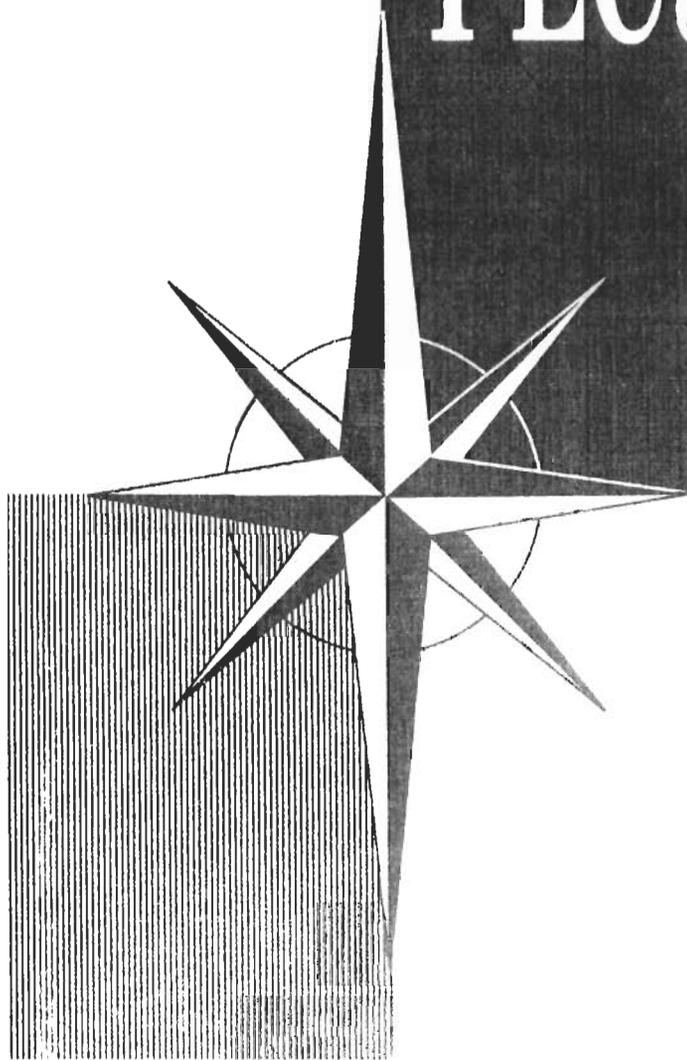


ISSN 0206-1619

ГЕОГРАФИЯ ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ



2004

Г. Ю. ЯМСКИХ, Л. В. КАРПЕНКО, А. В. ГРЕНАДЕРОВА

РЕКОНСТРУКЦИЯ СУКЦЕССИЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ПАЛЕОГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА БОЛОТ (НА ПРИМЕРЕ ТОРФЯНИКА В ДОЛИНЕ РЕКИ КАС)

