

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
БОТАНИЧЕСКИЙ САД УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК

На правах рукописи



АНТИПИНА ТАТЬЯНА ГЕННАДЬЕВНА

**ДИНАМИКА ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И РАЗВИТИЯ БОЛОТ В
ТАЕЖНОЙ ЗОНЕ ВОСТОЧНЫХ ПРЕДГОРИЙ УРАЛА В ГОЛОЦЕНЕ
(ПО ДАННЫМ СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВОГО И БОТАНИЧЕСКОГО
АНАЛИЗОВ ОТЛОЖЕНИЙ ТОРФЯНИКОВ)**

Специальность 1.5.9. Ботаника

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук
Петрова Ирина Владимировна

Екатеринбург – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1. КРАТКИЙ ОЧЕРК ИСТОРИИ ИССЛЕДОВАНИЙ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА УРАЛЕ В ГОЛОЦЕНЕ	9
Глава 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ	15
Глава 3. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	20
3.1 Выбор объектов исследования.....	20
3.2 Методы лабораторных исследований	23
3.3 Радиоуглеродное датирование	28
3.4 Методы интерпретации полученных данных.....	29
Глава 4. ДИНАМИКА БОЛОТООБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ТАЕЖНОЙ ЗОНЕ ВОСТОЧНЫХ ПРЕДГОРИЙ УРАЛА В ГОЛОЦЕНЕ.....	35
4.1 Болотообразовательный процесс в южнотаежной подзоне Среднего Урала.....	35
4.2 Болотообразовательный процесс в среднетаежной подзоне Северного Урала	47
4.3 Болотообразовательный процесс в северотаежной подзоне Приполярного Урала...52	52
Глава 5. ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРЕЗОВ	60
5.1 Палинологическая характеристика разрезов южнотаежной подзоны Среднего Урала.....	60
5.2 Палинологическая характеристика разрезов среднетаежной подзоны Северного Урала.....	84
5.3 Палинологическая характеристика разрезов северотаежной подзоны Приполярного Урала.....	95
Глава 6. ДИНАМИКА ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ТАЕЖНОЙ ЗОНЕ ВОСТОЧНЫХ ПРЕДГОРИЙ УРАЛА В ГОЛОЦЕНЕ	102
6.1 Сопоставление унифицированных палинозон исследованных разрезов по составу пыльцевых спектров	102
6.2 Динамика растительности таежной зоны восточных предгорий Урала за последние 12000 лет.....	114
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	121
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	124
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	125
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Данные радиоуглеродного датирования.....	142
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Список растений.....	145

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Современный облик растительных формаций Северной Евразии сформировался в течение последнего этапа геологической истории – голоцена от 11.7 тысяч калиброванных лет назад (тыс. кал. л. н.). Изучение закономерностей динамики развития растительности в связи с изменениями климата в голоцене является одним из актуальных направлений фундаментальных исследований природы.

Для лесной зоны особое значение имеет установление очагов сохранения в позднеледниковье основных лесообразующих видов растений и путей их распространения в послеледниковый период в условиях изменяющегося климата. Неотъемлемым компонентом природных биоценозов лесной зоны Урала являются болота, которые, как и современный лесной покров, сформировались в течение голоцена.

Для изучения голоценовой динамики растительности и природной среды широко распространенным направлением является исследование донных отложений озер и торфяников. Послойный спорово-пыльцевой (палинологический) и ботанический анализ этих отложений позволяет реконструировать изменения растительных компонентов как самой озерно-болотной системы, так и окружающих растительных формаций, и опосредованно связанных с ними климатических флуктуаций.

Степень разработанности темы исследования. Обширная и сложная территория восточных предгорий Урала в этом отношении изучена неравномерно и совершенно недостаточно. Имеется более или менее представительная база данных по истории растительности в голоцене на Среднем Урале [Герасимов, 1926; Благовещенский, 1943; Сукачев и Поплавская, 1946; Хотинский, 1977; Панова, 2001 и др.], но и она нуждается в детализации и уточнении возраста выявленных изменений. А для территории Приполярного и Северного Урала до сих пор были известны лишь единичные, фрагментарные данные [Федорова, 1951; Маковский,

1964; 1966; 1974 и др.; Лаптева, 2005; 2007; 2009]. Необходимость восполнения отмеченных пробелов в изучении голоценовой истории растительности на Урале послужила обоснованием темы наших исследований.

