

УДК 571.51: 551.481.2 + 551.796

РЕКОНСТРУКЦИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ДИНАМИКИ ЛЕСНОГО ПОКРОВА СУХОДОЛОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ СЫМ-ДУБЧЕСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ В СРЕДНЕМ И ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ

Л. В. Карпенко¹, А. Б. Родионова²

¹ Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН 660036, Красноярск, Академгородок, 50/28

² Сибирский федеральный университет 660041, Красноярск, просп. Свободный, 79

E-mail: karp@ksc.krasn.ru, arodionova@sfu-kras.ru

Поступила в редакцию 27.10.2020 г.

На основе послыоного спорово-пыльцевого и радиоуглеродного анализов болотных отложений двух разрезов реконструированы сукцессии породного состава суходольных лесов центральной части Сым-Дубческого междуречья. Анализ видового состава пыльцы древесных пород и ее процентных соотношений в спектре позволил выделить палинологические зоны и на их основе реконструировать основные этапы (фазы) лесного покрова в среднем и позднем голоцене. Установлено, что в начале атлантического периода на суходолах были развиты березовые и сосновые с примесью ели *Picea* A. Dietr. леса, в середине и в конце его – сосновые и березовые с пихтой *Abies* Mill. и елью леса. В суббореальном периоде произошли смена породного состава древостоев и развитие сосново-кедрово-березовых с елью лесов. В субатлантическом периоде на суходолах произрастали зональные таежные леса с доминированием двух пород – сосны *Pinus* L. и кедра *Pinus sibirica* Du Tour. Береза *Betula* L., ель и пихта имели подчиненное значение в лесообразовании. Установлено, что региональные особенности района исследований существенно нивелировали параметры палеоклимата, что выразилось в сглаживании термических максимумов и минимумов, характерных для Западной Сибири. Высказано предположение о том, что сукцессии лесных экосистем происходили в результате не только флуктуаций климата голоцена, но и саморазвития.

Ключевые слова: торфяная залежь, спорово-пыльцевой анализ, радиоуглеродное датирование, реконструкция, палинозоны, фазы лесного покрова, сукцессии суходольных лесов.

DOI: 10.15372/SJFS20210105

ВВЕДЕНИЕ

Ископаемые пыльца и споры, выделенные из торфяной залежи болот четвертичного возраста, являются надежным источником информации о региональных и глобальных изменениях растительности и климата в голоцене и широко используются для палеогеографической корреляции (Faegri et al., 1989; Елина и др., 2000; Ямских, Гренадерова, 2003; Борисова и др., 2005). Качественный и количественный состав пыльцы и спор позволяет сделать вывод, что на этом отрезке геологического времени были представлены почти все ныне существующие растительные

зоны, сменявшие друг друга во времени вслед за изменением климата в сторону потепления или похолодания. Установлено, что состав процентного пыльцевого спектра объективно отражает состав окружающей растительности и тесно связан с существовавшими на тот момент термическими показателями климата (Волкова, 1977; Климанов, 1985; Букреева и др., 1986; Бляхарчук, 2007).

В настоящее время накоплен обширный материал по реконструкции растительности и климата таежной зоны Западной Сибири. Палеоботаническим и радиоуглеродным методами детально изучены стратиграфия голоценовых

отложений, динамика растительного покрова и ритмичность климата голоцена (Фирсов и др., 1982; Архипов и др., 1988; Орлова, 1990; Волков, 1994; Глебов, Карпенко, 1999; Бляхарчук, 2000, 2010). Для приенисейской части Западной Сибири палеогеографических реконструкций выполнено все еще недостаточно. Цель настоящей работы – реконструкция региональной динамики смен лесообразующих и эдификаторных видов древесных пород, а также травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов суходольных лесов в голоцене на основе палеопалинологических исследований торфяной залежи двух разрезов, заложенных в малоизученной среднетаежной части Приенисейской Сибири.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Район исследований представляет собой нарушенный природный комплекс, за исключением небольших участков лесоразработок. Он находится на второй надпойменной террасе р. Енисей в южной части Тугуланской котловины, между его левыми притоками – реками Нижняя и Тугулан. Современный растительный покров этой территории представлен лишайниковыми и кустарничково-зеленомошными сосняками, сформированными сосной обыкновенной *Pinus sylvestris* L., меньшее распространение имеют вейниковые и вейниково-зеленомошные березняки, представленные березой пушистой *Betula pubescens* Ehrh. Кедровые леса из сосны сибирской кедровой (кедра сибирского) *Pinus sibirica* Du Tour встречаются редко, в основном они приурочены к долинам рек. Древостой состоит из разновозрастного кедрового леса высотой 20–22 м и березы высотой до 12 м. На участках, граничащих с болотами, и в поймах мелких ручьев широко распространены заболоченные сосняки – кассандрово-сфагновый, лишайниково-сфагновый, осоково-сфагновый и др.

Исследовали два болотных массива (с условным названием «Никулино-1» и «Никулино-2»), расположенных в малоизученной центральной части Сым-Дубчесского междуречья. Географические координаты объектов – 60°30' с. ш. и 86°40' в. д. Расстояние между болотами 6 км. Из-за слабой проходимости болот, обусловленной их сильной обводненностью, доставка в район исследования производилась при помощи вертолетных посадок. В генетическом центре болот ручным буром системы Гиллера заложили два разреза. Мощность торфяной залежи болота «Никулино-1» 3.75 м, «Никулино-2» – 3.5 м.

Образцы на ботанический и спорово-пыльцевой анализы отбирали послойно сплошной колонкой с интервалом 0.25 м от поверхности болот до материнской породы. Ботанический анализ торфа проведен по ГОСТ 28245-89 (1989) на микроскопе «Leitz Wetzlar» с увеличением $\times 20$ и $\times 40$, зольность – по ГОСТ 26801-86 (1986); степень разложения торфа с учетом зольности – объемно-весовым методом (Пьявченко, 1963).

Реконструкция динамики смен древесной растительности осуществлялась в основном методом спорово-пыльцевого анализа, выполненного на 29 образцах торфа. Лабораторная обработка образцов проведена по стандартной методике (Гладкова и др., 1950). Подсчет пыльцы и спор в составе спорово-пыльцевого спектра (СПС) проводился под микроскопом МБИ-6 при увеличении объекта в $\times 200$ и $\times 400$. Пыльцу древесных пород определяли до вида, подсчитывали до 500 экз. зерен, пыльцу трав и кустарничков – до семейства. Споры определяли до класса, мхи подразделяли на сфагновые и гипновые. При построении спорово-пыльцевых диаграмм за 100 % принимали сумму пыльцы древесных пород, трав и спор, исключая споры сфагновых и гипновых мхов, так как они характеризуют фитоценоз *in situ*. Результаты спорово-пыльцевого анализа торфа представлены в виде диаграмм. При выделении периодов голоцена придерживались модифицированной схемы Н. А. Хотинского (1987).

Радиоуглеродное датирование торфа выполнено по методике Х. А. Арсланова и Л. И. Громовой (1968) на двухканальной сцинтилляционной радиоуглеродной установке Института леса и древесины им. В. Н. Сукачева СО АН СССР (в настоящее время – Институт леса СО РАН). Лабораторные индексы образцов торфа – «КРИЛ». Всего получено 5 датировок абсолютного возраста торфа (табл. 1).

Калибровка радиоуглеродных дат выполнена при помощи пакета Clam программы R (Blaauw, Christen, 2011). В тексте статьи для реконструкций приводится календарный возраст (кал. л. н.).

Для установления временных границ фаз древесной растительности, а также хронологии изменений палеоклимата нами использовались промежуточные возрастные даты (~ л. н.), которые приводятся на рисунках диаграмм. В разрезе «Никулино-1» имеется только одна радиоуглеродная датировка (см. табл. 1), поэтому возраст каждого 25-сантиметрового слоя торфа определен путем экстраполяции через вычисление скорости торфонакопления (3750 мм

Таблица 1. Возраст торфяной залежи болот «Никулино-1» и «Никулино-2»

Глубина образца, см	Лабораторный номер образца	Абсолютный возраст, л. н.	Календарный возраст, кал. л. н.
		«Никулино-1»	
3.75	КРИЛ-720	6760 ± 100	7624 ± 168
		«Никулино-2»	
1.25	КРИЛ-709	3675 ± 50	3991 ± 112
2.25	КРИЛ-711	4790 ± 120	5523 ± 236
2.75	КРИЛ-712	5705 ± 160	6526 ± 130
3.25	КРИЛ-713	6720 ± 40	7600 ± 53

торфа накопилось за 7624 года, а 250 мм – за ~ 510 лет). Промежуточные даты для разреза «Никулино-2» получены при помощи пакета *Clam* программы R.