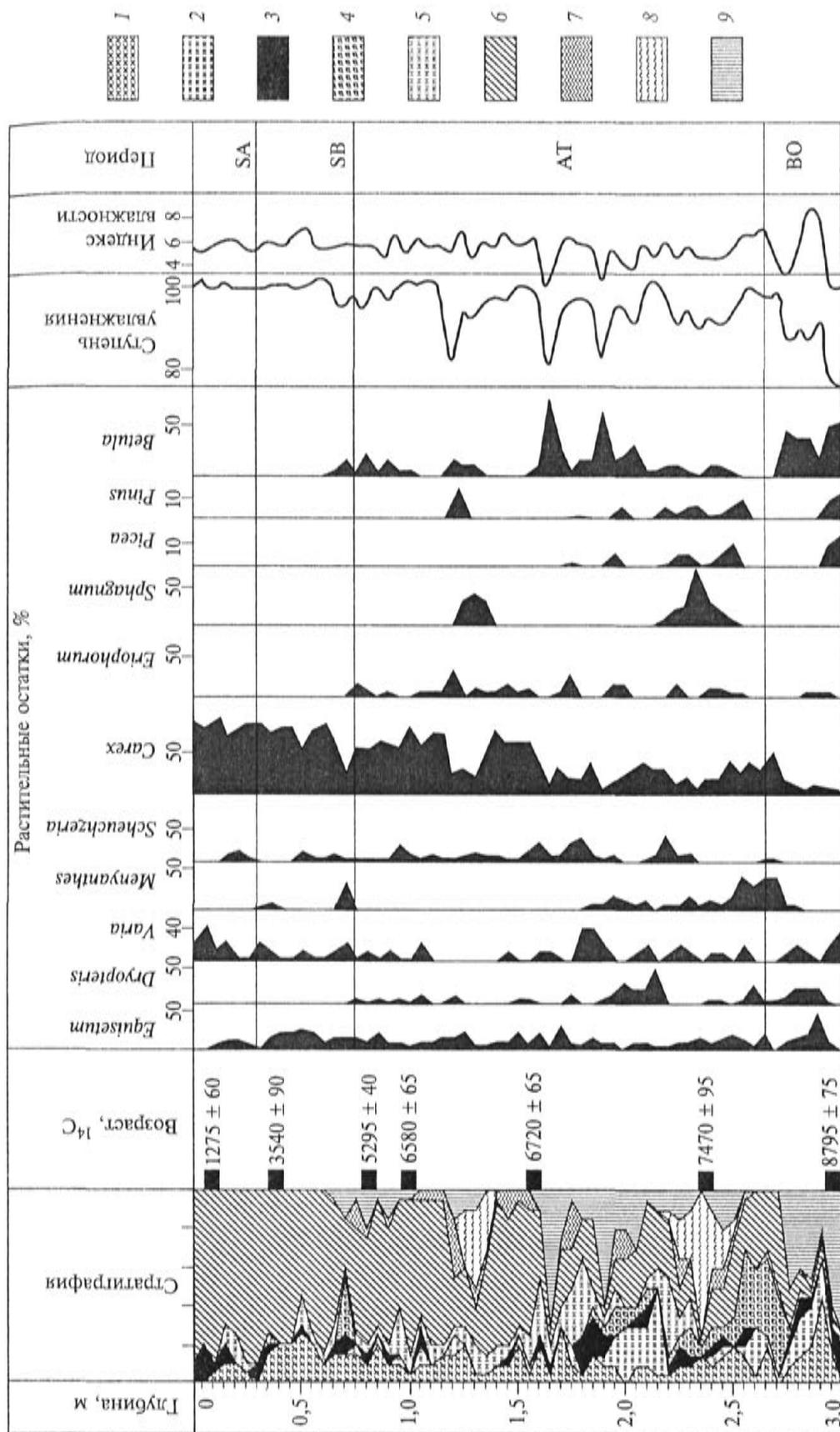
Торфяные болота в долине р. Кас, крупного левого притока Енисея в южно-таежной подзоне, до сих пор изучены недостаточно - мало сведений о их генезисе и эволюции, времени начала образования, скорости торфонакопления, совершенно отсутствуют данные о гидрологических условиях формирования, в то время как интенсивность и экологический тип торфообразовательного процесса определяются в основном по количественным и качественным показателям их водного режима [1]. С характером гидрологического режима болот, который неоднократно менялся в течение голоцена, несомненно, связаны и сукцессии болотной растительности.

Нами исследован торфяной разрез мощностью 3 м в естественном обнажении первой надпойменной террасы левого берега р. Кас, в 20 км от его устья. Детальный анализ стратиграфии торфяной залежи позволил выявить динамику смен болотной палеорастительности и по ее характеру реконструировать гидрологический режим болотного массива от начала формирования залежи (8795 л. н.) до настоящего времени.