Цель исследования – реконструкция динамики лесной и болотной растительности таежной зоны восточных предгорий Урала на фоне климатических изменений в послеледниковый период.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

1) выявить особенности болотообразовательного процесса на основе изучения ботанического состава торфа и строения торфяной залежи;

2) провести детальный спорово-пыльцевой анализ позднеплейстоценовых и голоценовых отложений торфяников;

3) на основе полученных спорово-пыльцевых диаграмм выделить спорово-пыльцевые комплексы и локальные фазы развития растительности, отражающие изменения климатических условий;

4) реконструировать динамику лесной и болотной растительности таежной зоны восточных предгорий Урала на фоне климатических изменений в позднем плейстоцене и голоцене.

Научная новизна. Более детально на хронологической основе реконструирована динамика развития растительности на Среднем Урале. Впервые выполнена реконструкция этапов развития лесной и болотной растительности в голоцене на Северном и Приполярном Урале на основе комплексного палинологического, ботанического и радиоуглеродного анализа отложений болот. Уточнен возраст стадии наибольшего развития еловых лесов с участием широколиственных древесных растений на Урале, соответствующей периоду климатического оптимума голоцена. Показана пространственно-временная динамика распространения лесообразующих видов древесных растений в таежной зоне восточных предгорий Урала в послеледниковый период в связи с климатическими изменениями в голоцене в широтном градиенте. Выявлены подзональные отличия болотообразовательного процесса в голоцене.

Теоретическая и практическая значимость работы. Установленные закономерности динамики лесной и болотной растительности создают теоретические предпосылки для понимания современной структурно-функциональной организации растительных экосистем и прогноза их дальнейшего развития, в связи с климатическими изменениями и воздействиями. Полученные новые результаты дополнили Европейско-Азиатскую базу палинологических данных субрецентных спектров EMPD 2 [Davis et al., 2020]. Результаты исследования вносят определенный научный вклад в изучение глобальных природных процессов и весомый вклад в детализацию региональной стратиграфической шкалы голоцена. Они могут быть использованы в учебных программах вузов в области лесоведения, истории растительности, геологии, стратиграфии, палеогеографии, палеоклиматологии и уже используются археологами при реконструкции природных условий в различные периоды освоения территории Урала древним человеком.

Методология и методы исследования. Для реконструкции динамики палеорастительности голоцена в работе использовался комплекс биоиндикационных методов. Основной фактический материал для реконструкции составили результаты палинологического и ботанического анализов и радиоуглеродного датирования торфосапелевых отложений. В ряде разрезов дополнительно использованы данные карпологического анализа, а также археологические данные коллег из других институтов – Институт истории и Археологии УрО РАН, СОКМ им. О. Е. Клера. Комплексное применение различных методов позволяло получать разносторонний фактический материал и более достоверно интерпретировать события прошлого.

Положения, выносимые на защиту:

1. Болотообразовательный процесс на территории восточных предгорий Урала по результатам исследованных разрезов в разных подзонах начинался в

разное время. В течение голоцена в средне- и северотаежной подзонах исследованные болота озерного происхождения прошли все стадии развития от эвтрофной до олиготрофной. В южнотаежной подзоне в изученных торфяниках озерного происхождения олиготрофной стадии достигли лишь отдельные болотные массивы или их части.

2. Стратиграфические рубежи между стадиями в голоцене определяют глобальные катастрофические события – резкие сухие похолодания (события 8.2 ka и 4.2 ka). В спорово-пыльцевых диаграммах они фиксируются уровнями с резким снижением участия пыльцы *Picea obovata* Ledeb., исчезновением пыльцы *Tilia*, *Ulmus*, *Quercus* (4.2 ka), увеличением доли пыльцы *Betula* sect. *Apterokaryon* Spach, Ann. и трав рода *Artemisia* и семейств *Chenopodiaceae*, *Poaceae*.