Анализ пыльцевых спектров основных лесобразующих пород для целей реконструкций проводился посредством выделения палинологических зон и фаз растительности, согласно В. С. Волковой (1977) и Т. А. Бляхарчук (2010). Палинозоны выделялись визуально по изменению процентного содержания пыльцы древесных пород в 25-сантиметровых слоях торфа, образующих торфяную залежь. Название зоны давалось по наименованию вида с максимальным содержанием пыльцы древесных пород и вида, имеющего подчиненное значение, но характерного для данной зоны. Под фазой понимается время существования той или иной растительной формации, отраженной в пыльцевом комплексе в виде палинологической зоны.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Болотный массив «Никулино-1». На месте бурения залежи в генетическом центре болота господствует грядово-мочажинно-озерный комплекс ассоциаций. Микрорельеф образован озерами, занимающими 30 % поверхности, грядами – 10 % и мочажинами – 60 %. Мощность торфяной залежи 3.75 м. Залежь сложена следующими видами торфа, м: 0–0.25, сфагновый переходный, R (степень разложения) – 9.0 %, A (зольность) – 4.5 %; 0.25–0.5, шейхцериевый переходный, R – 10.0 %, A – 4.5 %; 0.5–0.75, травяно-сфагновый переходный, R – 13.0 %, A – 5.9 %; 0.75–1.5, сфагновый переходный, R – 14.0–20.0 %, A – 6.0–6.7 %; 1.5–2.25, осоковый переходный, R – 21.0–34.0 %, A – 6.3–6.5 %; 2.25–2.50, травяной низинный, R – 34.0 %, A – 6.7 %; 2.50–2.75, древесно-травяной низинный, R – 36.0 %, A – 6.8 %; 2.75–3.50, травяной низинный, R – 27.0–37.0 %, A – 5.3–5.5 %; 3.50–

3.75, травяно-сфагновый низинный, R – 35.0 %, A – 5.9 %. Анализ видового состава пыльцы и ее процентных соотношений в пробах торфа разреза «Никулино-1» позволил выделить три палинологические зоны и реконструировать три фазы развития суходольной древесной растительности (рис. 1). В общем составе СПС (пыльца деревьев, пыльца трав и споры) в разрезе абсолютно преобладает пыльца древесных пород, на долю которой приходится 69.1–95.7%.

I. *Зона березы и ели, фаза березовых и еловых лесов* (~ 7624–6100 л. н). Палинозона I выделена в придонных слоях (3.75–3.0 м) травяно-сфагнового и травяного торфов. В общем составе палинокомплекса зоны преобладает пыльца (п.) древесных пород, ее доля составляет 80.5–87.4. % Доля п. травянистых растений варьирует от 8.7 до 16.1, спор – 3.4–3.8 %. Среди п. древесных доминируют береза пушистая – 45.2–55.1 % и ель сибирская *Picea obovata* Ledeb. – 26.0–34.0 %. На долю п. кедра сибирского и сосны обыкновенной приходится только 1.1–1.6 и 2.3–9.7 % соответственно. В этой зоне процентное содержание п. березы карликовой *Betula nana* L. достигает максимального значения в разрезе. Среди п. трав и кустарничков преобладает п. полыни *Artemisia* L. и семейств осоковых Cyperaceae Juss., nom. cons. и частуховых Alismataceae Vent. Меньшее процентное содержание приходится на п. семейств мятликовых Poaceae Barnhart, частуховых и лютиковых Ranunculaceae Juss. Споры представлены семействами многожкковых Polypodiaceae J. Presl & C. Presl (26.7 % в начале зоны и 20.0 % в конце) и плауновых Lycopodiaceae P. Beauv. ex Mirb. (33.3 и 7.7 %) соответственно. Содержание спор сфагнума *Sphagnum* L. варьирует от 30.0 до 42.0 %, спор бриевых *Bryales* Limprg. – 10.0–31.1 %.

Спорово-пыльцевые спектры зоны I свидетельствуют о том, что главными лесобразующими породами этого временного отрезка голоцена были береза и ель. Роль сосны обыкновенной

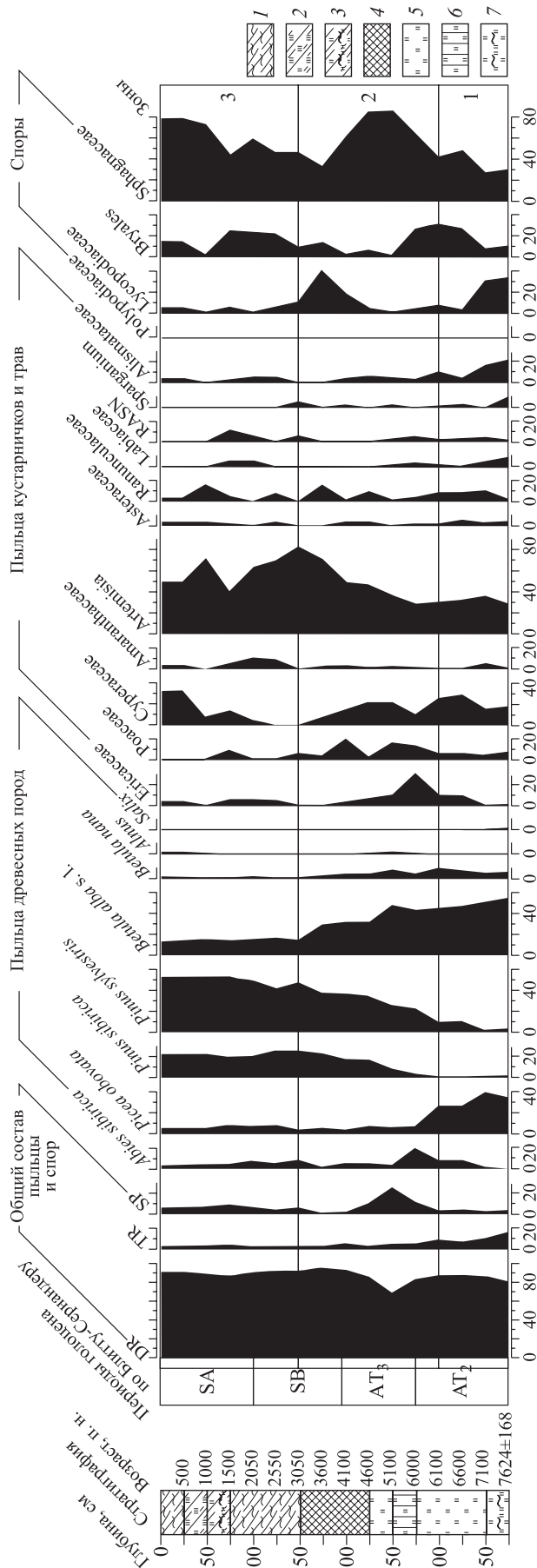


Рис. 1. Стратиграфия и спорово-пыльцевая диаграмма торфяного разреза «Никудино-1»: 1 – переходные виды торфа; 2 – сфагновый, 3 – травяно-сфагновый, 4 – осоковый. Низинные виды торфа: 5 – травяной, 6 – древесно-травяной, 7 – травяно-сфагновый. Общий состав пыльцы и спор: DR – пыльца трав; SP – споры; TR – пыльца древесных пород; Abies sibirica – пихта сибирская; Picea obovata – ель сибирская; Pinus sibirica – сосна обыкновенная; Pinus sylvestris – сосна европейская; Betula alba s. l. – береза повислая; Betula nana – береза карликовая; Salix – ива; Ericaceae – вереск; Rosaceae – розовые; Cyperaceae – ситон; Anemilaceae – ветреница; Asteraceae – астровые; Ranunculaceae – лютиковые; Labiataceae – губчатые; RASN – ряска; Sparganium – сусак; Alismaceae – альмисовые; Cyperodaceae – ситон; Lycopodiaceae – плауны; Bryales – мхи; Sphagnaceae – сфагновые мхи.