Реконструкция сукцессий гидроморфной растительности и истории развития торфяника осуществлялась на основе ботанического и радиоуглеродного анализа торфа. Для ботанического анализа его образцы отбирались сплошной колонкой с интервалом 5 см. При построении стратиграфической колонки торфяной залежи на каждой глубине отмечалось процентное соотношение остатков выявленных растений. При реконструкции гидрологического режима использовался метод экологических шкал увлажнения [2]. Полученная экологическая шкала увлажненности болотного массива представлена в виде кривой, осцилляция которой свидетельствует о динамике увлажненности болота в месте разреза за весь период накопления торфа (см. рисунок).

Второй метод, примененный для реконструкции палеогидрологии торфяника - расчет индекса влажности по растительным остаткам, слагающим торфяную залежь [3], для количественной оценки гидрологического режима болота в его динамике. Реконструированный палеогидрологический режим торфяника сопоставлялся с региональными изменениями климата Касской равнины в голоцене, в том числе с суммой среднегодового количества осадков, рассчитанной ранее А. Д. Кошкаровым [4].

Возраст торфяного обнажения террасы р. Кас по ^{14}C установлен в Институте геологии и геофизики СО РАН Л. А. Орловой. Всего получено семь абсолютных датировок: 3,0 м - 8795 ± 75 лет (СОАН-4332); 2,4 - 7470 ± 95 (СОАН-4333); 1,6 - 6720 ± 65 (СОАН-4334); 1,0 - 6580 ± 65 (СОАН-4335); 0,8 - 5295 ± 40 (СОАН-4336); 0,4 - 3540 ± 90 (СОАН-4399); 0,1 м - 1275 ± 60 лет (СОАН-4337).



Ботанический состав, возраст и гидрологический режим торфяника в долине р. Кас.

Растительные остатки: 1 - хвощи; 2 - папоротники; 3 - болотное разнотравье; 4 - вахта; 5 - шейхерия; 6 - осоки (*Carex lasiocarpa*, *C. dioica*, *C. caespitosa*, *C. chordorrhiza*, *C. inflata*, *C. globularis*, *C. limosa*, *C. riparia*, *C. vesicaria*); 7 - пушицы; 8 - сфагновые мхи (*Sphagnum fuscum*, *Sph. riparium*, *Sph. magellanicum*, *Sph. teres*, *Sph. balticum*); 9 - древесина и кора (*Picea obovata*, *Pinus sylvestris*, *Pinus sibirica*, *Betula pubescens*).

Рассматриваемая торфяная залежь относится к низинному типу, лесотопяному и топяному под-типам, древесно-травяной, травяной и травяно-моховой группам [5]. Она имеет двухслойное строение: нижняя часть (3,0-1,6 м) образована березовым, травяным, древесно-сфагновым и древесно-травяным торфами, вышележащий слой мощностью 1,6 м почти полностью сложен осоковым торфом с несколькими маломощными прослойками древесно-сфагнового, древесно-травяного и древесно-осокового торфа.

Средняя скорость торфонакопления в разрезе 0,33 мм/год. Как показали расчеты, для прироста 10 см торфа в различные периоды развития торфяника в среднем требовалось разное количество лет. Между датами 8795-7470 л. н. - 189 лет, 7470-6720 - 93 года, 6720-6580 - 23 года, 6580-5295 - 642 года, 5295-3540 - 438 лет, 3540-1275 - 755 лет. Самые верхние 10 см торфа сформировались за 1275 лет (табл. 1). Наибольшая интенсивность образования торфа приходится на конец первой половин атлантического периода, наименьшая - на субатлантический период. Однако следует отметить,

Таблица 1

Ботанический состав, скорость торфонакопления и степень увлажненности торфяника в течение голоцена