3. В истории растительности восточных предгорий Урала в пределах таежной зоны выделяются основные этапы:

- господство безлесных пространств с травяно-кустарничковыми тундровыми сообществами в позднеледниковье (до 11.7 тыс. кал. л. н.);
- распространение древесной растительности с юга на север от редколесий в раннем голоцене (11.7-8.2 тыс. кал. л. н.) к доминированию сосновых, сосново-еловых лесов с участием *Abies sibirica* Ledeb. и широколиственных древесных растений в среднем голоцене (8.2-4.2 тыс. кал. л. н.);
- обеднение видового состава древесных растений в лесах, уменьшение участия *Picea obovata*, отступление широколиственных древесных растений и увеличение – *Pinus sylvestris* L. при стабильном участии *Abies sibirica* в южно- и среднетаежной подзонах, в позднем голоцене (от 4.2 тыс. кал. л. н.).

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов и обоснованность защищаемых положений подтверждены большим массивом собранных и проанализированных полевых данных, использованием комплекса традиционных и современных методов, результатами статистической обработки материала с применением общепринятых методик. Сформулированные в тексте диссертации научные положения и выводы основаны на результатах, продемонстрированных в таблицах и диаграммах, отраженных в печатных работах.

Достоверность и надежность результатов также подтверждается включением полученных данных в международную базу палинологических данных, публикацией основных результатов работы в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК РФ и международные базы Web of Science и Scopus, представлением, обсуждением их на конференциях по данной тематике: V Берсовские чтения к 100-летию Е.М Берс (Екатеринбург, 2006); XII Всероссийская Палинологическая конференция (Санкт-Петербург, 29 сентября – 4 октября 2008); VII Всероссийская с международным участием научная школа (Томск, 13–15 сентября 2010); Научная конференция (Сочи, 17–20 октября, 2011); Всероссийская научная конференция с международным участием (Казань, 12–15 марта 2013); V международный полевой симпозиум (Ханты-Мансийск, 19 –29 июня, 2017) и других российских и региональных конференциях.

Публикации. Основные положения диссертационной работы изложены в 10 печатных работах, в том числе 3 из которых опубликованы в изданиях, индексируемых в цитатно-аналитических базах данных Web of Science и/или Scopus, а также 3 из перечня рецензируемых научных изданий ВАК РФ, 3 статьи опубликованные в журналах, входящих в базу РИНЦ, 1 публикация является главой в коллективной монографии.

Личный вклад соискателя. Автор лично принимал участие в планировании исследования, проанализировал литературу, осуществил сбор материала, камеральную и статистическую обработку данных и анализ собранных данных. Общий объем публикаций – 5 п. л., авторский вклад – 4 п. л., около 80 %.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения и списка литературы, включающего 206 наименований (в том числе 26 – на английском языке); списка сокращений и условных обозначений, 2-х приложений. Работа изложена на 150 страницах, содержит 28 рисунков и 14 таблиц, в том числе одну в приложении. В приложение вынесены данные радиоуглеродного датирования и список таксонов растений, определенных в процессе ботанических и палинологических исследований.

Благодарности. Автор выражает глубокую признательность к. б. н. – Натe Константиновне Пановой за всестороннюю помощь в подготовке и написании диссертации. Автор благодарен научному руководителю д. б. н. Петровой Ирине Владимировне д. б. н. Санникову Станиславу Николаевичу, д. б. н. Третьяковой Алене Сергеевне за научные консультации и поддержку работы; д. и. н. Чаиркиной Наталье Михайловне за сотрудничество и предоставленную возможность участия в исследовании археологических торфяниковых памятников; м. н. с. Галимову Арсению Талиевичу за построение глубинно-возрастных моделей разрезов торфяников; к.б.н. Алесенкову Юрию Михайловичу, с. н. с. Чаиркину Сергею Евгеньевичу, Шакаеву Валерию Алексеевичу, Алексеву Валерию Леонидовичу – за помощь в сборе полевого материала.

