

Л. В. КАРПЕНКО

РЕКОНСТРУКЦИЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КЛИМАТА И СУКЦЕССИЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА МЕЖДУРЕЧЬЕ СЫМ–ДУБЧЕС В ГОЛОЦЕНЕ

На основании спорово-пыльцевых спектров, стратиграфии залежи, данных абсолютного возраста торфа и количественных показателей палеоклимата выявлена сукцессионная динамика растительного покрова суходолов и болота, а также реконструированы климатические флуктуации в среднетаежной подзоне Западной Сибири.

On the basis of spore-pollen spectra, sediment stratigraphy, data on absolute age of peat, and quantitative indices of paleoclimate, it was possible to identify the succession dynamics of vegetation cover for blind creeks and swamps, as well as to reconstruct the climatic fluctuations for the middle-taiga subzone of Western Siberia.

В настоящее время для реконструкции палеоклимата голоцена широко применяются информационно-статистические методы, позволяющие на основе спорово-пыльцевых спектров восстанавливать количественные характеристики температур и осадков и их флуктуацию в течение голоцена [1–5]. Эти методы, позволившие детально проследить изменения климата и растительности в течение позднеледниковья и голоцена, применялись при исследовании Западной Сибири, юга Красноярского края и Центральной Якутии [6–13].

Цель наших исследований — на основе спорово-пыльцевых спектров, стратиграфии и радиоуглеродного датирования по ^{14}C семи торфяных разрезов, заложенных на болотных массивах междуручья Сым–Дубчес (среднетаежная подзона левобережья Енисея), выявить региональную специфику сукцессий зональной и азональной растительности, реконструировать количественные показатели палеоклимата голоцена и создать климатохронологическую схему этого региона (табл. 1).

Для количественной оценки пяти элементов палеоклимата — среднемесячной температуры июля и января, средней температуры года, среднегодовой суммы осадков и продолжительности безморозного периода — Г. Ф. Букреевой выполнены расчетные линейные уравнения регрессии (Объединенный институт геологии, геофизики и минералогии СО РАН, Новосибирск) [13].

Для реконструкции палеоклимата использовалось 26 компонентов спорово-пыльцевого спектра: пыльца древесных и кустарников, пыльца трав, споры, *Abies sibirica*, *Picea obovata*, *Pinus sibirica*, *Pinus silvestris*, *Betula nana*, *Ericaceae*, *Gramineae*, *Cyperaceae*, *Chenopodiaceae*, *Artemisia*, *Compositae*, *Cruciferae*, *Ranunculaceae*, *Umbeliferae*, *Labiatae*, разнотравье, *Sparganiaceae*, *Alismataceae*, *Bryales*, *Sphagnales*, *Polypodiaceae*, *Lycopodiaceae*. Пыльца растений, встречающаяся единично или в незначительном количестве, в расчет не принималась. Реконструкция количественных характеристик палеоклимата и сукцессий растительности суходолов и болот показана на примере одного из торфяных разрезов — Хойба.

Современные показатели климата междуручья Сым–Дубчес следующие: среднегодовая температура июля $17,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, января $-23,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, средняя температура года $3,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, среднегодовое количество атмосферных осадков 565 мм, продолжительность безморозного периода 73 дня [14].

Таблица 1

Характеристика торфяных разрезов в междуручье Сым–Дубчес

Разрез	Географические координаты		Тип гидроморфной экосистемы	Мощность разреза, см	Общее количество дат по ^{14}C	Возраст придонного слоя торфа, лет
	широта	долгота				
Хойба	60°30'	89°30'	Грядово-мочажинно-озерный комплекс	400	3	9025 ± 180
Лебединое-1	60°30'	86°40'	Тот же	420	4	8765 ± 120
Лебединое-2	60°30'	86°40'	Мезотрофное кустарничково-сфагновое болото	325	3	8200 ± 240
Никулино-1	60°30'	86°40'	Грядово-мочажинно-озерный комплекс	350	1	6780 ± 100
Никулино-2	60°30'	86°40'	Мезотрофное кустарничково-сфагновое болото	325	4	6720 ± 40
Мочажина	60°20'	90°00'	Грядово-мочажинный комплекс	225	8	6245 ± 65
Бугор	60°20'	90°00'	Евтрофный березняк мелкотравно-черничный, сухой торфяной бугор	130	11	8015 ± 70