и сосны сибирской в составе древостоев была невелика. Пихта также не имела широкого распространения в лесном покрове суходолов. Травяной ярус под пологом леса был образован разнотравьем, а более влажные участки заняты осоками, сфагновыми и гипновыми мхами.

II. Зона березы, сосны и пихты, фаза березовых и сосновых с пихтой лесов (~6100–3050 л. н.). Выделена в срединных (3.0–1.5 м) слоях залежи, образованных травяным и древесно-травяным низинными и осоковым переходным видами торфа. В общем составе СПС доля п. древесных пород варьирует от 69.1 до 95.7 %, травянистых растений – от 2.3 до 5.4, а спор – от 5.8 до 11.1 %. В пыльцевых спектрах древесных пород содержание п. березы пушистой в начале зоны составляет 42.9 %, а в конце ее уменьшается до 14.1 %. В этой зоне отмечается плавное увеличение п. сосны обыкновенной – от 23.2 до 47.6 %. В середине зоны в пыльцевом спектре древесных отмечается рост содержания п. кедра сибирского. Если в начале зоны доля его п. была всего 2.7 %, то в середине она составляла уже 16.8, а в конце – 26.0 % от суммы п. древесных пород. Содержание п. ели сибирской по сравнению с зоной I заметно снизилось и составляло всего 7.3–3.6 %. В начале зоны II отмечается довольно высокое содержание п. пихты сибирской *Abies sibirica* Ledeb. – 19.0 %, которое в середине и в конце зоны резко снизилось и составляло 3.3–2.0 %. В спектрах травянистых растений на протяжении всей зоны преобладает п. полыни, содержание которой значительно увеличивается к концу зоны (от 29.0 до 84.2 %). Меньшее количество приходится на п. семейств мятликовых, осоковых, астровых *Asteraceae* Bercht. & J. Presl. и частуховых. В спектрах споровых растений доминирует сфагнум, содержание спор которого варьирует от 33.3 до 85.7 %. В меньшем количестве встречаются споры сем. многоножковых и плауновых.

В этот отрезок времени начинается перестройка породного состава лесов. Наряду с березой, которая все еще доминировала в древостоях, сосна обыкновенная начинает принимать значительное участие в лесообразовательном процессе.

Начало этой фазы характеризуется наибольшим участием пихты в составе лесных насаждений за весь период голоцена. Однако уже к концу этого отрезка времени пихта, как и ель, значительно снижают свое участие в лесообразовании. В это же время происходит постепенное усиление роли сосны сибирской в составе древостоев. Под пологом леса господствуют разнотравно-полынные группировки растительности. Встречаются также щитовник *Dryopteris Adans.* и плауны. Высокое содержание в спектрах сфагновых мхов свидетельствует как о развитии мохового яруса под пологом леса, так и об активно идущем процессе заболачивания территорий, окружающих суходолы.

III. *Зона сосны и кедра, фаза сосновых и кедровых лесов* (~ 3050 л. н. и до современности). Палинозона III выделена в верхней трети (1.5–0 м) торфяной залежи – осоковом, травяно-сфагновом, шейхцериевом и сфагновом переходных видах торфа. В общем составе СПС доля п. древесных пород достигает максимума по разрезу и колеблется от 92.9 до 90.8 %. П. травянистых растений составляет 2.4–3.3, споры – 4.8–5.8 %. В составе ПС древесных этой зоны доминирует п. сосны обыкновенной (47.6–52.5 %). Второе место приходится на п. кедра сибирского (26.0–22.2 %). Содержание п. березы пушистой по сравнению с зоной II уменьшилось почти в 2.5 раза. Ее доля от суммы п. древесных пород составляет всего 17.0–13.7 %. На всем протяжении зоны присутствует п. ели сибирской (8.0–5.6 %) и пихты сибирской (5.5–3.6 %). В травяно-кустарничковых спектрах доминирует п. полыни, содержание которой в начале зоны равно 70.8, а в конце – 50.0 %. В меньшем количестве встречается п. семейств маревых *Chenopodiaceae* Burnett, осоковых, астровых. В спектрах споровых растений доминируют сфагновые мхи (46.9–79.6 %). На долю спор зеленых мхов *Bryidae* Engl. приходится от 24.5 до 14.3 %. Споры папоротников *Polypodiophyta* и плаунов также присутствуют в спектре, но в значительно меньшем количестве.

Качественный и количественный состав ПС древесных пород зоны III свидетельствует о том, что в позднем голоцене на территории исследований сформировались высокополнотные хвойные леса с сосной, кедром и березой. Высокое содержание п. сосны в ПС древесных пород может свидетельствовать о ее поселении не только на суходолах, но и на болотах. Темнохвойные породы – ель и пихта, вероятно, были развиты только в долинах небольших болотных речек и

ручьев и уже не играли существенной роли в лесообразовании. Доминантами травяно-кустарничкового яруса были полыни, осоки и разнотравье. Роль папоротников и плаунов в сложении напочвенного покрова значительно сократилась. Высокое содержание спор сфагновых мхов свидетельствует как о развитии кустарничково-травяно-моховых сообществ под пологом леса, так и об активно идущем болотообразовательном процессе на окружающих территориях.

Болотный массив «Никулино-2». В центральной части болота в точке бурения залежи доминирует кустарничково-сфагновый мезотрофный фитоценоз. Мощность торфяной залежи 3.6 м. Ее образуют следующие виды торфа, м: 0–0.5, травяно-сфагновый переходный, R – 10.0–15.0 %, A – 3.0–3.9 %; 0.5–1.5, шейхцериевый переходный, R – 24.0–27.0 %, A – 5.2–6.0 %; 1.5–1.75, травяной низинный, R – 28.0, A – 6.8 %; 1.75–2.0, осоковый низинный, R – 21.0–23.0 %, A – 6.3–6.9 %; 2.0–2.75, осоково-гипновый низинный, R – 21.0–23.0 %, A – 6.3–6.9 %; 2.75–3.5, осоковый низинный, R – 20.0–21.0 %, A – 6.8–6.9 %; 3.5–3.6, органично-минеральный остаток (ОМО), A – 69.0 %. Для палиноспектров разреза «Никулино-2» выделены четыре палинозоны и реконструированы четыре фазы развития растительности суходолов (рис. 2). Доля древесной п. в разрезе «Никулино-2» варьирует от 72.9–96.1 % от общего состава пыльцы и спор.

I. *Зона березы, сосны и ели, фаза березовых, сосновых и еловых лесов* (~ 8100–7050 кал. л. н.). Палинозона I выделена в слое (3.5–3.0 м) низинного осокового торфа, подстилающего торфяник. В общем составе спорово-пыльцевого спектра доля п. древесных пород составляет 83.5–91.3 %, доля п. травянистых растений – 6.6–9.6 и спор – 3.0–9.9 %.

