

УДК 561:581.33+551.8:574

ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ГОЛОЦЕНЕ НА ЮЖНОМ ЯМАЛЕ (ПО ДАННЫМ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА ОТЛОЖЕНИЙ РЕЛИКТОВОГО ТОРФЯНИКА)

© 2010 г. Н. К. Панова*, С. С. Трофимова**, Т. Г. Антипина*,
Е. В. Зиновьев**, А. В. Гилев**, Н. Г. Ерохин**

Ботанический сад УрО РАН

**620134 Екатеринбург, ул. Билимбаевская, 32а*

E-mail: natapanova@mail.ru

***Институт экологии растений и животных УрО РАН*

620144 Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202

E-mail:common@ipae.uran.ru

Поступила в редакцию 20.09.2008 г.

По результатам комплексного анализа отложений мерзлого торфяника в верховьях р. Хадытаяха палинологическим, карпологическим, энтомологическим и радиоуглеродным методами реконструированы изменения региональной и локальной растительности и климатических условий в голоцене. Установлено, что торфяная залежь сформировалась в период от 8000 до 5000 лет назад. В это время на Южном Ямале в зоне современных субарктических кустарниковых тундр была распространена лесная растительность из ели, березы и лиственницы, климат был значительно теплее современного.

Ключевые слова: торф, спорово-пыльцевой спектр, палинозона, макроостатки растений, энтомофауна, растительность, климат, голоцен.

Тенденции развития природы в голоцене в северных районах Евразии во многом отличались от таковых в средних широтах. Особенно это касается приморских территорий, к которым относятся полуостров Ямал (Васильчук и др., 1983; Васильчук, 1992; Тарасов и др., 1995). Результаты палинологического и ботанического исследований торфяников на Южном Ямале еще в 40–50-х годах XX в. (Н. Кац, С. Кац, 1946, 1948; Пьявченко, 1955) показали, что в зоне современных кустарниковых тундр в послеледниковый период произрастала древесная растительность. Представленный нами фактический палеоботанический и ископаемый энтомологический материал пополняет базу палеоэкологических данных, способствует детализации исторических реконструкций и ведет к пониманию процессов, происходивших в голоцене в этом регионе.

РАЙОН, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Район исследования находится на п-ове Ямал в зоне субарктических южных крупнокустарниковых тундр (Природа Ямала, 1995). Климатические условия суровые – продолжительная холодная зима и короткое прохладное лето, осадки пре-

вышают испарение (Шиятов, Мазепа, 1995). Исследовали отложения мерзлого торфяника, вскрытого естественным обнажением на западном берегу оз. Нюлсавеито, расположенного в верховьях р. Хадытаяха (67°32' с.ш., 70°10' в.д., 57 м над ур. м.). Торфяник занимает довольно глубокую (более 3 м) и неширокую ложбину. В его окружении на плакорах произрастают кустарниково-моховые тундровые сообщества с преобладанием карликовой березки (*Betula nana*), ив (*Salix*), морошки (*Rubus chamaemorus*), зеленых мхов. Образцы для анализов отобраны Н.Г. Ерохиным из зачистки обнажения.

Для реконструкции динамики растительности и палеоэкологических условий в качестве основных методов использованы спорово-пыльцевой (палинологический) и карпологический анализы, выполненные в соответствии с общепринятыми методиками (Гричук, Заклинская, 1948; Никитин, 1969), а также палеоэнтомологический метод. Возраст отложений определен с помощью радиоуглеродного анализа Н.Г. Ерохиным в лаборатории Института экологии растений и животных УрО РАН (табл. 1). Даты откалиброваны с использованием программы OxCal3.10.

По результатам анализа ботанического состава торфа, выполненного Т.Г. Антипиной, и согласно

Таблица 1. Радиоуглеродные даты из разреза торфяника у оз. Нюлсавейто

Глубина взятия образца, см	Датируемый материал	Лабораторный номер	¹⁴ C-дата, лет назад	Откалиброванная дата, лет назад	Откалиброванный 2σ-диапазон
23–42	Гуминовые кислоты торфа	ИЭРЖ-67к	5620 ± 188	6395 ± 405	6800–5991
42–92	Целлюлоза торфа	ИЭРЖ-69с	6081 ± 207	6934 ± 491	7425–6443
120–124	Целлюлоза торфа	ИЭРЖ-69см	7041 ± 281	7913 ± 490	8403–7423
230–240	Целлюлоза торфа	ИЭРЖ-71с	7291 ± 219	8108 ± 431	8540–7677
240–280	Целлюлоза древесины	ИЭРЖ-72	8179 ± 231	9033 ± 517	9551–8516

описанию Н.Г. Ерохина разрез имеет следующее строение:

- 0–6 см – дернина (пушицево-гипновая);
- 6–23 см – темно-коричневая гипново-сфагново-пушицевая торфяная почва;
- 23–42 см – рыжий слаборазложившийся осоково-сфагновый торф;
- 42–60 см – светло-коричневый пушицево-гипново-сфагновый торф;
- 60–92 см – светлый слаборазложившийся осоково-сфагновый торф;
- 92–111 см – палевый пушицево-сфагновый торф;
- 111–124 см – темный гумусированный гипново-пушицево-сфагновый торф;
- 124–160 см – бурый осоково-сфагновый торф;
- 160–205 см – светло-оранжевый сфагновый (ангустифолиум) торф;
- 205–225 см – темно-оранжевый пушицево-сфагновый торф;
- 225–240 см – темно-бурый осоково-пушицевый торф с фрагментами корней и древесины берез и лиственниц;
- 240–280 см – серая супесь с остатками корней и стволов лиственниц и берез;
- 280–350 см – светло-серые пески.

Среди определенных остатков сфагновых мхов в торфе преобладают *Sphagnum angustifolium* (в сообществе с пушицами) и *Sph. subsecundum* (в составе осоково-сфагнового торфа). В современной почве и дернине отмечен *Sphagnum cuspidatum*. Ботанический состав торфа свидетельствует о значительной обводненности болота на протяжении формирования основной толщи торфяной залежи. Чередование осоково-сфагновых и пушицево-сфагновых торфов отражает гетерогенность микрорельефа болота.

РЕЗУЛЬТАТЫ СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВОГО АНАЛИЗА

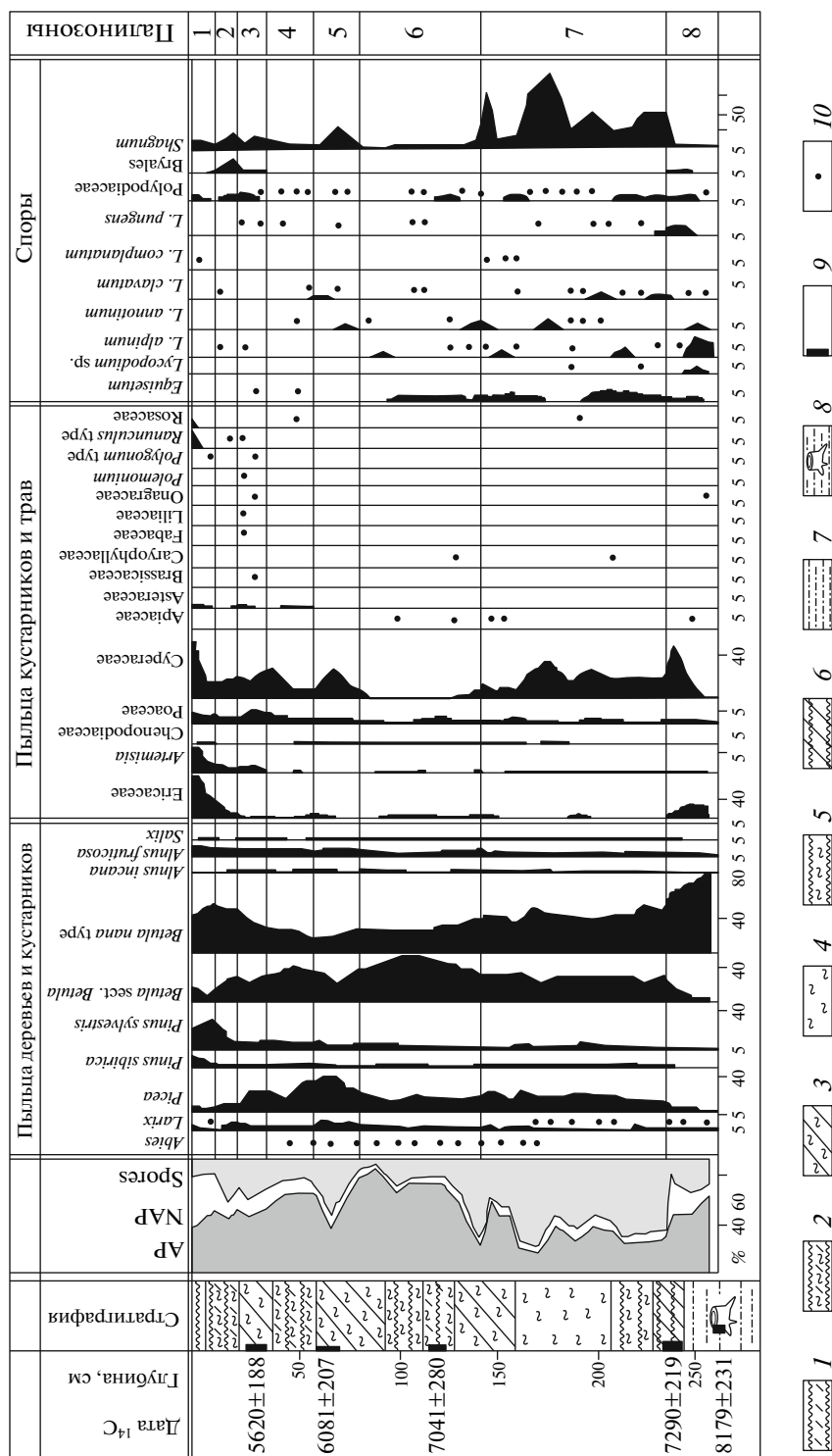
На спорово-пыльцевой диаграмме (см. рисунок) представлены 8 основных палинозон. Со-