Детальное геоботаническое описание растительности болотного массива, где заложен разрез Хойба, стратиграфическая и палинологическая интерпретации полученных данных опубликованы ранее [15], поэтому сукцессии автоморфной и гидроморфной растительности в долине Хойбы рассматриваются нами на основе количественных показателей климата (табл. 2).

Анализ спорово-пыльцевого спектра, стратиграфия залежи, данных абсолютного возраста торфа и количественных показателей палеоклимата позволили выявить сукцессионную динамику растительного покрова суходолов и болота, а также климатические флуктуации по периодам голоцена (см. рисунок).

Образование болота началось в конце *предбореального периода* — абсолютный возраст торфа придонного горизонта 9025 ± 180 л. н. Состав спорово-пыльцевого спектра свидетельствует, что в это время на суходолах были развиты сосново-березово-еловые леса, в напочвенном покрове которых преобладали папоротниково-хвощово-разнотравные растительные группировки. По ботаническому составу торфа и спектру травянистой пыльцы установлено, что на болоте доминировал сосново-пушицево-сфагновый фитоценоз.

Климат конца предбореала был холодным: средние температуры июля, января и года были ниже современных соответственно на 4,8; 3,7 и 5,3 °С. Сумма годовых осадков меньше современной нормы на 242 мм, а продолжительность безморозного периода близка к современной (см. табл. 2).

В *бореальном периоде*, судя по возрастающему участию древесной пыльцы в общем составе спорово-пыльцевого спектра, на суходолах стали формироваться березовые и сосновые леса с примесью ели и пихты. В развитии болота отмечается смена фитоценозов: сосново-пушицево-сфагновая группировка растительности сменяется шейхцериево-сфагнувой, доминирование которой продолжалось как в бореальном, так и в атлантическом периодах.