Зона характеризуется попеременным доминированием в составе спектра древесных пород п. березы и сосны обыкновенной. Так, доля п. березы пушистой в начале зоны составляет 58.5 % от суммы п. древесных пород, а в середине и конце зоны ее содержание сокращается в 2 раза и более (21.2–21.9 %). Содержание п. сосны обыкновенной в спектре, наоборот, резко возрастает – от 14.7 % в начале до 45.7 % в конце зоны. В конце зоны I довольно высокий процент от суммы п. древесных пород приходится на п. ели сибирской (16.0 %). П. пихты сибирской и кедра сибирского присутствует в меньшем количестве – 5.2–10.8 и 8.3–16.0 % соответственно. Отмечается и наибольшее в разрезе содержание

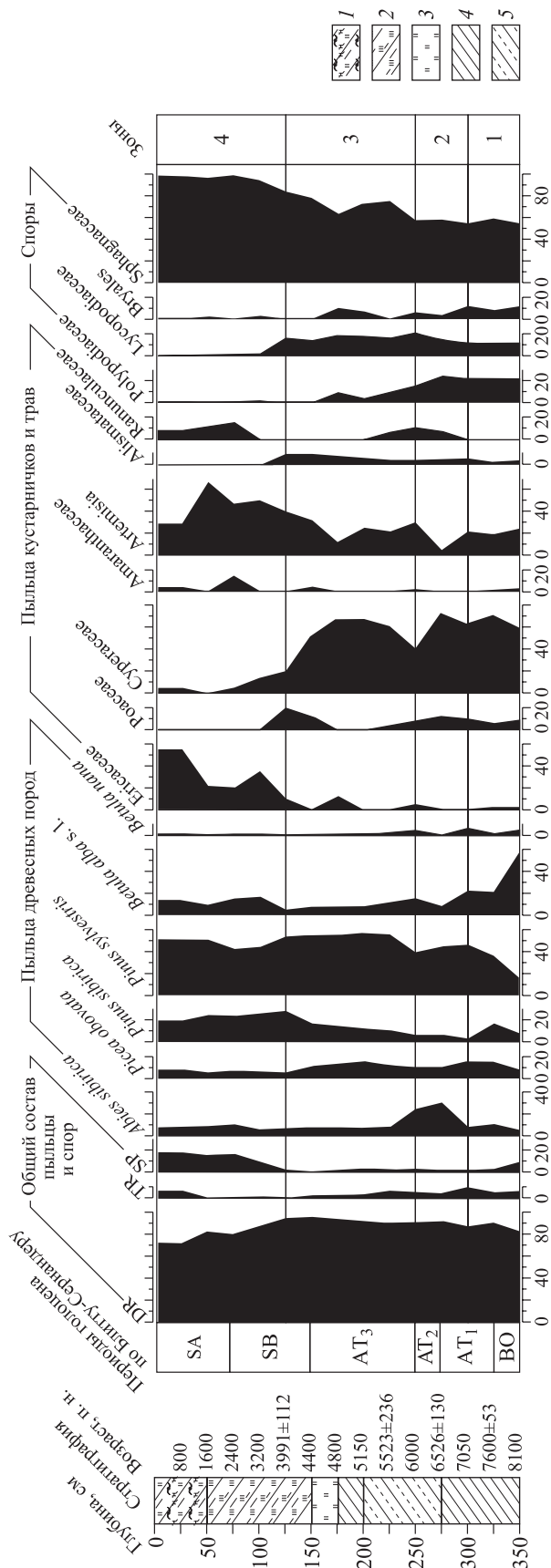


Рис. 2. Стратиграфия и спорово-пыльцевая диаграмма торфяного разреза «Никулино-2»: виды торфа: 1 – травяно-сфагновый, 2 – шейхериевый. Низинные виды торфа: 3 – травяной, 4 – осоковый, 5 – осоково-гипновый. Остальные условные обозначения см. на рис. 1.

п. березы карликовой. Среди трав и кустарничков доминирует п. семейства осоковых, в меньшем количестве встречается п. пыльны и семейства мятликовых. Содержание спор сфагнома доминирует на протяжении всей зоны, на их долю приходится около 58 %. Количество спор бриевых невелико – 3.7–5.8 %.

Спорово-пыльцевые спектры зоны I свидетельствуют о том, что главные лесообразователи в этот период голоцена – береза пушистая и сосна обыкновенная. Третьим эдификатором была ель сибирская. Роль сосны сибирской и пихты сибирской в лесообразовании была невелика. Под пологом леса доминировали ерниковые и осоково-злаковые сообщества. Переувлажненные участки леса заняты зеленомошно-сфагновыми сообществами, а также щитовником и плаунами.

II. Зона сосны и пихты, фаза сосновых и пихтовых лесов (~7050–6000 кал. л. н.). Палинозона II выделена в слое (3.0–2.5 м) осокового и осоково-гипнового низинных торфов. В общем составе СПС доля пыльцы травянистых растений и спор меньше по сравнению с зоной I – 4.5–5.3 и 3.7–2.7 % соответственно. В ПС древесных пород преобладает п. сосны обыкновенной – 38.9–44.0 %. Доля п. пихты сибирской составляет 24.7–30.8 % от суммы п. древесных пород. Это наиболее высокое ее содержание по разрезу. Доля п. ели сибирской снизилась до 10.0–11.0 % по сравнению с зоной I. Содержание п. березы пушистой составляет 8.2–5.8 % от суммы п. древесных пород. Доля п. кедра сибирского невелика – 6.1–6.3 %. В спектрах травянистых растений, особенно в начале зоны, доминирует п. семейства осоковых – 72.7 %. Споры представлены папоротниками и плаунами. Среди спор мохообразных на протяжении всей зоны доминирует сфагнум, на долю которого приходится около 58 %. Содержание спор бриевых невелико – 3.7–5.8 %.

Максимальное содержание п. сосны обыкновенной в общем составе пыльцы древесных зоны II свидетельствует о том, что в это время сосна обыкновенная была главной лесообразующей породой на суходолах. Для этой фазы характерно значительное увеличение пихты в составе лесов, о чем свидетельствует самое высокое содержание ее пыльцы в разрезе. Происходит также посте-

пенное сокращение участия березы и ели в составе лесных насаждений. Сосна сибирская не играет заметной роли в лесообразовании. Под пологом леса доминировали осоково-разнотравные сообщества, содоминантом была полынь. Более влажные местообитания занимали папоротники и плауны, а также мхи рода сфагнум.

III. *Зона сосны, кедра и ели, фаза сосновых, кедровых и еловых лесов* (~ 6000–4000 кал. л. н.). Зона III выделена в слое (2.5–1.25 м) осоково-гипнового, осокового и травяного низинных видов торфа. В общем составе палинокомплекса зоны доля п. древесных пород самая высокая в разрезе – 92.2 % в начале зоны и 96.0 % в конце. Содержание п. трав и спор невелико – 1.1–6.4 и 1.9–3.3 %. Зона характеризуется высоким содержанием п. сосны обыкновенной, ее доля от суммы п. древесных составляет 54.0–54.7 %. Для зоны характерен значительный подъем содержания п. кедра сибирского – от 8.5 % в начале зоны до 28.5 % – в конце. Содержание п. ели сибирской в начале и середине зоны составляет 10.0–15.0 %, в конце ее доля уменьшается до 6.0 %. Содержание п. пихты сибирской в ПС заметно снизилось по сравнению с зоной II и составляло всего 6.7–7.1 %. Доля п. березы пушистой в спектре древесных невелика – 12.1–5.1 % от их суммы. Среди травяно-кустарничковой п., как и в зоне II, преобладает п. семейства осоковых. Ее содержание в начале и в середине зоны варьирует от 60.9 до 68.0 %, а в конце снижается до 20.9 %. Количество п. полыни, наоборот, к концу зоны заметно увеличивается – от 21.7 до 40.0 %. Содержание спор сфагновых мхов так же высоко, как и в зоне II – 75.1–84.0 %.

Спорово-пыльцевые спектры зоны III свидетельствуют о том, что доминирующей породой в составе автоморфных лесов по-прежнему была сосна обыкновенная. В этот временной отрезок голоцена начинает постепенно увеличиваться лесообразующая роль сосны сибирской, которая до конца голоцена остается главным содоминантом сосны обыкновенной. Третьим эдификатором была ель сибирская. К концу фазы III участие ели и пихты сибирских в составе лесов заметно сокращается. Также существенно уменьшилась лесообразующая роль березы пушистой. В травяном ярусе доминировали осоки. В конце фазы в сложении напочвенного покрова увеличивается роль полыни. Высокая доля содержания п. осок и спор сфагновых мхов свидетельствует о постепенном развитии заболоченных травяно-моховых сообществ как под пологом леса, так и на болотных массивах, окружающих суходолы.