держание таксонов вычислено по отношению к сумме пыльцы деревьев и кустарников, принятой за 100%.

Палинозона 8 (глубина 250–225 см) – максимальное содержание пыльцы кустарниковых березок (*Betula nana* type), а также “пики” пыльцы вересковых кустарничков (Ericaceae) и осоковых (Cyperaceae), спор арктических плаунов (*Lycopodium alpinum*, *L. pungens*) и хвощей (*Equisetum*). Присутствует пыльца ольховника (*Alnus fruticosa*), ив (*Salix*), берез (*Betula* sect. *Betula*), ели (*Picea*), лиственницы (*Larix*). Спорово-пыльцевые спектры характеризуют растительность лиственнично-елово-березовой лесотундры с кустарничково-ерниковым покровом и начальную стадию заболачивания. Динамика содержания пыльцы деревьев, кустарников и травянистых растений снизу вверх (увеличение количества пыльцы ели, берез и осок и уменьшение – кустарниковых березок) свидетельствует о нарастании теплообеспеченности и увлажненности. В соответствии с радиоуглеродными датами (8179 ± 2231 и 7290 ± 219 лет назад) отложения относятся к концу бореального – началу атлантического периодов.

Палинозона 7 (глубина 225–140 см) – господство спор сфагновых мхов (*Sphagnum*) и осоковых, которые отражают локальную растительность болота и процесс торфообразования. Субрегиональную растительность характеризуют спектры пыльцы деревьев и кустарников: от 40 до 50% – пыльца кустарниковых березок, на втором месте – берез (около 30%) и ели (около 20%); постоянно присутствует пыльца лиственницы, ольховника, ив и единично – сосны (*Pinus sylvestris*). К концу палинозоны появляется пыльца пихты (*Abies*). Пыльцевые спектры отражают растительность редкостойных лиственнично-березово-еловых лесов и значительное потепление и увлажнение климата. Отложения относятся к первой половине атлантического периода.

Палинозона 6 выделяется на глубине от 140 до 80 см. В ней преобладает пыльца берез, несколько меньше – ели. Постоянно присутствует пыльца



Спорово-пыльцевая диаграмма торфяника у оз. Нюлсавеито (Южный Ямал). Аналитик Н.К. Панова.

1 – дернина (пушицево-гипсовая); 2–6 – торф: 2 – пушицево-гипново-сфагновый; 3 – осоково-сфагновый; 4 – сфагновый; 5 – пушицево-сфагновый; 6 – осоково-пушицевый; 7 – супесь; 8 – погребенные пни листовенницы; 9 – место отбора проб на ¹⁴C; 10 – количество пыльцы менее 1%; AP – сумма пыльцы деревьев и кустарников; NAP – сумма пыльцы кустарничков и трав; Spores – сумма спор.

пихты и лиственницы, а также ив и ольховника. Заметно уменьшается количество пыльцы кустарниковых березок, осоковых и спор сфагновых мхов. Спорово-пыльцевые спектры свидетельствуют о более теплых и менее влажных климатических условиях по сравнению с предыдущей фазой. Отложениям соответствует дата 7041 ± 280 л.н. В растительности этого времени преобладали березовые леса с елью и лиственницей.

Палинозона 5 (глубина 80–60 см) — максимальное количество пыльцы ели и минимум пыльцы кустарниковых берез. Снова увеличивается содержание пыльцы осок и спор сфагнов. Спектры соответствуют растительности таежных лесов с преобладанием ели, примесью лиственницы и березы и относятся к климатическому оптимуму голоцена. Возраст отложений этой фазы определяет дата 6081 ± 207 л.н.

Палинозона 4 (глубина 60–40 см) — преобладает пыльца берез, количество пыльцы ели уменьшается. Спектры отражают смену таежных еловых лесов лиственнично-елово-березовыми и менее влажные климатические условия, о чем косвенно свидетельствует также уменьшение количества пыльцы осоковых и спор сфагновых мхов.

