прилегающих равнин севера Евразии // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1987. № 2. С. 80-88.
- Данилов И.Д., Полякова К.И.* Палеоклимат позднего плейстоцена и голоцена севера Западной Сибири и Печорской низменности // Палеоклиматы позднеледниковья и голоцена М.: Наука, 1989. С. 145-151.
- Дибнер В.Д., Захаров В.В.* Острова Карского моря // Геология СССР. Т. 26. М.: Наука, 1970. С. 196-207.
- Калугина Л.В., Макеев В.М., Малаховский Д.Б., Софронова И.Н.* [Некоторые результаты палинологических исследований на архипелаге Северная Земля в связи с вопросом о переносе пыльцы и спор в высокоширотной Арктике](#) // Изв. Всес. географ. о-ва. 1979. Т. 3. № 4. С. 330-334.
- Каплин П.А.* Новейшая история побережий Мирового океана. М.: Изд-во МГУ, 1975. 265 с.
- Кренке А.Н., Федорова Р.В.* Пыльца и споры на поверхности ледников Земли Франца-Иосифа // Материалы гляциологических исследований. ИГ АН СССР. 1961. Вып. 2. С. 56-61.
- Ложкин А.В.* Геохронология позднего антропогена Северо-Востока СССР // Новые данные по геохронологии четвертичного периода. М.: Наука, 1987. С. 172-179.
- Макеев В.М., Большианов Д.Ю., Малаховский Л.Б. и др.* Стратиграфия и геохронология плейстоценовых отложений Северной Земли // Геохронология четвертичного периода. М.: Наука, 1992. С. 132-137.
- Николаев В.Н., Колоколов С.Л.* Климатостратиграфия голоцена по изотопно-кислородным данным // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1992. №4. С. 145-151.
- Справочник по климату СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1967. Вып. 21. Ч. II. 503 с.
- Справочник по климату СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1969. Вып. 21. Ч. IV. 402 с.
- Украинцева В.В.* Новые палинологические и палеоботанические свидетельства раннеголоценового потепления климата в высоких широтах Арктики // Ботан. журн. 1990. Т. 75. № 1. С. 70-73.
- Украинцева В.В., Арсланов Х.А., Белорусова Ж.М., Устинов В.Н.* Первые данные о раннеголоценовой флоре и растительности острова Большой Ляховский (Новосибирский архипелаг) // Ботан. журн. 1989. Т. 74. № 6. С. 782-793.
- Хотинский Н.А.* Голоцен Северной Евразии. М.: Наука, 1977. 198 с.
- Andreev A.A.* Fossil pollen spectra from Severnaya Zemlya glacier. Problems of longdistant influx // 8th International Palynological Congress. Abstr. of papers. Aix-en-Provence. (France) September 6 -12, 1992. Aix-en-Provence. 1992. P. 6.
- Clague J.J., Mathews R.W.* Early Holocene thermal maximum in western North America: new evidence from Castle Peak, British Columbia // Geology. 1989. V. 17. № 36. P. 277-280.
- Makeev V.M., Ponomareva D.P.* The Holocene palaeogeography of Kotelnny Island // International conference on the problems of the Holocene (abstracts). Tbilisi 17-23 October 1988. Metsniereba, 1988. P. 64-65.
- Ritchie J.C., Swynar L.C., Spear R.W.* Evidence from northwest Canada for early Holocene Milancovitch maximum // Nature. 1983. V. 305. № 5930. P. 126-128.
- Van der Knaap W.O.* Relations between present-day pollen deposition and vegetation in Spitsbergen // Grana. 1990. V. 29. P. 63-78.

**Ссылка на статью:**



**Тарасов П.Е., Андреев А.А., Романенко Ф.А., Сулержицкий Л.Д. Палиностратиграфия верхнечетвертичных отложений острова Свердруп (Карское море). Стратиграфия, геологическая корреляция, 1995, том 3, № 2, с. 98-104.**