IV. *Зона сосны и кедра, фаза сосновых и кедровых лесов* (~ 4000 кал. л. н. и до современности). Палинозона IV выделена в слоях шейкерицевого и травяно-сфагнового переходных видов торфа (1.25–0 м). Для этой зоны характерно заметное по сравнению с зоной III снижение процентного содержания п. древесных пород в общем составе СПС. Если в начале зоны доля п. древесных составляла 88.4 %, то в конце ее она снизилась до 72.9 %. Это произошло за счет увеличения содержания спор, доля которых увеличилась от 10.0 % в начале до 18.3 % в конце зоны. Доля травянистых растений на протяжении зоны варьирует от 0.9 до 6.3 %. Эта зона характеризуется абсолютным доминированием в пыльцевом спектре древесных п. сосны обыкновенной – 44.3–50.9 % и кедра сибирского – 25.4–19.7 %. Такое высокое содержание п. сосны обыкновенной, вероятно, вызвано не только широким распространением сосны на суходолах, но и поселением ее на верховых болотах, их окружающих. В середине зоны отмечается небольшой рост п. березы пушистой – 16.9–14.6 % и снижение ее содержания до 12.9 % в конце. Доля п. ели сибирской снизилась по сравнению с зоной III до 6.3–7.4 %. П. пихты сибирской в ПС древесных присутствует в небольшом количестве – 5.8–7.8 %. Для травяно-кустарничковых спектров зоны характерно доминирование п. семейства вересковых Ericaceae Juss., на долю которой приходится 35.7–54.5 %. В меньшем количестве отмечена п. полыни и семейств осоковых, маревых, лютиковых. Содержание спор сфагнума максимально по разрезу – 94.1–98.5 %.

Спорово-пыльцевые спектры зоны IV свидетельствуют о том, что в заключительный отрезок голоцена на территории, окружающей разрез «Никулино-2», сформировались таежные леса, в составе древостоев которых доминировали сосна обыкновенная и сосна сибирская. Содоминантом являлась береза. Под пологом леса были развиты заболоченные кустарничково-разнотравно-сфагновые сообщества. Темнохвойные породы – пихта и ель были вытеснены в речные долины и на склоны водоразделов теплых экспозиций и больше не играли существенной роли в образовании лесного покрова плакоров.

Далее кратко охарактеризуем региональную динамику растительного покрова суходолов в центральной части междуречья Сым–Дубчес согласно выделенным выше фазам развития лесной растительности. Реконструкция палеоклимата голоцена для района исследований выполнена Г. Ф. Букреевой с соавт. (1986). На основе рас-

Таблица 2. Реконструированные показатели климата междуречья Сым–Дубчес (средняя тайга, Красноярский край)

Периоды по Блитт–Сернандеру	Возраст		Температура, °С			Сумма осадков, мм/год
	абсолютный, л. н.	календарный, кал. л. н.	июля	января	года	
Современные показатели климата*	–	–	17.8	–23.3	–3.4	565
SA	380	300	17.6	–23.1	–2.6	535
	1480	1400	17.5	–22.6	–2.9	541
	1550	1550	17.3	–23.0	–2.6	533
	1780	1700	17.7	–23.6	–3.0	553
	2280	2350	17.3	–23.8	–3.3	571
SB	2675	2800	17.5	–24.4	–3.1	554
	3100	3300	18.0	–22.8	–2.6	498
	3130	3300	17.6	–23.0	–3.2	556
	3560	3900	18.2	–23.3	–4.4	510
	3675	4000	18.4	–22.4	–3.2	556
	4015	4350	17.2	–23.9	–4.0	542
	4370	4500	17.5	–23.3	–3.0	547
AT	4790	5000	18.3	–22.2	–2.9	547
	4965	5700	17.4	–23.9	–3.7	564
	5200	6050	17.9	–22.6	–3.1	527
	5760	6600	18.0	–22.4	–4.0	486
	6245	7150	18.5	–23.6	–3.5	499
	6720	7600	18.3	–22.7	–3.5	485
	6760	7624	15.7	–25.9	–5.9	531

Примечание. * Климатологический справочник СССР, 1961.

четных моделей по составу спорово-пыльцевых спектров семи торфяных разрезов, расположенных на междуречье, в том числе «Никулино-1» и «Никулино-2», получена количественная оценка элементов палеоклимата: среднемесячной температуры июля и января, средней температуры года и среднегодовой суммы осадков (мм). Результаты палеоклиматических реконструкций и радиоуглеродные даты этих разрезов опубликованы ранее (Карпенко, 2006) и используются в нашей работе (табл. 2).

Из радиоуглеродного датирования придонного слоя торфа и пыльцевых спектров древесных пород разрезов «Никулино-1» и «Никулино-2» следует, что в центральной части Сым-Дубчесского междуречья уже на контакте бореального и атлантического периодов голоцена существовали леса, главными лесообразователями которых были береза, сосна и ель.

Холодный и сухой климат начала атлантического периода, вероятно, способствовал широкому развитию на суходолах, окружающих разрез «Никулино-1», березовых и еловых, а «Никулино-2» – березовых и сосновых лесов со значительным участием ели. Участие пихты

и сосны сибирских в лесообразовательном процессе было невелико. Под пологом леса росли осоки, злаки, ерник, а также щитовник и плауны. Переувлажненные участки леса были заняты зеленомошно-сфагновыми сообществами. Средняя температура июля в это время была ниже современной на 2.1 °С, января – на 2.6 °С, года – на 2.5 °С. Среднегодовая сумма осадков была меньше на 34 мм (см. табл. 2).

В середине атлантического периода климатические условия существенно улучшились, что, вероятно, способствовало усилению лесообразующей роли пихты в составе лесов (содержание п. пихты максимальное в разрезах). Об этом свидетельствуют выделенные фазы развития древесной растительности, согласно которым на территории, окружающей разрезы «Никулино-1» и «Никулино-2», доминировали березовые и сосновые леса со значительным участием в их составе пихты. Лесообразующая роль ели значительно снизилась. Под пологом леса господствовали разнотравно-полянны растительные группировки. Более влажные местообитания занимали плауны и сфагновые мхи. Климат этого отрезка голоцена был теплым.

Средние температуры июля превышали современные на 0.1–0.7 °С, января – на 0.2–0.9 °С, а средние температуры года были близки современным. Суммы годового количества осадков были меньше современной нормы на 59–71 мм.

В последней трети атлантического периода на суходолах происходит перестройка породного состава лесов. Наряду с сосной обыкновенной и березой сосна сибирская начинает значительно расширять свое участие в лесообразовательном процессе. На суходолах развиваются сосновые, березовые и кедровые леса с пихтой и елью в подчиненном ярусе. Под пологом леса доминируют верескоцветные кустарнички и осоково-разнотравные группировки растительности. Наиболее влажные участки леса занимают сфагновые мхи. В климатическом отношении конец среднего голоцена был неоднородным. В начале его температура июля, января и года была ниже современной, около 5000 кал. л. н. было тепло и сухо – температура июля и года на 0.5, а января – на 1.1 °С выше современных.

Похолодание климата в начале суббореального периода вызвало дальнейшее расширение участия сосны сибирской в составе лесов, что привело к формированию тайги современного облика. Согласно выделенным фазам развития растительности, в это время на плакорах господствовали высокополнотные сосновые и кедровые кустарничково-разнотравные и разнотравно-моховые леса. Береза выступала содоминантом. Ель и пихта сибирские имели второстепенное значение в лесообразовании. Под пологом леса доминировали осоки и сфагновые мхи. Климат первой половины суббореала был холоднее, а второй – теплее современного: температура июля на 0.2–0.6, января – на 0.3–0.9 °С выше современной, температура года близка или чуть выше современной.

В субатлантическом периоде окончательно сформировались высокополнотные таежные леса, близкие современным. Основными эдификаторами лесного покрова были сосна обыкновенная и сосна сибирская. Повышенные участки рельефа с суглинистыми почвами занимали березовые травяно-зеленомошные леса. В понижениях рельефа были распространены березовые и сосновые осоковые и осоково-сфагновые леса. Темнохвойные леса из ели и пихты были сосредоточены в основном в речных долинах и поймах рек. Климат близок современному.

Полученные результаты сукцессий хорошо согласуются с данными реконструкций динами-

ки растительного покрова среднетаежной части Западной Сибири – АТ1 – березовые и сосновые леса с примесью ели, АТ2 – сосновые и березовые леса с пихтой и елью; SB1 – сосново-березовые леса со значительным сокращением доли пихты в их составе, SB2 – кедрово-сосновые и березовые леса с незначительным участием ели в лесообразовании; SA – кедрово-сосновые и сосново-кедровые леса с примесью березы пушистой, с елью и пихтой сибирскими в подчиненном ярусе (Волкова, Левина, 1985; Волкова, Климанов, 1988; Волкова и др., 1989; Бляхарчук, 2000 и др.).