Палинозона 3 (глубина 40–23 см) — на первое место выходит пыльца кустарниковых березок. Пыльца ели и берез содержится примерно в равных количествах (по 25%). Исчезает пыльца пихты. Появляется единично пыльца кедра сибирского (*Pinus sibirica*). Спектры характеризуют растительность лиственнично-березово-еловых редколесий, похолодание и увлажнение. Отложениям соответствует дата 5620 ± 188 л.н.

Палинозоны 1 и 2 выделены в верхних 23 см торфянистой почвы. В них господствует пыльца кустарниковых березок. В зоне 2 еще довольно много пыльцы берез (до 30%) и ели (до 10%), а в зоне 1 их содержание сокращается до минимума, и на второе место выходит явно заносная пыльца сосен. В заметном количестве содержится пыльца ольховника, во всех пробах присутствует пыльца ив и лиственницы. Кроме того, в палинозоне 1 значительно возрастает количество вересковых кустарничков и травянистых растений: осок, злаков (Poaceae), полыни (*Artemisia*), разнотравья (*Varia*), морошки (*Rubus chamaemorus*). Спектры отражают растительность лиственнично-елово-березовой лесотундры (зона 2), сменяющейся кустарниковой и травяно-кустарничково-ерниковой тундрой (зона 1), и нарастающее похолодание.

Абсолютных датировок для верхней части отложений не получено. Очевидно, они сформировались в течение последующих суббореального и субатлантического периодов голоцена. Сильное похолодание в суббореальное время привело к

промерзанию торфяника и резкому замедлению процесса торфообразования.

РЕЗУЛЬТАТЫ КАРПОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

На карпологический анализ было взято 7 образцов (табл. 2). Комплекс макроостатков растений из отложений с глубины 350 см мало информативен — содержит единичные семена вахты (*Menyanthes trifoliata*), осоки и лютика едкого (*Ranunculus acer*).

В образце с глубины 230–240 см найдены единичные остатки ели (*Picea obovata*), березы (*Betula* sect. *Betula*), брусники (*Vaccinium vitis-idaea*), подбела (*Andromeda polifolia*). Интересно присутствие здесь орешков лютика ядовитого (*Ranunculus sceleratus*). Современная северная граница ареала этого вида в Западной Сибири проходит по $62^{\circ}30'$ с.ш. (Флора Западной Сибири, 1958; Растительный покров..., 1982). Формирование комплекса относится к раннеатлантическому потеплению (7290 ± 219 л.н.).

Ископаемый комплекс, полученный с глубины 225–230 см, содержит максимальное количество семян и хвои ели и многочисленные остатки березы. Он характеризует березово-еловый лес с развитым травяно-кустарничковым покровом, который составляют гипоарктические кустарнички — водяника (*Empetrum nigrum*), брусника, а также осоки (*Carex*), морошка (*Rubus chamaemorus*), княженика (*Rubus arcticus*) и подбел.

На глубине 134–145 см преобладают остатки березы, встречается хвоя ели, найден фрагмент листа карликовой березки (*Betula nana*). Данный комплекс характеризует елово-березовый лес с ерником.

В отложениях на глубине 92–124 см происходит резкое обеднение видового состава: остатки ели отсутствуют, семена березы и осок немногочисленны. Основу комплекса (до 95% от общего количества остатков) составляют листья, семенные коробочки и семена болотного кустарничка *Andromeda polifolia*. Очевидно, чрезвычайно быстрое торфонакопление (отложениям соответствует дата 7041 ± 280 л.н.) и переувлажнение грунтов за счет таяния многолетней мерзлоты в условиях раннеатлантического потепления вызвали деградацию елово-березовых лесов до заболоченных березовых редколесий.

В комплексе, полученном с глубины 42–92 см, появляются остатки ели, карликовой березки, резко сокращается количество остатков *Andromeda polifolia*. Найден хорошо сохранившийся фрагмент семени лиственницы (*Larix* sp.). Появление *Larix* в окрестностях болота может указывать на улучшение условий дренажа в позднеатлантический термический максимум — 6081 ± 207 л.н.

Таблица 2. Видовой состав и количество макроостатков растений из разреза торфяника у оз. Нюлсавейто (аналитик С.С. Трофимова)

Вид	Глубина отбора образцов, см						
	23–42	42–92	92–124	134–145	225–230	230–240	350
<i>Shagnum</i> sp. sp.	v	v	v	v	v	v	v
<i>Picea obovata</i> Ledeb.	10v, 2	10v, 2		17v	40v, 10	1v	
<i>Larix</i> sp.		1					
<i>Calla palustris</i> L.				1			
<i>Carex</i> sp. sp.	32	5	14	38	24		5
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) R. Br.					1		
<i>Betula nana</i> L.	Лист	4		Лист			
<i>Betula</i> sect. <i>Betula</i>	8	8	10	46v, 45	2v, 40	2	
<i>Ranunculus</i> cf. <i>acer</i> L.							1
<i>Ranunculus sceleratus</i> L.						2	
<i>Rubus arcticus</i> L.					7		
<i>Rubus chamaemorus</i> L.					5		
<i>Empetrum nigrum</i> L.					15		
<i>Andromeda polifolia</i> L.	vv, 40	vv, 12	vv, 1080	1	4	15	
<i>Ledum palustre</i> L.	Лист						
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.			9		2	Лист	
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.							3

Примечания: v – вегетативные остатки (хвоя, веточки, семенные чешуи и т.п.); vv – вегетативные остатки в количестве более 100 экз.