Глава 1. КРАТКИЙ ОЧЕРК ИСТОРИИ ИССЛЕДОВАНИЙ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА УРАЛЕ В ГОЛОЦЕНЕ

Первые данные по истории растительности на Урале в голоцене, основанные на результатах палинологического анализа, были получены в первой половине прошлого века при исследовании торфяных отложений. Д. А. Герасимов [1926] исследовал 56 болот Среднего и Южного Урала на западном и восточном склонах, с геоботаническим описанием болотной растительности, с применением методов физико-химического, ботанического и пыльцевого анализа торфа. Им выделены типы болот по геоморфологическому залеганию, строению торфяных залежей и характеру болотной растительности. Опубликованы пыльцевые диаграммы болота Шигирского (вблизи г. Невьянска). По диаграммам установлены смены основных лесообразующих древесных растений. Большое количество пыльцы *Larix sibirica* Ledeb. в нижних слоях сапропеля сменяется выше преобладанием *Betula sp.* и *Pinus sylvestris* L. с участием *Picea obovata* Du Tour. В средних частях диаграмм отмечено увеличение содержания пыльцы *Picea obovata*, появление *Abies sibirica* Ledeb. и широколиственных пород: *Tilia*, *Ulmus*, *Quercus*. Начало торфообразования Д. А. Герасимов отнес к до бореальному периоду, а возникновение большинства болот – к атлантическому периоду голоцена по схеме периодизации Блитта-Сернандера [Хотинский, 1977].

Г. А. Благовещенским [1940; 1943] был исследован ряд торфяников и озер на восточном склоне Среднего и северной части Южного Урала и Зауралья с применением пыльцевого и диатомового анализов отложений с целью восстановления истории лесов. Он выявил две основные послеледниковые смены растительности: березовые леса сменились сосновыми, причем на восточном склоне Урала преобладала *Pinus sylvestris*, а в Зауралье – *Betula sp.*

В. И. Сукачев и Г. И. Поплавская [1946], исследовали палинологическим методом большое количество отложений озер на территории от Нижнего Тагила до Кыштыма опубликовали очерк истории озер и растительности Среднего Урала в

голоцене. По результатам исследований они выделили 4 стадии в развитии лесной растительности: лесотундры (арктический период); елово-лиственничных лесов (субарктический период); березовых лесов (бореальный период); сосновых с под стадией березово-сосновых лесов (атлантический, суббореальный, субатлантический периоды). Возраст последних трех стадий они определили в 20 тысяч лет по данным о годовичном приросте торфа и сапропеля. В этих ранних работах определялась пыльца только древесных пород, но они дали в основном верные первые представления о последовательности смен региональной лесной растительности в голоцене. Однако абсолютный возраст отложений в то время не определялся, и это нередко приводило к ошибочным выводам о хронологическом возрасте выделенных стадий динамики растительности.

Первое палинологическое исследование торфяников на восточном склоне Среднего Урала с применением радиоуглеродного датирования отложений было выполнено Н. А. Хотинским [1968; 1977]. В динамике растительности на Среднем Урале он выделил 6 основных этапов, которые сопоставил с хронологическим эталоном голоцена – модифицированной им схемой Блитта-Сернандера [Хотинский, 1977]. Он определил возраст климатостратиграфического рубежа между позднеледниковьем и голоценом около 11 тыс. лет, выделив подсапропелевую прослойку торфа в разрезе Горбуновского торфяника. Прослойка торфа содержала кору и древесину *Picea obovata*, *Larix sibirica*, *Alnus sp.*, растительных макрофитов, гипновых мхов, гифов грибов, и относилась к началу голоцена. Нижележащие минерализованные отложения отличались высоким содержанием пыльцы *Betula nana* L., *Artemisia*, *Chenopodiaceae* и характеризовали растительность позднеледникового времени. На начальных этапах голоцена, в предбореальном периоде Н. А. Хотинский выделил на Среднем Урале климатические флуктуации, сопоставимые с «половецким потеплением» и «переславским похолоданием» на Русской равнине [Хотинский, 1962; 1977].

Н. А. Хотинским разработана первая палиностратиграфическая схема голоцена Среднего Урала на хронологической основе. Однако полученный им фактический материал, отбор образцов через большие промежутки (25 см) не

позволил автору детально охарактеризовать смены лесной растительности. В частности, им был сделан вывод о том, что в течение суббореального и субатлантического периодов голоцена на Среднем Урале существенных изменений природных процессов не происходило.