Однако термические максимумы и минимумы (пики потеплений и похолоданий климата) в средней тайге Приенисейской Сибири не всегда совпадают с пиками тепла и холода, характерными для Западной Сибири. Так, например, максимальный климатический оптимум голоцена в Западной Сибири отмечается в период 6000–4500 л. н. (Волкова и др., 1989). А в среднетаежной части Приенисейской Сибири потепление климата наступило раньше – 6720–5760 л. н. или 7600–6600 кал. л. н. и было намного слабее. В субатлантическом периоде четко не фиксируются экстремумы потеплений и похолоданий, характерные для Западной Сибири. Средние температуры июля и января в SA близки современным, а температуры года близки или чуть выше современных. Особенно сильно отличается от общепринятой схемы (Волкова и др., 1989) флуктуация величины среднегодовой суммы осадков, которая на протяжении среднего и позднего голоцена была меньше современной нормы. Такие расхождения в показаниях реконструированного климата, скорее всего, могут быть связаны с региональными особенностями района исследований (бассейн р. Енисей), который находится в зоне устойчивого тепло- и влагообмена. Второй причиной может быть несовершенство расчетных моделей климата голоцена, которые, «безусловно, нельзя абсолютизировать» (Хотинский, 1989, С. 16).

Таким образом, полученные результаты палеопалинологических и палеоклиматических реконструкций позволяют нам сделать предположение о том, что в среднетаежной подзоне Приенисейской Сибири динамика смен лесообразующих пород определялась не только колебаниями климата в голоцене, но и саморазвитием лесных экосистем, что утверждали ранее другие авторы (Пьявченко, 1985; Глебов, 1988 и др.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе спорово-пыльцевого и радиоуглеродного анализов торфяных отложений двух болот, заложенных в центральной части Сым-Дубчесского междуречья, реконструирована история динамики смен растительного покрова сухоходных лесов за период времени ~ 8000 кал. л. н. Анализ пыльцевых спектров основных лесообразующих пород позволил выделить палинологические зоны и основные этапы (фазы) развития лесной растительности, доминанты и содоминанты древесного яруса. Установлено, что в среднем и позднем голоцене в районе исследований господствовала тайга с доминированием трех лесообразующих пород – сосны, кедра и березы, процентный состав которых с течением времени менялся. Выявлены следующие сукцессии лесного покрова сухоходов: АТ1 – березовые и сосновые с примесью ели леса, АТ2 – сосновые и березовые с пихтой и елью леса, АТ3 – сосновые, березовые и кедровые с пихтой и елью в подчиненном ярусе леса, СВ – сосновые и кедровые с березой, елью и пихтой леса и СА – сосново-кедровые с примесью березы леса. Ель и пихта в подчиненном ярусе. Установлено, что в бассейне среднего течения р. Енисей климатические колебания в голоцене проявились менее отчетливо, чем в Западной Сибири (пики потеплений и похолоданий были существенно слабее), отчетливо не проявился климатический оптимум. Сделано предположение о том, что смены лесного покрова сухоходов в центральной части Сым-Дубчесского междуречья происходили не только в результате изменений климата голоцена, но и по причине естественных факторов развития лесов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ
(REFERENCES)

Арсланов Х. А., Громова Л. И. Тримеризация ацетилена на ванадиевом алюмосиликатном катализаторе // ДАН СССР. 1968. № 4. 183 с. [Arslanov Kh. A., Gromova L. I. Trimerizatsiya atsetilena na vanadievom alyumosilikatnom katalizatore (Trimerization of acetylene on vanadium aluminosilicate catalyst) // DAN SSSR (Proc. USSR Acad. Sci.). 1968. N. 4. 183 p. (in Russian)].

Архипов С. А., Волкова В. С., Букреева Г. Ф., Форонова И. В., Круковер А. А., Дергачева М. И., Зыкина В. С., Гнибиденко З. Н., Сухорукова С. С., Деревяшко А. П., Маркин С. В., Орлова Л. А. Реконструкция климата в плейстоцене и голоцене Сибири: методы и перспективы // Проблемы реконструкции климата и природной среды голоцена и плейстоцена Сибири. Новосибирск: Ин-т археол. этногр. СО АН СССР, 1988. 303 с.

[Arkhipov S. A., Volkova V. S., Bukreeva G. F., Foronova I. V., Krukover A. A., Dergacheva M. I., Zykina V. S., Gnibidenko Z. N., Sukhorukova S. S., Derevyanko A. P., Markin S. V., Orlova L. A. Rekonstruktsiya klimata v pleystotsene i golotsene Sibiri: metody i perspektivy (Reconstruction of the climate in the Pleistocene and Holocene of Siberia: methods and perspectives) // Problemy rekonstruktsii klimata i prirodnoy sredy golotsena i pleystotsena Sibiri (Problems of reconstruction of the climate and natural environment of the Holocene and Pleistocene of Siberia). Novosibirsk: In-t arkheol. etnogr. SO AN SSSR (Inst. Archeol. Ethnogr. Sib. Br. USSR Acad. Sci.), 1988. 303 p. (in Russian)].

Бляхарчук Т. А. История растительности юго-востока Западной Сибири в голоцене по данным ботанического и спорово-пыльцевого анализа торфяных отложений // Сиб. экол. журн. 2000. № 5. С. 659–668 [Blyakharchuk T. A. Istoriya rastitelnosti yugo-vostoka Zapadnoy Sibiri v golotsene po dannym botanicheskogo i spорово-pyltsevogo analiza torfyanykh otlozheniy (History of vegetation in the south-east of West Siberia in Holocene by the data of botanic and spore-pollen analysis of peat) // Sib. ekol. zhurn. (Sib. Ecol. J.). 2000. N. 5. P. 659–668 (in Russian with English abstract)].

Бляхарчук Т. А. Отражение ботанического биоразнообразия в поверхностных спорово-пыльцевых спектрах гор Южной Сибири // Биоразнообразие и сохранение генофонда флоры, фауны и народонаселения Центрально-Азиатского региона: мат-лы II Междунар. науч.-практ. конф., Кызыл, 26–29 сент. 2007 г. Кызыл: Тув. гос. ун-т, 2007. С. 30–32 [Blyakharchuk T. A. Otrazhenie botanicheskogo bioraznoobraziya v poverkhnostnykh spорово-pyltsevyykh spektrakh gor Yuzhnoy Sibiri (Reflection of botanical biodiversity in the surface spore-pollen spectra of the mountains of southern Siberia) // Bioraznoobrazie i sokhranenie genofonda flory, fauny i narodonaseleniya Tsentralno-Aziatskogo regiona: mat-ly II Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Kyzyl, 26–29 sent., 2007 g. (Biodiversity and preservation of the gene pool of flora, fauna and population of the Central Asian region: proc. II Int. Sci.-Pract. Conf., Kyzyl, 26–29 Sept., 2007). Kyzyl: Tuv. gos. un-t (Tuva St. Univ.), 2007. P. 30–32 (in Russian)].

Бляхарчук Т. А. Последледниковая динамика растительного покрова Западно-Сибирской равнины и Алтае-Саянской горной области (по данным спорово-пыльцевого анализа болотных и озерных отложений): автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.02.01. Томск: Том. гос. ун-т, 2010. 43 с. [Blyakharchuk T. A. Poslelednikovaya dinamika rastitelnogo pokrova Zapadno-Sibirskoy ravniny i Altae-Sayanskoy gornoy oblasti (po dannym spорово-pyltsevogo analiza bolotnykh i ozernykh otlozheniy): avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk (Postglacial dynamics of the vegetation cover of the West Siberian Plain and Altai-Sayan mountainous region (according to the data of spore-pollen analysis of bog and lake sediments): Dr. Biol. Sci. (DSc) Thesis: Botany). Tomsk: Tomsk gos. un-t (Tomsk St. Univ.), 2010. 43 p. (in Russian)].