В целом комплекс характеризует разреженный березово-еловый лес с лиственницей и ерником.

Два комплекса с глубины 23–42 см соответствуют позднеатлантическому максимуму (5620 ± ± 188 л.н.). Они содержат остатки ели, березы (*Betula nana*), багульника (*Ledum palustre*), осоки, подбела и характеризуют разреженный березово-еловый лес с ерником.

Данные карпологического анализа показали, что за все время формирования отложений торфяника в его окрестностях существовала древесная растительность (ель и береза). Этап наибольшего облесения совпал с началом атлантического периода. Немногочисленность остатков *Betula nana*, скорее всего, связана с распространением ерника по плакорам, а не на самом болоте, как это характерно и для современной зоны южных субарктических тундр (Андрешкина, Пешкова, 1995).

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭНТОМОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Во всех исследованных образцах, за исключением 3-го (табл. 3), обнаружено небольшое количество остатков насекомых. Всего насчитано 212 фрагментов, отнесенных к 153 особям. Малочисленность материала не позволяет дать разверну-

тые характеристики энтомологических комплексов. В то же время опыт показывает, что в маленьких пробах представлены, как правило, наиболее массовые таксоны насекомых. Поэтому даже небольшой набор фрагментов дает возможность в общих чертах охарактеризовать ландшафтно-климатическую обстановку, существовавшую в период формирования слоев.

Комплексы насекомых, выделенные из торфяных отложений (образцы 1–5), схожи между собой и в целом характерны для болот. В них доминируют полизональные виды и почти отсутствуют арктические компоненты, за исключением единичной находки арктобореального шелкоуна *Hypnoidus arcticus*, населяющего околводные биотопы. К особенностям рассмотренных комплексов следует отнести присутствие остатков стафилинид подсемейства Omaliinae (*Acidota quadrata*, *Olophrum* cf. *rotundicolle*, *Olophrum* sp.), малое число жуелиц, представленных единственным полизональным видом *Dyschiriodes* cf. *globosus*, наличие трясинок (Helodidae). На существование заболоченных местообитаний может указывать и значительное число фрагментов мелких плавунцов (род *Hydroporus*), обитающих как в воде, так и во влажной моховой дернине. С последней связан и шелкоун *Sericus brunneus*, тяготеющий к таежным лесам.

Таблица 3. Видовой состав и количество остатков членистоногих из разреза торфяника у оз. Нюлсавейто (анализики Е.В. Зиновьев и А.В. Гилев)

Класс, отряд, семейство	Род, вид	№ пробы и глубина их взятия, см					
		1	2	3	4	5	6
		24–32	42–92	92–124	134–145	230–240	350
Кл. Insecta							
Отр. Coleoptera							
Сем. Carabidae	<i>Diacheila polita</i> Fald.						1
	<i>Dyschiriodes</i> cf. <i>globosus</i> (Hbst.)			2			
	<i>Agonum</i> sp.		1	3			
	<i>Pterostichus</i> cf. <i>tundrae</i> (Tsch.)						1
	<i>Pt. ventricosus</i> (Esch.)						1
	<i>Pt.</i> cf. <i>pinguedineus</i> (Esch.)						1
	Carabidae indet.	1				1	1
Сем. Dytiscidae	<i>Agabus</i> sp.				1		1
	<i>Hydroporus</i> sp.		1	9	1		
	Dytiscidae indet.			1			
Сем. Hydrophilidae	<i>Enochrus</i> sp.			5			
Сем. Silphidae	<i>Thanatophilus</i> sp.						1
Сем. Staphylinidae	<i>Acidota quadrata</i> Mnnh.					3	
	<i>Olophrum</i> cf. <i>rotundicolle</i> C. Sahlb.			1	1		
	<i>O.</i> sp.	1		4	4		
	Omaliinae gen. sp.			1			
	<i>Lathrobium</i> sp.			1		1	
	<i>Stenus</i> sp.	1		1			
	<i>Quedinus</i> sp.					1	
	? <i>Lotridon</i> sp.					1	
	Oxythelinae indet.					1	
	Staphylinidae indet.				1		
Сем. Helodidae	? <i>Cyphon</i> sp.	1		4	2	3	
Сем. Elateridae	<i>Sericus brunneus</i> (L.)			1			
	<i>Hypnoidus arcticus</i> (Hbst.)			1			
	Elateridae indet.					1	
Сем. Chrysomelidae	<i>Galerucella</i> sp.			1			
	<i>Altica</i> sp.				1		
Сем. Rhynchitidae	<i>Temnocerus</i> sp.					1	
Сем. Curculionidae	<i>Dorytomus</i> sp.					1	
	? <i>Dorytomus</i> sp.					1	
	Curculionidae indet.			1			
Сем. Brentidae	<i>Betulapion simile</i> s/sp. <i>simile</i> Kby				1		
	Coleoptera indet.			3	1		
Отр. Hemiptera							
Сем. Saldidae	<i>Chiloxanthus</i> sp.			2			
Сем. Lygaeidae	Lygaeidae indet.			10		1	
Отр. Hymenoptera							
Сем. Formicidae	<i>Formica</i> cf. <i>gagathoides</i> (L.)			26	1	2	
	<i>Lasius niger</i> L.	1					
	<i>Leptothorax acervorum</i> (L.)			5	1		
Отр. Trichoptera	Trichoptera indet.				2		
Отр. Diptera							
Сем. Tipulidae	Tipulidae indet.			3			
	Diptera indet.	1		3	2		
	Insecta indet.			3			4
Кл. Arachnida							
Отр. Oribatei	Oribatei indet.		1	1		1	
	Arachnida indet.		1	1	1		
Количество особей/число фрагментов		6/8	4/8	93/126	20/31	19/26	11/13