Глубина залежи, см	Вид торфа	Мощность слоя, см	Абсолютный возраст по ¹⁴ C, л. н.	Время между датировками, лет	Скорость торфонакопления, мм/год	Увлажнение местообитаний по шкалам Раменского	Индекс влажности	
						в числителе - мин.-макс., в знаменателе - среднее		
10	Осоковый низинный	60	1275	1275	0,08	<u>98-102</u> 93	<u>5,3-7,1</u> 5,9	
20				2265	0,14			
30				3540	1755			0,23
40								
50								
60								
70	Древесно-осоковый	20	5295	1285	0,15	96-100 99	<u>5,5-6,4</u> 6	
80								
90	Осоковый	30	6580					
100								
110								
120	Древесно-травяной	10		140	4,28	<u>83-100</u> 95	<u>5,5-6,4</u> 6	
130	Древесно-сфагновый	10						
140		20						
150	Осоковый							
160	Древесно-травяной	10	6720			96,6	5,6	
170	Березовый	10				81	2,6	
180	Древесно-травяной	10				95	5,9	
190	Березовый	10				82	3,1	
200	Древесно-травяной	30		750	1,06	<u>91-101</u> 95	<u>4,9-6,2</u> 5,4	
210								
220								
230	Древесно-сфагновый	10						
240	Древесно-травяной	20	7470					
250				1325	0,45	<u>98-99</u> 99	<u>6,8-7,4</u> 7	
260								
270	Травяной	20						
280						88	3,6	
290	Березовый	30				90	8,5	
300			8795			77	2,6	

Примечание. Влажному этапу существования фитоценоза соответствует индекс влажности от 6 и выше, сухому - 2-4, остальные значения характеризуют переменный режим влажности. Рамкой отмечены контактные уровни.

что скорость торфонакопления между последними двумя датировками, приходящимися на конец суббореального и субатлантический периоды, скорее всего занижена из-за усадки торфяного обнажения при высыхании и быстрого разложения торфа при улучшении аэрации.

По данным индекса влажности и экологических ступеней увлажненности местообитаний (см. табл. 1) в динамике болота по режиму увлажнения можно выделить два этапа. Первый, для которого характерен переменный гидрологический режим, продолжался от 8795 до 6720 л. н. (2075 лет). Сдвиг экологических ступеней увлажненности в это время, приходящейся на бореальный и первую половину атлантического периода, составлял от 77 до 99 ступеней, а колебания значения индекса влажности - от 2,6 до 8,0. Как видно из стратиграфии разреза (см. рисунок), торф, образованный большим количеством древесных остатков, сформировался в сухие периоды при низком стоянии уровня грунтовых вод (77-82-я ступени увлажнения, 2,6-3,6 - индекс влажности). При повышении уровня вод (экологическая ступень увлажнения 100, индекс влажности 6,2) формировался торф, волокно которого образовано преимущественно растительными остатками топяных осок и болотного разнотравья. Таким образом, торфяную залежь на первом этапе развития торфяника составляли преимущественно древесные виды торфа.

Второй этап, характеризующийся постоянно высокой увлажненностью болотного массива и постепенной сменой растительных сообществ, близких по видовому составу, продолжался от 6720 л. н. до настоящего времени. Торфяная залежь сложена преимущественно осоковым торфом с маломощными прослойками древесно-травяного и древесно-сфагнового.

Сукцессионный ряд гидроморфной растительности от начала формирования болота до настоящего времени включает 15 стадий смен, достаточно отчетливо видных на диаграмме стратиграфии торфяной залежи, каждой из которых соответствуют показатели влажности местообитаний. Временные границы этих стадий основаны на семи полученных радиоуглеродных датах и данных по приросту торфа.