Борисова О. К., Зеликсон Э. М., Кременецкий К. В., Новенко Е. Ю. Ландшафтно-климатические изменения в Западной Сибири в позднеледниковье и голоцене в свете новых палинологических данных // Изв. РАН. Сер. геогр. 2005. № 6. С. 38–49 [Borisova O. K.,

- Zelikson E. M., Kremenetskiy K. V., Novenko E. Yu.* Landshaftno-klimaticheskie izmeneniya v Zapadnoy Sibiri v pozdnelednikove i golotsene v svete novykh palinologicheskikh dannykh (Landscape and climatic changes in West Siberia during the lateglacial and Holocene: new palynological data) // *Izv. RAN. Ser. geogr. (Proc. Rus. Acad. Sci. Ser. Geogr.)*. 2005. N. 6. P. 38–49 (in Russian with English abstract).
- Букреева Г. Ф., Вотях М. Р., Бишаев А. А.* Определение палеоклиматов по палинологическим данным (методами целевой интеракционной классификации и регрессионного анализа). Новосибирск: Ин-т геол. и геофиз. СО АН СССР, 1986. 190 с. [*Bukreeva G. F., Votakh M. R., Bishaev A. A.* Opredelenie paleoklimatov po palinologicheskim dannym (metodami tselevooy interatsionnoy klassifikatsii regressionnogo analiza) (Determination of paleoclimates from palynological data (by methods of target interaction classification and regression analysis)). Novosibirsk: In-t geol. i geofiz. SO AN SSSR (Inst. Geol. Geophys. Sib. Br. USSR Acad. Sci.), 1986. 190 p. (in Russian)].
- Волкова В. С.* Стратиграфия и история развития растительности Западной Сибири в позднем кайнозое. М.: Наука, 1977. 238 с. [*Volkova V. S.* Stratigrafiya i istoriya razvitiya rastitelnosti Zapadnoy Sibiri v pozdнем kaynozoe (Stratigraphy and history of the development of vegetation in Western Siberia in the Late Cenozoic). Moscow: Nauka (Science), 1977. 238 p. (in Russian)].
- Волкова В. С., Климанов В. А.* Палинология и климат Западной Сибири в главные термические максимумы голоцена (8500, 5500, 3500 л. н.) // Микрофоссилии и стратиграфия мезозоя и кайнозоя Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. С. 91–99 [*Volkova V. S., Klimanov V. A.* Palinologiya i klimat Zapadnoy Sibiri v glavnye termicheskie maksimumy golotsena (8500, 5500, 3500 l. n.) (Palynology and climate of Western Siberia during the main thermal maximums of the Holocene (8500, 5500, 3500 years ago)) // Mikro-fossili i stratigrafiya mezozoya i kaynozoya Sibiri (Microfossils and stratigraphy of the Mesozoic and Cenozoic of Siberia). Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie (Sci. Sib. Br.), 1988. P. 91–99 (in Russian)].
- Волкова В. С., Левина Т. П.* Растительность голоцена Западной Сибири по палинологическим данным // Развитие природы территории СССР в позднем плейстоцене и голоцене. М.: Наука, 1985. С. 186–192 [*Volkova V. S., Levina T. P.* Rastitelnost golotsena Zapadnoy Sibiri po palinologicheskim dannym (Holocene vegetation of Western Siberia according to palynological data) // Razvitie prirrody territorii SSSR v pozdнем pleystotsene i golotsene (Development of the nature of the territory of the USSR in the late Pleistocene and Holocene). Moscow: Nauka (Science), 1985. P. 186–192 (in Russian)].
- Волкова В. С., Бахарева В. А., Левина Т. П.* Растительность и климат голоцена Западной Сибири // Палеоклиматы позднеледниковья и голоцена. М.: Наука, 1989. С. 90–96 [*Volkova V. S., Bakhareva V. A., Levina T. P.* Rastitelnost i klimat golotsena Zapadnoy Sibiri (Vegetation and climate of the Holocene of Western Siberia) // Paleoklimaty pozdnelednikovy i golotsena (Paleoclimates of the Late Glacial and Holocene). Moscow: Nauka (Science), 1989. P. 90–96 (in Russian)].
- Волков И. А.* Колебания климата и эволюция ландшафтов в сартанское похолодание и в голоцене по геологическим и геоморфологическим данным (на примере Верхнего Приобья) // *Геол. и геофиз.* 1994. Т. 35. № 10. С. 14–24 [*Volkov I. A.* Kolebaniya klimata i evolyutsiya landshaftov v sartansкое pokholodanie i v golotsene po geologicheskim i geomorfologicheskim dannym (na primere Verkhnego Prioby) (Climate and landscape evolution in the Late Glaciation and Holocene judging by geological and geomorphological data (by example of the Ob' upper reaches)) // *Geol. i geofiz. (Geol. Geophys.)*. 1994. V. 35. N. 10. P. 14–24 (in Russian with English abstract)].
- Гладкова А. Н., Гричук В. П., Заклинская Е. Д.* Пыльцевой анализ. М.: Гос. изд-во геол. лит-ры, 1950. 572 с. [*Gladkova A. N., Grichuk V. P., Zaklinskaya E. D.* Pyltsevooy analiz (Pollen analysis). Moscow: Gos. izd-vo geol. lit-ry (State Publ. House Geol. Literature), 1950. 572 p. (in Russian)].
- Глебов Ф. З.* Взаимоотношения леса и болота в таежной зоне. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. 184 с. [*Glebov F. Z.* Vzaimootnosheniya lesa i bolota v taezhnoy zone (The relationship between forests and swamps in the taiga zone). Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie (Sci. Sib. Br.), 1988. 184 p. (in Russian)].
- Глебов Ф. З., Карпенко Л. В.* Динамика болотной и суходольной растительности и климата междуречья Оби и Васюгана в голоцене // *Лесоведение*. 1999. № 5. С. 35–40 [*Glebov F. Z., Karpenko L. V.* Dinamika bolotnoy i sukhodolnoy rastitelnosti i klimata mezhdurechya Obi i Vasyugana v golotsene (Dynamics of bog and dry land vegetation and climate between the Ob and Vasyugan rivers in the Holocene) // *Lesovedenie (For. Sci.)*. 1999. N. 5. P. 35–40 (in Russian with English abstract)].
- ГОСТ 26801-86. Торф. Метод определения зольности в залежи. Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 17.01.1986 № 140 [GOST 26801-86. Torf. Metod opredeleniya zolnosti v zalezhi. Utverzhden i vveden v deystvie Postanovleniem Gosudarstvennogo komiteta SSSR po standartam ot 17.01.1986 N. 140 (GOST 26801-86. Peat. Method for determining ash content in a deposit. Approved and put into effect by the Resolution of the USSR State Committee for Standards dated 17.01.1986 N. 140) (in Russian)].
- ГОСТ 28245-89. Торф. Методы определения ботанического состава и степени разложения. Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 04.09.89 № 2689 [GOST 28245-89. Torf. Metody opredeleniya botanicheskogo sostava i stepeni razlozheniya. Utverzhden i vveden v deystvie Postanovleniem Gosudarstvennogo komiteta SSSR po standartam ot 04.09.89 N. 2689 (GOST 28245-89. Peat. Methods for determining the botanical composition and degree of decomposition. Approved and put into effect by the Resolution of the USSR State Committee for Standards dated 04.09.89 N. 2689) (in Russian)].
- Елина Г. А., Лукашов А. Д., Юрковская Т. К.* Последледины и голоцен Восточной Фенноскандии (палеорастительность и палеогеография). Петрозаводск: Карел. науч. центр РАН, 2000. 242 с. [*Elina G. A., Lukashov A. D., Yurkovskaya T. K.* Poslednednikove i