Остатки муравьев отмечены в образцах 1, 3–5. Они представлены исключительно головными капсулами, принадлежащими трем видам подсемейств Formicidae и Myrmecidae. Наибольшее количество экземпляров отнесено к представителям подрода *Serviformica* рода *Formica*. По размерным характеристикам и пропорциям головы они, скорее всего, принадлежат полярному муравью *Formica gagathoides*, распространенному в настоящее время в районе исследований. Две головные капсулы относятся к муравьям рода *Leptothorax*, по-видимому, к *L. acervorum*, населяющему тайгу и лесотундру и являющемуся обычным видом на Южном Ямале (Ольшванг, 1992). Одна головная капсула (образец 1) принадлежит муравью рода *Lasius*, вероятнее всего, из группы *Lasius niger*, широко распространенной по всей Евразии, однако не характерной для Севера.

Виды *Leptothorax acervorum*, *Formica gagathoides* и *Camponotus herculeanus* составляют гипоарктический комплекс муравьев и дальше всех продвигаются на север (Берман, Жигульская, 1995; Длусский, 1967). При этом они населяют подзоны лесотундры и кустарниковой тундры, но не встречаются в настоящей тундре. Отсутствие в исследованных отложениях вида *Camponotus herculeanus*, тесно связанного с древесной растительностью, можно объяснить локальными условиями болотного биоценоза.

Таким образом, найденные в торфяных отложениях виды муравьев могут быть обитателями как лесотундры и кустарниковой (южной) тундры, так и таежной зоны. В целом же в комплексах насекомых, выделенных из торфяных отложений, доминируют полизональные виды, тяготеющие больше к таежной зоне, что свидетельствует о более теплых климатических условиях их существования по сравнению с современными.

Энтомокомплекс пробы 6, взятой из подстиляющей супеси с глубины 350 см, по видовому составу существенно отличается от вышележащих проб. В нем доминируют арктобореальные виды жуков, населяющие южные тундры и лесотундры (жужелицы *Diacheila polita*, *Pterostichus* cf. *tundrae*, *Pt. ventricosus*, *Pt.* cf. *pinguedineus*). Хотя перечисленные виды могут встречаться также в северо- и среднетаежных лесах, однако максимальной численности они достигают именно в тундрах. Малочисленность выборки позволяет предполагать, что в захоронение попали самые массовые жуки. Особенности рассмотренного энтомокомплекса указывают на то, что эти отложения формировались в условиях более холодного климата по сравнению с лежащими выше торфяниками.

На основе энтомологических и радиоуглеродных данных можно предположить, что смена климатической обстановки произошла примерно на рубеже 8–9 тыс. л.н., поскольку образец 6 взят из

отложений, расположенных ниже слоя, датированного возрастом 8179 ± 231 л.н.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Сравнение результатов, полученных разными методами, показывает, что их палеоэкологическая интерпретация достаточно хорошо сопоставима. Спорово-пыльцевые спектры болотных растений согласуются с ботаническим составом торфа. Палинологические и карпологические комплексы также не противоречат друг другу, отличия во многом объясняются особенностями их формирования. Палинологические спектры торфяников более усреднены, они отражают локальную, но главным образом окружающую региональную и субрегиональную растительность. Комплексы макроостатков растений в торфяниках автохтонны и характеризуют локальную и сублокальную растительность. Так, карпологический комплекс с глубины 225–230 см содержит значительное количество остатков ели и характеризует период наибольшего облесения исследуемого местонахождения. В палинологическом спектре образца преобладает пыльца кустарниковых березок (до 70%), ели – всего 6%. Он отражает условия лесотундры, которым соответствует и состав макроостатков гипоарктических кустарничков. Очевидно, на начальном этапе заболачивания ель произрастала в ложбине, непосредственно на месте будущего торфяника. На плакорных местообитаниях преобладала кустарниковая березка. По мере увеличения общей теплообеспеченности и увлажненности, усиления болотообразовательного процесса и торфонакопления древесная растительность, в том числе ель, перемещалась на плакоры.