Радиоуглеродное датирование базального слоя торфа (300 см от поверхности) показало, что болотообразование на рассматриваемой территории началось в бореальном периоде - 8795 ± 75 л. н. (СОАН-4332). В результате ботанического анализа придонных слоев торфа (300-270 см) установлено, что этот участок болота возник на месте евтрофного березняка осоково-разнотравного, в древесное которого доминировала береза с участием сосны и ели. Кустарничковый ярус образовывали *Ledum palustre* L. и *Betula nana* L. Травяной покров в основном был представлен *Typha angustifolia* L., *Eriophorum latifolium* Норре, *Equisetum palustre* L., *Dryopteris thlypteris* (L.) A. Gray, *Carex inflata* Huds. Разреженный моховой ярус слагали гипновые мхи из родов *Meesia*, *Calliergon*, *Drepanocladus*. В это время сформировался березовый торф мощностью 30 см (см. табл. 1). Это сухая стадия, продолжавшаяся 560 лет (8765-8228 л. н.). Увлажнение местообитаний по шкалам Раменского соответствует 77-88 ступеням, а значение индекса влажности - 2,6-3,6. Климат Касской равнины в бореальном периоде был теплее и суше современного [4] (табл. 2).

Однако уже на глубине 270-250 см ботанический состав торфа резко меняется; торфяную залежь составляют растительные остатки типичных болотных видов, среди которых доминируют вахта, осоки, хвощ с незначительным участием *Scheuchzeria palustris* L., а остатки древесных растений почти полностью отсутствуют. В структуре растительного покрова болота также произошли изменения: березняк осоково-разнотравный сменился разнотравно-болотной группировкой, в которой доминировали *Menyanthes trifoliata* L., хвощ болотный, осоки вздутая и шаровидная. Вероятно, повысился уровень грунтовых вод, о чем свидетельствует сдвиг экологических ступеней увлажненности местообитаний с 88 до 99, а рост индекса влажности с 3,6 до 7,4. Это влажная стадия развития болота, продолжавшаяся около 370 лет (8228-7850 л. н.), во время которой образовался травяной торф мощностью 20 см. Региональный климат этого отрезка голоцена влажнее предыдущего.

Как свидетельствует стратиграфия торфяной залежи на глубине 250-190 см, растительные группировки, сформировавшие этот торф, существовали при переменном режиме влажности, а растительный покров болота претерпел три серии смен.

На глубине 250-230 см травяной торф сменяется древесно-травяным, что, скорее всего, вызвано периодическим обсыханием болотного участка и возобновлением на микроповышениях древесно-разнотравной группировки растительности, древесный ярус которой составляли сосна, кедр, ель, береза. Вероятно, это был угнетенный низкорослый древостой. Кустарничковый ярус образовывали береза карликовая, багульник и мирт болотный. В травяном покрове болота преобладали осоки: шершавоплодная, шаровидная, плетевидная, а также вейники незамечаемый и Лангсдорфа. Меньшую роль играли хвощ болотный и пушица.

На глубине 230-220 см основную массу волокна торфа (75-40 %) образуют сфагновые мхи - *Sphagnum fuscum*, *S. magellanicum*, *S. angustifolium*, *S. apiculatum*, а также древесина сосны и березы. Возможно, кратковременное похолодание или смена застойного водного режима переменным привели к замене евтрофных разнотравно-осоковых растительных группировок мезотрофными березово-осоко-

Таблица 2

**Динамика смен болотных палеорастительных сообществ, гидрологический режим болота
и корреляция их с климатическими условиями голоцена долины р. Кас**