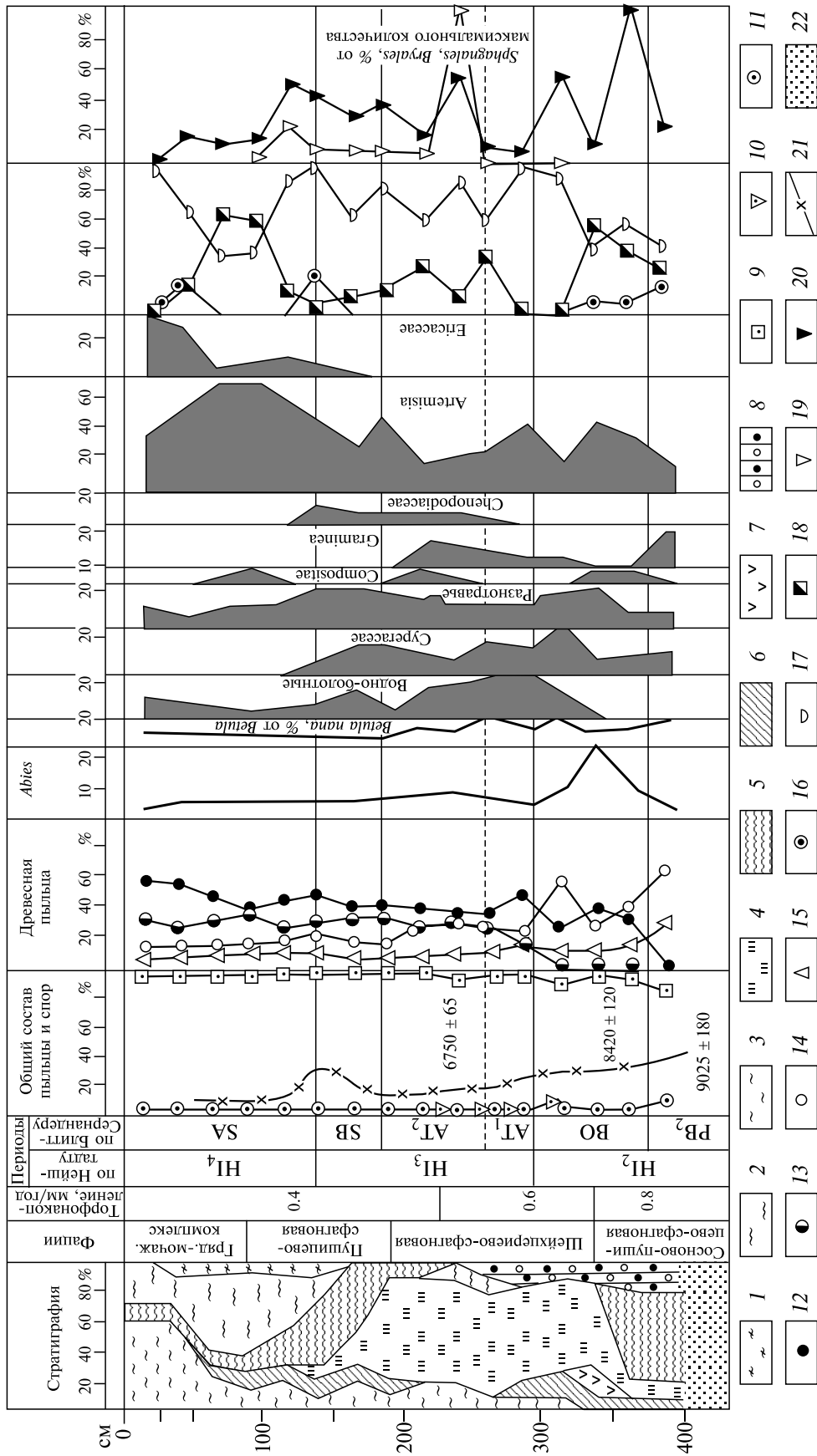
В климатическом отношении период неоднороден: в начале его средние температуры июля и года были ниже современных соответственно на 0,9 и 1,5 °С, а январская — выше на 0,6 °С. Среднегодовое количество осадков меньше современного на 178 мм. В середине периода (8420 ± 120 л. н.) отмечается заметное потепление: средние температуры июля и января превышали современные на 0,6 и 3,5 °С соответственно, а среднегодовая температура была ниже на 0,4 °С. Сумма годовых осадков меньше современной на 134 мм. В конце периода температуры были значительно ниже, чем сейчас: среднеиюльские — на 2,3–1,0 °С, среднеянварские — на 1,0–0,3 °С, среднегодовые — на 1,7–0,3 °С, а количество осадков меньше на 254–131 мм. Безморозный период на всем протяжении времени был на 15–26 дней дольше современного.

Как уже отмечалось, в *атлантическом периоде* на болоте продолжал господствовать шейхцериево-сфагновый фитоценоз, а на суходолах доминировали сосновые и березовые леса, при этом третьим эдификатором в лесной растительности была ель. В первой половине периода (АТ₁) заметную роль в лесообразовании начинает играть кедр, в это же время в составе лесов отмечается сокращение пихты. Во второй половине периода (АТ₂) сосна и кедр — основные лесообразующие породы, береза

Таблица 2

Реконструированные количественные показатели климата в долине р. Хойба

Глубина торфа, см	Периоды по Блитту–Сернандеру (время, л. н.)	Средняя температура, °С			Среднегодовая сумма осадков, мм/год	Продолжительность безморозного периода, дни	
		июля	января	года			
25	SA	18,3	–22,1	–1,9	555	104	
50		17,5	–22,4	–2,9	528	102	
75		17,7	–20,8	–2,0	505	110	
100		17,7	–20,3	–2,0	526	110	
125		SB	17,5	–21,1	–2,6	515	104
150	18,3		–20,9	–1,8	451	108	
175	AT 6750 ± 65	18,2	–21,2	–2,0	441	102	
200		18,8	–20,8	–2,3	450	107	
225		17,2	–20,8	–2,8	423	96	
250		17,8	–22,3	–2,4	431	98	
275		17,2	–22,4	–3,5	418	101	
300		BO 8420 ± 120	16,8	–23,6	–3,7	434	99
325			15,5	–24,3	–5,1	311	85
350			18,4	–19,8	–3,8	323	91
375			16,9	–22,7	–4,9	387	88
400			PB ₂ 9025 ± 180	13,0	–27,0	–8,7	323



Стратиграфическая и спорово-пыльцевая диаграмма торфяного разреза Хойба.