В лежащих выше отложениях, формировавшихся в условиях стабильного потепления, палинологические и карпологические комплексы существенно не различаются. Бедный видовой состав растительных остатков на глубине 92–124 см соответствует распространению на болоте мезоолиготрофных пушицево-сфагновых фитоценозов, о чем свидетельствует ботанический состав торфа на этой глубине. Найденная здесь в большом количестве *Andromeda polifolia* обычно произрастает в сообществе с пушицей и *Sphagnum angustifolium* на верховых и переходных болотах (Болотные системы..., 2001).

В целом результаты палинологического и карпологического анализов показали, что на протяжении всего времени формирования торфяника в верховьях р. Хадытаяха произрастала древесная растительность (ель, береза, лиственница) и климат был значительно теплее современного. Комплексы насекомых в большей степени соответствуют условиям бореальной и лесотундровой зон и также свидетельствуют о более теплом климате.

Судя по результатам радиоуглеродного датирования, основная часть исследованной торфяной залежи формировалась в течение атлантического периода (5–8 тыс. л.н.). За это время происходило последовательное развитие растительности от лиственнично-елово-березовой лесотундры в начале периода до таежных еловых лесов с березой и лиственницей в оптимальную фазу голоцена (около 6 тыс. л.н.). Возможно, в составе этих лесов встречалась и пихта. Постоянное, хотя и единичное присутствие ее пыльцы во всех спектрах на глубине от 170 до 50 см говорит о произрастании пихты *in situ*. Такую возможность косвенно подтверждают исследования В.Н. Сукачева (1922), который обнаружил в торфянике на берегу оз. Хулор (юго-западная часть Ямала) среди стволов лиственницы, березы и ели ветвь пихты (*Abies sibirica*) диаметром около 1.5 см.

Пыльца же сосны, которая также единично присутствует во всех пробах, явно заносная. Об этом свидетельствует увеличение ее количества в верхних тундровых отложениях, поскольку с уменьшением облесенности доля заносной пыльцы возрастает. Пыльца сибирского кедра (*Pinus sibirica*), по-видимому, также заносная. Ее появление в спектрах верхней части отложений связано с распространением кедра к северу на территории Западной Сибири в постатлантическое время. Такого же мнения придерживались Н.Я. Кац и С.В. Кац (1946, 1948), хотя Н.И. Пьявченко (1955) допускал возможность произрастания в голоцене кедровой сосны в виде рямовой формы на болотах Южного Ямала. Наши исследования это не подтверждают. В торфянике у оз. Нюлсавейто макроостатки сосны и кедра сибирского не обнаружены.

Сравнивая современные метеоданные для подзоны кустарниковых тундр Западной Сибири (Савина, Хотинский, 1982), а также ближайшей метеостанции Новый Порт и подзоны северо-таежных елово-лиственничных лесов, подобных произрастающим, по нашим данным, на Южном Ямале в среднем голоцене можно предположить, что летние температуры в это время на Ямале были на 3–5°C выше, а зимние почти не отличались от современных, как и коэффициент увлажнения.

Наибольшая скорость торфонакопления (более 3 мм в год) происходила в первую, более влажную половину периода. Быстрому нарастанию сфагновой толщи способствовали расположение торфяника в узкой и глубокой котловине, сильная увлажненность грунтов и низкая степень разложения растительной массы.

Наши интерпретации развития растительности и торфообразовательного процесса на Южном Ямале в атлантическом периоде согласуются с мнением Ю.К. Васильчука с соавт. (1983). Начало же “облесения” Ямальской тундры они связывают с регрессией моря и потеплением во второй

половине бореального периода. Это подтверждают и данные дендрохронологических и радиоуглеродных исследований погребенной древесины на Ямале (Хантемиров, Шиятов, 1999). По свидетельству С.Г. Шиятова, многочисленные пни и остатки стволов лиственницы диаметром до 30 см, встречающиеся в береговых отложениях оз. Нюлсавейто и пойме р. Хадытаяха, датируются концом бореального периода. Большинство этих деревьев, вероятно, погибло в результате так называемого новосанчуговского похолодания на рубеже бореального и атлантического периодов голоцена (Кинд, 1974). В это время лиственничный лес сменился тундрой и лесотундрой, растительность которой отражают спорово-пыльцевые спектры базальных слоев исследуемого торфяника.