Глубина залежи, см	Доминанты и содоминанты растительного покрова	Время, л. н.	Стадии	Режим влажности	Датировки и климат по [4]		Период									
					время, л. н.	климат по сравнению с современным										
10	Carex -(Calamagrostis-Comarum-Equisetum-Menyanthes)	1275	XV	Влажный	1000	Современный, влажный	SA									
20		3540						3700-3000	Теплее, суше							
30										4417	SB					
40												4500	Холоднее, суше			
50														6000-5000	Теплее, влажнее	
60																AT ₂
70	Carex -(Equisetum)-Betula		4856	XIV												
80	5295	XIII	Переменный													
90	Carex -(Scheuchzeria-Eriophorum-Calamagrostis-Dryopteris)			5938												
100	6580			XII	Переменный											
110	Eriophorum -(Carex)-Betula					6628										
120	S. angustifolium-Betula					6651	XI									
130	Carex -(Eriophorum-Scheuchzeria)					6674	X									
140	Carex -(Equisetum)-Betula	6720	IX			Переменный										
150	Betula pubescens-Equisetum	6819	VIII			Сухой	7000-6000	Выше влагообеспеченность	AT ₁							
160	Carex -Equisetum-Betula	6912	VII	Переменный												
170	Betula -Carex-Dryopteris	7005	VI	Сухой												
180	Betula -(B. nana)- Carex -Calamagrostis-Eriophorum	7098	V	Переменный												
190	Pinus-Sph. magellanicum	7377			IV											
200						Carex, Equisetum , (Menyanthes), Betula, (Picea, Pinus)				7470	III					
210							7850	II	Влажный							
220												Menyanthes-Equisetum -(Carex-Scheuchzeria)	8228	I	Сухой	
230																Betula -(Picea-Pinus)-(Typha-Menyanthes-Equisetum)-Meesia
240			8490	Теплее, суше												
250	8775	Холоднее														
260					BO											
270						BO										
280							BO									
290								BO								
300			BO													

Примечание. Полужирным шрифтом выделены доминанты растительных группировок, остальное - содоминанты; расчетные датировки выделены курсивом.

во-сфагновыми и сосново-кустарничково-сфагновыми. Для этого времени характерны значительные колебания экологических ступеней увлажнения - от 91 до 101 и индекса влажности - от 4,9 до 6,2. Время существования этой стадии - 7470-7377 л. н. (около 90 лет).

Слой 220-190 см образован древесно-травяным торфом, в котором кора и древесина березы составляют 15-20 %, растительные остатки ели, кедра, сосны не превышают 5 %, остальная же часть приходится на болотное разнотравье. Это свидетельствует о том, что прежний мезотрофный фитоценоз вновь сменился евтрофным древесно-разнотравным, в древесном ярусе которого находились береза, сосна, кедр, ель. Кустарничковый ярус составляли береза карликовая, багульник и мирт болотный. В травяном покрове наряду с осоками были широко представлены вахта, шейхцерия, пушица, хвощ, вейник, шитовник. Стадия просуществовала около 280 лет - 7370-7098 л. н.

На глубине 190-160 см волокно торфа на 70 % образовано остатками древесины и коры березы, что свидетельствует о дальнейшем облесении торфяника, вызванном локальными, а возможно, и региональными изменениями увлажнения. В это время под влиянием осушения поверхности болота оживился лесообразовательный процесс, что привело к широкому распространению древесно-травяных и древесных группировок растительности. В гидрологическом режиме сухие периоды чередовались с переменными (сухо-переменно-сухо-переменно) с варьированием экологических ступеней

увлажненности (82-95-81-96) и индекса влажности (3,1-5,9-2,6-5,6). За это время растительность сменилась четыре раза, а продолжительность каждой стадии составляла в среднем 100 лет. Древесно-травяная и древесная группировки растительности сформировали слои древесно-травяного и березового торфов мощностью 40 см. Таким образом, на первом этапе образования торфяника в результате чередования сухих и переменных периодов гидрологического режима болотная растительность прошла 9 стадий смен.

Остальная часть залежи торфяника сформировалась во время второго, наиболее продолжительного этапа развития (более 6 тыс. лет). Однако, как свидетельствует ботанический состав торфа, несмотря на постоянно высокий уровень увлажнения болота, второй этап по степени увлажненности можно разделить на три отрезка.

1. Конец первой половины атлантического периода с глубиной залежи 160-120 см. В это время сильная увлажненность болота сменялась кратковременным иссушением, что привело к развитию березово- и сосново-травяно-сфагновых сообществ, образовавших маломощные прослойки древесно-сфагнового и древесно-травяного торфов среди довольно мощных слоев осокового. О переменном характере увлажненности поверхности болота свидетельствует варьирование экологических ступеней увлажненности от 96 до 100 и индекса влажности от 5,9 до 6,0.