Торфообразователи: 1 — *S. angustifolium*, 2 — *S. magellanicum*, 3 — мочажинные сфагновые мхи, 4 — шейхлерия, 5 — пушица, 6 — осоки, 7 — болотное разнотравье, 8 — древесная сосны и березы. Сумма пыльцы и спор: 9 — древесных пород, 10 — спор, 11 — трав. Пыльца и споры: 12 — сосны, 13 — кедра, 14 — березы, 15 — ели, 16 — хвощей, 17 — папоротникообразных, 18 — плаунов, 19 — сфагновых мхов, 20 — гипновых мхов. 21 — степень разложения торфа. 22 — песок.

занимает устойчивую третью позицию. Такая же тенденция сохраняется на протяжении суббореального и субатлантического периодов и свидетельствует о развитии на суходолах зональных кедровых и сосновых с примесью березы, ели и пихты лесов, близких к современным. Напочвенный покров под пологом леса слагали разнотравно-зеленомошные фитоценозы.

Атлантический период по данным климатических реконструкций был значительно теплее предыдущего. Если в его первой половине средние температуры июля и года были ниже современных на 0,6 и 0,1 °С, и только температура января выше на 0,9 °С, то в дальнейшем эти показатели превышали современные на 1,0 °С. Количество осадков было меньше на 147–134 мм, а продолжительность безморозного периода больше на 28–26 дней. Во второй половине периода все климатические параметры превышают современные: температура июля на 1,0–0,4 °С, января — на 2,5–2,1 °С, года — на 1,1–1,4 °С. Безморозный период продолжался дольше на 34–29 дней.

Этот отрезок голоцена считается исследователями климатическим оптимумом, как самый теплый за все послеледниковое время, что подтверждают и наши данные. Однако в отличие от общепризнанного влажного АТ₂ установлено, что сумма годовых осадков на изученной территории была меньше современной на 105–124 мм.

На контакте атлантического и суббореального периодов произошло обсыхание болота, что вызвало смену топяно-шейхцерицево-сфагновых группировок растительности пушицево-сфагновыми. Суходола заняты прежней растительностью, где кедр и сосна — основные доминанты среди древесных пород. Роль ели и березы в лесообразовании заметно сократилась. Под пологом леса были развиты травяно-кустарничковые и кустарничково-разнотравно-моховые фитоценозы.

Суббореальный период в климатическом отношении был благоприятным — теплым и сухим. В его начале средние температуры июля, января и года выше современных соответственно на 0,5; 2,4 и 1,6 °С. Среднегодовое количество осадков меньше на 110 мм, а продолжительность безморозного периода больше на 35 дней. В конце периода превышение температур несколько сократилось, июльские, январские и годовые температуры были выше соответственно на 0,3; 2,2 и 0,8 °С, а среднегодовая сумма осадков меньше на 50 мм. Продолжительность безморозного периода на протяжении всего суббореала превышала современную на 31–35 дней.

В *субатлантическом периоде* в пыльцевых спектрах древесных существенно сократилась доля пыльцы березы при абсолютном доминировании пыльцы сосны и кедра, что свидетельствует о господстве на суходолах сосновых и кедровых лесов. Темнохвойные леса из ели и пихты не имели широкого распространения и, скорее всего, располагались преимущественно в речных долинах. В это время на болотном массиве широко распространились сфагновые фитоценозы с незначительным участием осоки и пушицы. Происходит расчленение микрорельефа, образуются бугорково- и грядово-мочажинные комплексы.