В среднем голоцене, по данным Р.М. Хантемирова и С.Г. Шиятова (1999), одним из наиболее благоприятных периодов для произрастания древесных растений, в том числе ели, была вторая половина атлантического времени, что соответствует нашим выводам о произрастании в это время на Южном Ямале таежных березово-еловых лесов с лиственницей. Резкое похолодание во второй половине суббореального периода привело к замедлению торфообразования и последующему промерзанию торфяников не только на Южном Ямале, но и на Полярном Урале (Панова и др., 2003; Jankovska et al., 2006).

Работа выполнена при финансовой поддержке программы Президиума РАН “Биологическое разнообразие” (проект № ПП₁) и Интеграционного проекта УрО РАН – СО РАН (проект № ПП₂).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Андреяшкина Н.И., Пешкова Н.В. Субарктические тундры // Природа Ямала. Екатеринбург: УИФ “Наука”, 1995. С. 195–201.
- Берман Д.И., Жигульская З.А. Холодостойкость и условия зимовки северных популяций муравьев (Hymenoptera, Formicidae) // Успехи совр. биол. 1995. Т. 115. № 6. С. 677–691.
- Болотные системы Западной Сибири и их природоохранное значение / Лисс О.Л., Абрамова Л.И., Аветов Н.А. и др. Тула: Гриф и К°, 2001. 584 с.
- Васильчук Ю.К. Изотопно-кислородный состав подземных льдов (опыт палеогеокриологических реконструкций). М., 1992. Т. 1. 420 с.
- Васильчук Ю.К., Петрова Е.А., Серова А.К. Некоторые черты палеогеографии голоцена Ямала // Бюл. Комисс. по изучению четвертич. периода. 1983. № 52. С. 73–89.
- Гричук В.П., Заклинская Е.Д. Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии. М.: ОГИЗ – Географгиз, 1948. 224 с.
- Длусский Г.М. Муравьи рода Формика. М.: Наука, 1967. 236 с.
- Кац Н.Я., Кац С.В. История растительности болот севера Сибири как показатель изменений последне-

- кового ландшафта // Тр. Ин-та геогр. АН СССР. 1946. Т. 37. С. 331–348.
- Кац Н.Я., Кац С.В.* Стратиграфия торфяников Приобского Севера // Тр. Комиссии по изучению четвертичного периода. 1948. Т. 7. Вып.1. С. 15–54.
- Кинд Н.В.* Геохронология позднего антропогена по изотопным данным. М.: Наука, 1974. 256 с.
- Никитин В.П.* Палеокарпологический метод (руководство по методике ископаемых семян и плодов). Томск: Изд-во ТГУ, 1969. 81 с.
- Ольшванг В.Н.* Структура и динамика населения насекомых Южного Ямала. Екатеринбург: Наука, 1992. 104 с.
- Панова Н.К., Янковска В., Корона О.М., Зиновьев Е.В.* Динамика растительности и экологических условий на Полярном Урале в голоцене // Экология. 2003. № 4. С. 248–260.
- Природа Ямала / Ред. Л.Н. Добринский. Екатеринбург: УИФ “Наука”. 1995. 435 с.
- Пьявченко Н.И.* Бугристые торфяники. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 279 с.
- Растительный покров Западно-Сибирской равнины / Ильина И.С., Лапшина Е.И., Лавренко Н.Н. и др. Новосибирск: Наука, 1982. 249 с.
- Савина С.С., Хотинский Н.А.* Зональный метод реконструкции палеоклиматов голоцена // Развитие природы территории СССР в позднем плейстоцене и голоцене. М.: Наука, 1982. С. 231–244.
- Сукачев В.Н.* К вопросу об изменении климата и растительности на севере Сибири в послетретичное время // Метеоролог. вестн. 1922. Т. 32. № 1–4. С. 25–43.
- Тарасов П.Е., Андреев А.А., Романенко Ф.А., Сулержицкий Л.Д.* Палиностратиграфия верхнечетвертичных отложений острова Свердруп (Карское море) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1995. Т. 3. № 2. С. 98–104.
- Флора Западной Сибири. Томск, 1958. Вып. V. С. 1208–1209.
- Хантемиров Р.М., Шиятов С.Г.* Основные этапы развития древесной растительности на Ямале в голоцене // Экология. 1999. № 3. С. 163–169.
- Шиятов С.Г., Мазепа В.С.* Климат // Природа Ямала. Екатеринбург: УИФ “Наука”, 1995. С. 32–68.
- Jankovska V., Andreev A.A., Panova N.K.* Holocene environmental history on the eastern slope of the Polar Ural Mountains, Russia // Boreas. Oslo, 2006. V. 35. P. 650–661.