2. Вторая половина атлантического периода и переход атлантического к суббореальному с глубиной залежи 120-160 см. Это время характеризуется значительным увлажнением поверхности болота (в среднем от 96-й до 100-й ступени, а индекс влажности от 5,5 до 6,4). В растительном покрове болота доминировали осоковые и осоково-разнотравные растительные группировки, сформировавшие слой осокового торфа мощностью 30 см. В начале суббореального периода, возможно, в результате похолодания и уменьшения количества осадков в долине р. Кас (холодно и сухо, по [4]), на болоте вновь произошла смена растительности - на месте осоковой топи развивается ксероморфный древесно-разнотравный фитоценоз.

3. Вторая половина суббореального и весь субатлантический период голоцена. На это отрезке гидрологический режим болота изменился в сторону существенного увеличения влажности (экологические ступени увлажнения 98-102, а индекс влажности 5,3-7,1). В волокне торфа кроме осок и хвоща обнаружены остатки гидроморфных растений (вахты, шейхцерии, сабельника, белокрыльника), образующих сплавины. Региональный климат этого периода - влажный, среднегодовые температуры близки современным. На этом этапе развития торфяника нами выделено пять стадий смен болотной растительности.

160-130 см. В растительном покрове болота преобладали топяные фитоценозы из *Carex lasiocarpa*, *C. limosa*, *C. chordorhiza*, *Scheuchzeria palustris*, *Eriophorum vaginatum*. Варьирование экологических ступеней увлажнения - 100-98, индекса влажности - 6,1-6,8. Это средневлажная стадия болота, время ее существования - 6720-6674 л. н.

130-120 см - господство фитоценозов из *Betula pubescens*, *Carex lasiocarpa*, *Scheuchzeria palustris*, *Eriophorum vaginatum*, *S. magellanicum*, *S. angustifolium*, *S. apiculatum*. Экологические ступени увлажнения - 83-94, а индекс влажности - 4,9-5,5. Это относительно сухая стадия, 6674-6651 л. н.

120-110 см - кратковременное существование фитоценозов из *Pinus sylvestris*, *Betula pubescens*, *Carex lasiocarpa*, *C. limosa*, *C. chordorhiza*, *C. inflata*, *Scheuchzeria palustris*, *Equisetum palustre*, *Calamagrostis neglecta*. Экологическая ступень увлажнения - 83,0, индекс влажности - 5,5. Сухая стадия, 6651-6628 л. н.

110-80 см - доминирование фитоценозов из *Carex lasiocarpa*, *C. limosa*, *C. chordorhiza*, *C. inflata*, *Scheuchzeria palustris*, *Equisetum palustre* с редким угнетенным древостоем из березы. Увлажнение местообитаний варьирует от 99-й до 101-й ступени, индекс влажности 5,9-6,6. Стадия влажная, 6628-5938 л. н.

80-60 см - распространение фитоценозов из *Betula pubescens*, *Carex lasiocarpa*, *C. chordorhiza*, *Equisetum palustre*, *Calamagrostis neglecta*, *Eriophorum latifolium*, *Menyanthes trifoliata*. Экологические ступени увлажнения - 95-99, индекс влажности 5,0-6,6. Стадия средневлажная, время существования 5938-4856 л. н.

60-0 см - широкое распространение топяных фитоценозов из *Carex lasiocarpa*, *C. inflata* с примесью *C. chordorhiza*, *C. limosa*, *Equisetum palustre*, а также *Comarum palustre*, *Scheuchzeria palustris*, *Menyanthes trifoliata* и небольшим участием гипергидрофильных сфагновых мхов *Sphagnum teres*, *S. apiculatum*. Экологические ступени увлажненности местообитаний - 98-102, индекс влажности 5,3-7,1. Стадия влажная, от 4417 л. н. до современности.