Как следует из реконструированных показателей элементов климата (см. табл. 2), в начале субатлантического периода средняя температура июля была несколько ниже современной, а температуры января и года — выше, соответственно на 3,0–0,9 и 1,4–0,5 °С; в конце средние июльские и годовые температуры выше на 0,5 и 1,5 °С, а январская ниже современной на 1,2 °С. Среднегодовая сумма осадков в течение субатлантического периода несущественно отличалась от современной. Продолжительность безморозного периода превышала современную в среднем на 34 дня.

По усредненным реконструированным климатическим данным семи торфяных разрезов и 22 радиоуглеродным датировкам построена обобщающая таблица, где в отклонениях от современных значений приведены климатические параметры за 9 000 лет и сукцессии автоморфной и гидроморфной растительности на междуречье Сым–Дубчес (табл. 3).

В конце предбореального периода (9025 ± 180 л. н.) плакоры, судя по разрезу Хойба, были заняты елово-березовыми хвощово-разнотравными лесами, а растительный покров гидроморфных экосистем формировали сосново-пушицево-сфагновые фитоценозы. Климат этого отрезка голоцена значительно холоднее и суше современного.

В течение бореального периода по палинологическим и стратиграфическим данным разрезов Хойба, Лебединое-1 и Лебединое-2 установлены три смены доминантов лесной растительности. В начале — 8765 ± 120 л. н. — на суходолах произрастали березовые леса, в напочвенном покрове которых господствовали осоки, вересковые кустарнички, сфагновые и гипновые мхи. Еловые и пихтовые леса концентрировались, вероятно, в речных долинах и на склонах водоразделов теплых экспозиций. В середине периода — 8420 ± 120 л. н. — в составе лесов значительно сократилась доля березы и ели, а возросла — пихты, началось расселение сосны. В конце периода (8200 ± 240, 8105 ± 120 л. н.) доминантами лесного покрова становятся сосна и кедр, что свидетельствует о начале формирования тайги.

В климате бореального периода также выделяется три ритма: в начале — холодно и сухо, в середине — относительное потепление, в конце — снова холодно и сухо.

В первой половине атлантического периода, судя по спорово-пыльцевым спектрам и стратиграфии разрезов Хойба, Лебединое-1, Лебединое-2, Никулино-1, Никулино-2 и Мочажина, на суходо-

Климат и растительность междуречья Сым—Дубчес (средняя тайга, Красноярский край) в голоцене

Периоды по Блитту—Сернандеру	Абс. возраст по ^{14}C , л. н.	Температура, °C			Среднегодовая сумма осадков, мм/год	Продолжительность безморозного периода, дни	Фитоценозы	
		июля	января	года			автоморфные	гидроморфные
SA	380	17,6	−23,1	−2,6	535	69	Кедрово-сосновые с примесью березы кустарничково-разнотравные леса, ель и пихта в подчиненном ярусе	Древесно-пушицево-сфагновые, кустарничково-пушицево-сфагновые, шейхцериево-пушицево-сфагновые
	1480	17,5	−22,6	−2,9	541	85		
	1780	17,7	−23,6	−3,0	553	70		
	2280	17,3	−23,8	−3,3	571	73		
SB	2675	17,5	−24,4	−3,1	554	64	Кедрово-сосново-березовые с елью осоково-злаково-разнотравные леса	Пушицево-сфагновые, древесно-пушицевые, осоково-пушицевые, древесно-пушицево-сфагновые
	3100	18,0	−22,8	−2,6	498	81		
	3130	17,6	−23,0	−3,2	556	81		
	3560	18,2	−23,3	−4,4	510	98		
	3675	18,4	−22,4	−3,2	556	84		
	4015	17,2	−23,9	−4,0	542	75		
	4370	17,5	−23,3	−3,0	547	73		
AT	4790	18,3	−22,2	−2,9	513	82	В первой половине сосновые и березовые разнотравные леса с примесью ели, во второй — кедрово-сосново-березовые с пихтой и елью в подчиненном ярусе	Шейхцериево-сфагновые, гипново-травяные, гипново-осоковые, осоково-хвощово-разнотравные, древесно-разнотравные
	4965	17,4	−23,9	−3,7	564	60		
	5200	17,9	−22,6	−3,1	446	66		
	5250	17,1	−24,3	−3,7	527	58		
	5760	18,0	−22,4	−4,0	486	95		
	6245	16,5	−23,6	−3,5	499	75		
	6720	18,3	−22,7	−3,5	485	79		
	6760	15,7	−25,9	−5,9	531	53		
	6795	15,1	−26,2	−5,2	471	62		
	7105	17,4	−22,0	−3,1	497	86		
	7105	17,4	−22,0	−3,1	497	86		
	7520	18,3	−23,6	−4,3	483	79		
	7650	15,4	−26,2	−5,6	448	77		
7890	18,6	−24,4	−5,0	474	64			
BO	8015	14,2	−28,7	−7,9	529	52	Березовые и елово-пихтовые осоково-разнотравные леса	Шейхцериево-сфагновые, гипновые, осоково-гипновые, древесно-травяные
	8105	17,1	−24,8	−4,6	543	68		
	8200	16,1	−25,4	−4,9	475	63		
	8420	18,4	−19,8	−3,8	323	91		
	8765	16,6	−25,3	−5,4	460	68		
PВ ₂	9025	13,0	−27,0	−8,7	323	72	Елово-березовые хвощово-папоротниково-разнотравные леса	Древесно-пушицево-сфагновые