В 40–50-х гг. XX века были опубликованы палинологические работы болотоведов А. А. Генкеля, А. П. Лебедевой, А. Н. Пономарева, С. Н. Тюремного по истории растительности на западном склоне Среднего Урала, в окрестностях г. Перми и в долине р. Камы, Д. Е. Гиттерман – в долине р. Чусовой [Панова, 2006].

В. К. Немкова [1976] на основе палинологических данных и радиоуглеродного датирования ряда голоценовых разрезов в Предуралье, реконструировала смены растительности за последние 13.5 тыс. лет.

С 70-х годов болотоведами В. И. Маковским и Н. К. Пановой по инициативе выдающегося ученого, лесоведа Б. П. Колесникова началось планомерное исследование голоценовой динамики лесной растительности и болотообразовательного процесса на Урале.

Был собран большой фактический материал, представленный в публикациях [Маковский, Панова, 1977; Панова, 1981а; 1981б; 1982; 1986; 1996; 2001; Панова, Коротовская, 1990; Панова, Маковский, 1979; 1987; Панова Трофимова, 2003; Панова и др., 1996; 1996а; 2001; 2003; и др.].

В результате проведенных исследований полученные палинологические данные позволили сделать вывод о существовании на Урале двух позднеплейстоценовых предгорных рефугиумов мезофильной темнохвойной и термофильной неморальной древесной флоры: южноуральского и среднеуральского [Панова, 1982; Панова и др., 2001]. На основе сравнительного анализа спорово-пыльцевых диаграмм торфяников, расположенных на разных высотах, прослежена высотная и широтная динамика распространения из рефугиумов основных лесообразующих древесных растений в горах и отчасти на восточном склоне Южного и Среднего Урала, в связи с климатическими изменениями в голоцене.

Выделенные этапы развития лесной растительности сопоставлены со схемой периодизации голоцена по М. И. Нейштадту [1957] и с хронологическим эталоном схемы Блитта-Сернандера для Северной Евразии по Н. А. Хотинскому [1977]. К сожалению, большинство исследованных разрезов на восточном склоне Среднего Урала, как и на Южном Урале, не были датированы на абсолютный возраст, что не позволяло сделать достаточно достоверную хронологическую привязку выявленных изменений в голоценовой динамике растительности и природных условий в данном регионе.

В последние годы в результате комплексных исследований озерных отложений методами спорово-пыльцевого, диатомового, геохимического и радиоуглеродного анализов группой ученых проведена корреляция разрезов донных отложений и реконструирована общая картина изменений природных условий в голоцене на Южном Урале на геохронологической основе. В ходе исследования донных отложений озер выявлено ритмичное чередование периодов аридизации и гумидизации климата, связанное с лимитирующим значением фактора влагообеспеченности [Масленникова, Дерягин, 2009; Масленникова и др. 2012a; 2012б; Maslennikova et. al., 2015].

Для детальной реконструкции динамики растительности на геохронологической основе на Среднем Урале также необходимы были комплексные исследования датированных голоценовых разрезов.

Достаточно репрезентативные данные по истории растительности в голоцене на основе палинологического и радиоуглеродного анализов торфяников были получены для зон лесотундры и тундры Полярного Урала [Сулова, 1967; Сулова, Троицкий, 1971; Сулова и др., 1975; Панова, Янковска, 2000; Панова и др., 2003; Jankovska et al., 2006].

Наименее изученными до настоящего времени оставались территории Северного и Приполярного Урала.

В средне- и северотаежной подзонах восточных предгорий Урала изучением болот активно занимались К. Н. Игошина [1964], В. И. Маковский [1964; 1966; 1974 и др.], М. М. Сторожева [1959; 1960a; 1960б; 1966 и др.]. В. И. Маковским [1966]

были получены первые для Северного Урала результаты спорово-пыльцевого анализа двух торфяных разрезов в междуречье Лозьвы и Пелыма. По пыльцевым диаграммам он выделил 4 основные стадии развития региональной растительности в голоцене; к сожалению, его выводы не были подкреплены геохронологическими данными.