Таким образом, детальный анализ ботанического состава торфа разреза в долине р. Кас позволил выявить в его развитии 15 стадий смен болотной растительности, связанных с изменением динамики гидрологического режима болота. При этом необходимо отметить, что ее сукцессии были вызваны, как правило, эндогенезом самого болота, а не изменением климата.

В то же время по стратиграфии торфяной залежи достаточно четко можно выделить четыре контактных уровня [6]. Первый из них (глубина 300 см) расположен в основании разреза между аллювиальным песком с остатками древесины и хвоща и травяным торфом, второй (180 см) проходит по границе

с травяным торфом, третий и четвертый находятся на глубине 190 и 170 см и граничат сверху и снизу со слоями древесно-травяного торфа. Эти контактные уровни представляют собой слои торфа, почти на 70-80 % образованные древесными остатками березы с наименьшим значением индекса влажности. Судя по резкости границы между смежными слоями, в гидрологическом режиме болота в период 8795-8228 л. н., на контакте бореального и атлантического периодов, а также между 7000 и 6800 л. н. происходила довольно быстрая смена застойного увлажнения переменным или хорошо проточным режимом, в результате чего разнотравные и осоковые топяные сообщества заменялись болотными березняками. Возможно, причиной этих смен стало изменение общей гидрологической ситуации в сторону большей сухости. Так, климат Касской равнины 8490 л. н. был теплее и суше современного [4].

Ранее Ф. З. Глебов [7], изучавший торфяные обнажения р. Оби (разрезы Лукашина Яра и Ларино), отмечал, что 3000 и 5500 л. н. происходили климатогенные смены, направленные в сторону облесения болот (климат теплый и сухой). В результате похолодания климата (4500 л. н.) болотообразовательный процесс усилился. Как показал ботанический анализ торфа, на глубине 80-70 см (5295 л. н.), а также 300, 280, 190 и 170 см волокно торфа состоит преимущественно из древесных растительных остатков и значительного количества пушицы. Вероятно, климат этого времени на Касской равнине был теплее и суше современного, что привело к значительному иссушению торфяника и существенной перестройке его растительного покрова, а 4417 л. н. (соответствует глубине 60 см) произошёл перелом гидрологического режима в сторону значительной увлажненности торфяника, обусловившей окончательную смену древесно-травяных растительных сообществ топяными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Пьявченко Н. И.** Экологические факторы торфообразования // Материалы VII Всесоюзного совещания по болотоведению. - Калинин, 1984.
2. **Раменский Л. Г., Цаценкин И. А., Чижиков Н. А., Антипин Н. А.** Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. - М.: Гос. изд-во с.-х. лит-ры, 1956.
3. **Елина Г. А., Юрковская Т. К.** Методы определения палеогидрологического режима как основа объективизации причин сукцессии растительности болот // Ботан. журн. - 1992. - № 7.
4. **Кошкарёв А. Д.** Палеоэкология, динамика лесных и болотных экосистем и климата бассейна р. Кас в позднем плейстоцене и голоцене: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. - Красноярск, 1998.
5. **Торфяный фонд РСФСР. Сибирь. Дальний Восток.** - М.: Сов. наука, 1956.
6. **Елина Г. А., Лукашов А. Д., Юрковская Т. К.** Позднеледниковье и голоцен восточной Фенноскандии (палеорастительность и палеогеография). - Петрозаводск, 2000.
7. **Глебов Ф. З., Толейко Л. С., Стариков Э. В., Жидовленко В. А.** Исследование истории взаимоотношений леса и болота на основе палеоботанического анализа торфяников Западной Сибири // Проблемы лесной биогеоценологии. - Новосибирск: Наука, 1980.

*Красноярский государственный педагогический университет
Красноярский государственный университет
Институт леса СО РАН, Красноярск*

*Поступила в редакцию
15 сентября 2003 г.*