лах доминировали березовые леса с елью, сосной и незначительным участием пихты. Вторая половина периода характеризуется сокращением березы и абсолютным преобладанием в лесном покрове сосны и кедра. В это же время заметно увеличилась лесообразующая роль пихты. Доминантами травяно-кустарничкового яруса были осоки, разнотравье, хвощи, папоротники. В растительном покрове болот первой половины периода доминировали мезофитные осоково-гипновые, травяно-сфагновые и древесно-травяные фитоценозы, сменившиеся во второй половине олигомезотрофными древесно-пушицево-осоковыми фитоценозами.

В климатическом отношении атлантический период неоднороден. Его начало (6720 ± 40 л. н.) было теплее современного, затем (6245 ± 65 л. н.) отмечалось похолодание, далее — 5760 ± 100 – 5705 ± 60 л. н. — было тепло и сухо (климатический оптимум), а 5250 ± 60 и 4965 ± 55 л. н. температуры июля, января и годовые были ниже современных.

В суббореальном периоде на плакорах господствовали сосновые и кедровые кустарничково-разнотравные и разнотравно-моховые леса; ель, береза и пихта в лесообразовании имели второстепенное значение. На болотах развивались прежние олигомезотрофные растительные группировки, с преобладанием древесно-пушицево-сфагновых фитоценозов.

Климат был неоднородным: первая треть периода (4790 ± 120 л. н.) — тепло и сухо, во второй (4015 ± 120 л. н.) стало холоднее и немного суше современного, в третьей (3675 ± 50 , 3560 ± 50 , 3130 ± 120 л. н.) все показатели климата немного выше современных или близки к ним.

В субатлантическом периоде основными эдификаторами лесного покрова окончательно становятся кедр и сосна. Темнохвойные леса из ели и пихты сосредоточены в основном в речных долинах и поймах рек. Болота перешли в олиготрофную фазу. Началось формирование бугорково-мочажинных и грядово-мочажинных комплексов. В начале периода (2280 ± 40 л. н.) климат был немного холоднее современного, в середине (1480 ± 40 л. н.) летние температуры ниже, а зимние и годовые выше современных.