- golotsen Vostochnoy Fennoskandii (paleorastitelnost' i paleogeografiya) (Late glacial and holocene time in the East Fennoscandia (palaeovegetation and palaeogeography)). Petrozavodsk: Karel. nauch. tsentr RAN (Karel. Sci. Center Rus. Acad. Sci.), 2000. 242 p. (in Russian)].
- Карпенко Л. В. Реконструкция количественных показателей климата и сукцессий растительности на междуречье Сым–Дубчес в голоцене // Геогр. и природ. ресурсы. 2006. № 2. С. 77–82 [Karpenko L. V. Rekonstruktsiya kolichestvennykh pokazateley klimata i suktsessiy rastitel'nosti na mezhdureche Sym–Dubches v golotsene (Reconstruction quantitative indices of climate and vegetation successions of the Sym–Dubches interfluvium for the Holocene) // Geogr. i prirod. resursy (Geogr. Nat. Res.). 2006. N. 2. P. 77–82 (in Russian with English abstract)].
- Климанов В. А. Реконструкция палеотемператур и палеосадков на основе спорово-пыльцевых данных // Методы реконструкций палеоклиматов. М.: Наука, 1985. С. 38–48 [Klimanov V. A. Rekonstruktsiya paleotemperatur i paleosadkov na osnove sporovo-pyltsevyykh dannyykh (Reconstruction of paleotemperatures and paleo-precipitation based on spore-pollen data) // Metody rekonstruktsiy paleoklimatov (Methods for reconstructing paleoclimates). Moscow: Nauka (Science), 1985. P. 38–48 (in Russian)].
- Климатологический справочник СССР. Вып. 21а. Красноярский край и Тувинская автономная область. Л.: Гидрометеиздат, 1961. 102 с. [Klimatologicheskii spravochnik SSSR. Vyp. 21a. Krasnoyarskiy kray i Tuvinskaya avtonomnaya oblast (Climatological reference book of the USSR. Iss. 21a. Krasnoyarsk Krai and Tuva Autonomous Oblast). Leningrad: Gidrometeizdat, 1961. 102 p. (in Russian)].
- Орлова Л. А. Голоцен Барабы (стратиграфия и радиоуглеродная хронология). Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. 128 с. [Orlova L. A. Golotsen Baraby (stratigrafiya i radiouglerodnaya khronologiya) (Holocene of Baraba (stratigraphy and radiocarbon chronology)). Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie (Sci. Sib. Br.), 1990. 128 p. (in Russian)].
- Пьявченко Н. И. Степень разложения торфа и методы его определения. Красноярск: Ин-т леса и древесины СО АН СССР, 1963. 55 с. [Pyavchenko N. I. Stepen razlozheniya torfa i metody ego opredeleniya (The degree of decomposition of peat and methods of its determination). Krasnoyarsk: In-t lesa i drevesiny SO AN SSSR (Inst. For. Timber, Sib. Br., USSR Acad. Sci.), 1963. 55 p. (in Russian)].
- Пьявченко Н. И. Торфяные болота, их природное и хозяйственное значение. М.: Наука, 1985. 152 с. [Pyavchenko N. I. Torfyanye bolota, ikh prirodnoe i khozyaystvennoe znachenie (Peat bogs, their natural and economic value). Moscow: Nauka (Science), 1985. 152 p. (in Russian)].
- Фирсов Л. В., Волкова В. С., Левина Т. П., Николаева И. В., Орлова Л. А., Паньчев В. А., Волков И. А. Стратиграфия, геохронология и стандартная спорово-пыльцевая диаграмма голоценового торфяника болото Гладкое в Новосибирске (Правые Чемы) // Проблемы стратиграфии и палеогеографии плейстоцена Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1982. С. 96–117 [Firsov L. V., Volkova V. S., Levina T. P., Nikolaeva I. V., Orlova L. A., Panychev V. A., Volkov I. A. Stratigrafiya, geokhronologiya i standartnaya sporovo-pyltsevaya diagramma golotsenovogo torfyanika boloto Gladkoe v Novosibirske (Pravye Chemy) (Stratigraphy, geochronology, and standard spore-pollen diagram of the Holocene peat bog Gladkoe Boloto in Novosibirsk (Pravye Chemy)) // Problemy stratigrafii i paleogeografii pleystotsena Sibiri (Problems of stratigraphy and paleogeography of the Pleistocene of Siberia). Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie (Sci. Sib. Br.), 1982. P. 96–117 (in Russian)].
- Хотинский Н. А. Радиоуглеродная хронология и корреляция природных и антропогенных рубежей голоцена // Новые данные по геохронологии четвертичного периода. М.: Наука, 1987. С. 39–45 [Khotinskiy N. A. Radiouglerodnaya khronologiya i korrelyatsiya prirodnyykh i antropogennykh rubezhey golotsena (Radiocarbon chronology and correlation of natural and anthropogenic boundaries of the Holocene) // Noveye dannye po geokhronologii chetvertichnogo perioda (New data on geochronology of the Quaternary period). Moscow: Nauka (Science), 1987. P. 39–45 (in Russian)].
- Хотинский Н. А. Дискуссионные проблемы реконструкции и корреляции палеоклиматов голоцена // Палеоклиматы позднеледникового и голоцена. М.: Наука, 1989. С. 12–17 [Khotinskiy N. A. Diskussionnye problemy rekonstruktsii i korrelyatsii paleoklimatov golotsena (Discussion problems of reconstruction and correlation of the Holocene paleoclimates) // Paleoklimaty pozdnelednikovaya i golotsena (Paleoclimates of the Late Glacial and the Holocene). Moscow: Nauka (Science), 1989. P. 12–17 (in Russian)].
- Ямских Г. Ю., Гренадерова А. В. Динамика болотной растительности и условий увлажнения в позднем голоцене на территории южной тайги // Палеогеография Средней Сибири. Вып. 3. Красноярск: Краснояр. гос. ун-т, 2003. С. 44–50 [Yamskikh G. Yu., Grenaderova A. V. Dinamika bolotnoy rastitel'nosti i usloviy uvlazhneniya v pozdnem golotsene na territorii yuzhnoy taygi (Dynamics of bog vegetation and moisture conditions in the late Holocene in the southern taiga) // Paleogeografiya Sredney Sibiri (Paleogeography of the Central Siberia). Iss. 3. Krasnoyarsk: Krasnoyar. gos. un-t (Krasnoyarsk St. Univ.), 2003. P. 44–50 (in Russian)].
- Blaauw M., Christen J. A. Flexible paleoclimate age-depth models using an autoregressive gamma process // Bayesian anal. 2011. V. 6. N. 3. P. 457–474.
- Faegri K., Iversen J., Kaland P. E., Krzywinski K. Textbook of pollen analysis. 4th ed. Caldwell, N. J.: Blackburn Press, 1989. 328 p.

RECONSTRUCTION OF REGIONAL DYNAMICS OF FOREST COVER ON DRY LANDS OF THE CENTRAL SYM-DUBCHES INTERFLUVE IN THE MIDDLE AND LATE HOLOCENE

L. V. Karpenko¹, A. B. Rodionova²

¹ V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Science, Siberian Branch
Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
Akademgorodok, 50/28, Krasnoyarsk, 660036 Russian Federation

² Siberian Federal University
Prospekt Svobodny, 79, Krasnoyarsk, 660041 Russian Federation

E-mail: karp@ksc.krasn.ru, arodionova@sfu-kras.ru

The successions of the species composition of the dry land forests as well as the climate of the central part of the Sym-Dubches interfluve were reconstructed on the base of the layer-by-layer spore-pollen and radiocarbon analyses of bog sediments in two profiles. The analysis of the species composition of tree pollen and its percentage ratios in the spectrum made it possible to distinguish palynological zones and based on them to reconstruct the main stages (phases) of forest cover in the Middle and Late Holocene. It was established that in the second third of the Atlantic period the pine and birch forests mixed with spruce *Picea* A. Dietr. were developed on dry lands, and at the end of the period – the pine and birch forests with fir *Abies* Mill. and spruce were developed. During subboreal period change in the species composition of the tree stands as well as the development of pine-Siberian stone pine-birch and spruce forests took place. In the Subatlantic period the zonal taiga forests with dominance of two species – pine *Pinus* L. and Siberian pine *Pinus sibirica* Du Tour – grew on dry lands. Birch, spruce and fir species had a subordinate importance in forest formation. It was established that the regional features of the study area substantially leveled out the paleoclimate parameters what resulted in smoothing out the thermal maxima and minima, which are specific for the Western Siberia. We assumed that the successions of forest ecosystems occurred not only as a result of the Holocene climate fluctuations, but also as a result of their self-development.

Keywords: peat deposit, spore-pollen analysis, radiocarbon dating, reconstruction, palynozones, phases of forest cover, successions of dry-land forests.

How to cite: Karpenko L. V., Rodionova A. B. Reconstruction of regional dynamics of forest cover on dry lands of the central Sym-Dubches interfluve in the middle and late Holocene // *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2021. N. 1. P. 45–57 (in Russian with English abstract and references).