Реконструированные сукцессии автоморфной и гидроморфной растительности и климатические показатели, полученные для периодов голоцена средней тайги Приенисейской Сибири, хорошо согласуются с данными реконструкций природной обстановки и климата среднетаежной части Западной Сибири [16–18], а также с результатами реконструкций динамики растительного покрова и климата Касской равнины [19], полученными путем анализа голоценовых комплексов макрофоссилий палеокарпологическим методом.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (05–05–97708).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Климанов В. А.** К методике восстановления количественных характеристик климата прошлого // Вестн. Моск. ун-та. География. — 1976. — № 2.
2. **Климанов В. А.** Реконструкция палеотемператур и палеосадков на основе спорово-пыльцевых данных // Методы реконструкции палеоклиматов. — М.: Наука, 1985.
3. **Букреева Г. Ф., Вотях М. Р., Бишаев А. А.** Методика определения палеоклимата по информативным системам признаков спорово-пыльцевых спектров // Геол. и геофиз. — 1984. — № 6.
4. **Букреева Г. Ф., Вотях М. Р., Бишаев А. А.** Определение палеоклиматов по палинологическим данным методами целевой интерационной классификации регрессионного анализа. — Новосибирск, 1986.
5. **Букреева Г. Ф.** Математические методы в палинологии. — Новосибирск, 1989. — Вып. 1.
6. **Зыкин В. С., Зыкина В. С., Орлова Л. А. и др.** Изменения природной среды и климата в четвертичном периоде юга Западной Сибири // Проблемы реконструкции климата и природной среды голоцена и плейстоцена Сибири. — Новосибирск: Изд-во Ин-та археологии и этнографии. — 1998. — Вып. 1.
7. **Зыкин В. С., Зыкина В. С., Орлова Л. А.** Основные закономерности изменения природной среды и климата в плейстоцене и голоцене Западной Сибири // Там же. — Вып. 2.
8. **Архипов С. А., Волкова В. С., Букреева Г. Ф. и др.** Реконструкция климата в плейстоцене и голоцене Сибири: методы и перспективы // Там же. — Вып. 1.
9. **Хотинский Н. А., Климанов В. А.** Радиоуглеродный возраст и климатические условия развития бугристых торфяников Надым-Казымского междуречья в голоцене // Вопросы экологии растений болот, болотных местообитаний и торфяных залежей. — Петрозаводск, 1986.
10. **Хотинский Н. А., Савина С. С.** Палеоклиматические схемы территории СССР в бореальном, атлантическом и суббореальном периодах голоцена // Изв. АН СССР. Сер. геогр. — 1985. — № 4.
11. **Климанов В. А., Никольская М. В.** Анализ субрецентных спорово-пыльцевых спектров и некоторые показатели голоцена севера Сибири // Палеогеографический анализ и стратиграфия антропогена Дальнего Востока. — Владивосток: Изд-во АН СССР, 1983.
12. **Андреев А. А., Климанов В. А., Сулержицкий Л. Д.** История растительности и климата Центральной Якутии в позднеледниковье и голоцене // Ботан. журн. — 2002. — Т. 87, № 7.
13. **Букреева Г. Ф., Зубарева Г. Ю.** Применение объективных (численных) методов обработки палинологических данных (на примере территории Минусинской котловины) // Палеогеография Средней Сибири. — Красноярск, 1987.
14. **Климатический справочник СССР.** — Л.: Гидрометеоиздат, 1961. — Вып. 21а.
15. **Карпенко Л. В.** Динамика растительного покрова, торфонакопления и углерода в Тугуланской котловине (средняя тайга Енисейского левобережья) // География и природ. ресурсы. — 1996. — № 3.
16. **Волкова В. С., Левина Т. П.** Растительность голоцена Западной Сибири по палинологическим данным // Развитие территории СССР в позднем плейстоцене и голоцене. — М.: Наука, 1982.
17. **Волкова В. С., Вотях М. Р., Белова В. А.** Основные этапы изменения климата Сибири в четвертичное время // Проблемы современной палинологии. — Новосибирск: Наука, 1984.
18. **Хотинский Н. А., Савина С. С.** Палеоклиматические схемы территории СССР в бореальном, атлантическом и суббореальном периодах голоцена // Изв. АН СССР. Сер. геогр. — 1985. — № 4.
19. **Кошкарлов А. Д., Кошкарлова В. Л.** Воздействие глобальных изменений климата на динамику лесных экосистем Касской равнины (Западная Сибирь) // Лесоведение. — 2000. — № 3.