Позднее сведения по истории растительности в голоцене на Северном Урале с определением абсолютного возраста были получены Е. Г. Лаптевой на основе палинологического и радиоуглеродного анализа пещерных отложений [Лаптева, 2005; 2007; 2009]. Автором представлена реконструкция основных этапов развития растительности подзоны средней тайги восточного склона Северного Урала за последние 50 тысяч лет. Однако, в силу особенностей формирования спорово-пыльцевых спектров пещерных отложений, они недостаточно полно и не всегда адекватно отражают окружающую растительность [Панова, Быкова, 1992]. Недостаток данных не позволил Е. Г. Лаптевой детально охарактеризовать динамику растительности в голоцене.

Для территории Приполярного Урала, в историческом аспекте развития лесной и болотной растительности почти не исследованной, известна только одна публикация результатов пыльцевого анализа двух погребенных торфяников на р. Манья, по мнению автора, голоценового возраста [Федорова, 1951], однако абсолютный возраст отложений не определялся. Судя по тому, что данные торфяники погребенные, а в анализах зафиксировано до 3% пыльцы широколиственных древесных растений, можно предположить, что они межледниковые плейстоценовые.

С 2006 г. палинологической группой Ботанического сада УрО РАН с участием автора проводятся детальные исследования голоценовых озерно-болотных отложений с применением радиоуглеродного датирования в таежной зоне восточного склона предгорий Среднего, Северного и Приполярного Урала. Результаты исследований опубликованы в научных журналах, в материалах научных конференций [Антипина, 2012; Антипина, Панова, 2007; 2008; 2016; Антипина и др., 2011; 2013; 2014; Зарецкая и др., 2014; Панова, 2011; Панова,

Антипина, 2006; 2007а; 2007б; 2009; 2010; 2011; 2013; 2014; 2017; Панова и др., 2008; 2009; 2010; 2012; 2013; Panova, Antipina, 2016], частично в коллективных монографиях [Жилин и др., 2007; Антипина, Галимов, 2024].

Глава 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проведены в пределах Свердловской области и Ханты-Мансийского автономного округа (Рисунок 2.1). Протяженность территории с юга на север – около 800 км ($56^{\circ} 54'$ с. ш. - $64^{\circ} 23'$ с. ш.), с запада на восток – около 220 км ($59^{\circ} 57'$ - $61^{\circ} 04'$ в. д.).

Климатические условия характеризуется в южнотаежной подзоне (Средний Урал) – умеренно-континентальные, среднетаежной подзоне (Северный Урал) – континентальные; северотаежной (Приполярный Урал) – резко континентальные. Климат территории отличается холодной и продолжительной зимой, коротким умеренно теплым летом и также короткими весной и осенью. Среднемесячная температура воздуха самого холодного месяца (января) изменяется от -16°C на Среднем Урале до -19°C – на Северном Урале и -21°C – на Приполярном Урале, в районе с. Саранпауль, а среднемесячная температура самого теплого месяца (июля) – соответственно от $+18^{\circ}\text{C}$ до $+15^{\circ}\text{C}$ [Кувшинова, 1968; Капустин, Корнев, 2006; Куликов и др., 2013]. Продолжительность вегетационного периода изменяется от 160-170 дней до 110-120 дней. Характерны поздние весенние и ранние осенние заморозки, заметно укорачивающие безморозный период.

Годовое количество осадков выпадает: в горной части Среднего Урала – 550–650 мм; на Северном Урале – до 800 мм; на Приполярном Урале в районе с. Саранпауль в год выпадает 400–500 мм осадков. Продолжительность залегания снежного покрова составляет от 150–160 дней на юге района исследований до 180-190 дней на севере. Мощность снежного покрова от 45-50 см в низкогорьях Среднего Урала до 90 см и более на Приполярном Урале [Чикишев, 1959; Капустин, Корнев, 2006; Куликов и др., 2013].

Гидрографическая сеть хорошо развита и представлена большим количеством рек и озер. Река Чусовая с притоками относится к Волжско-

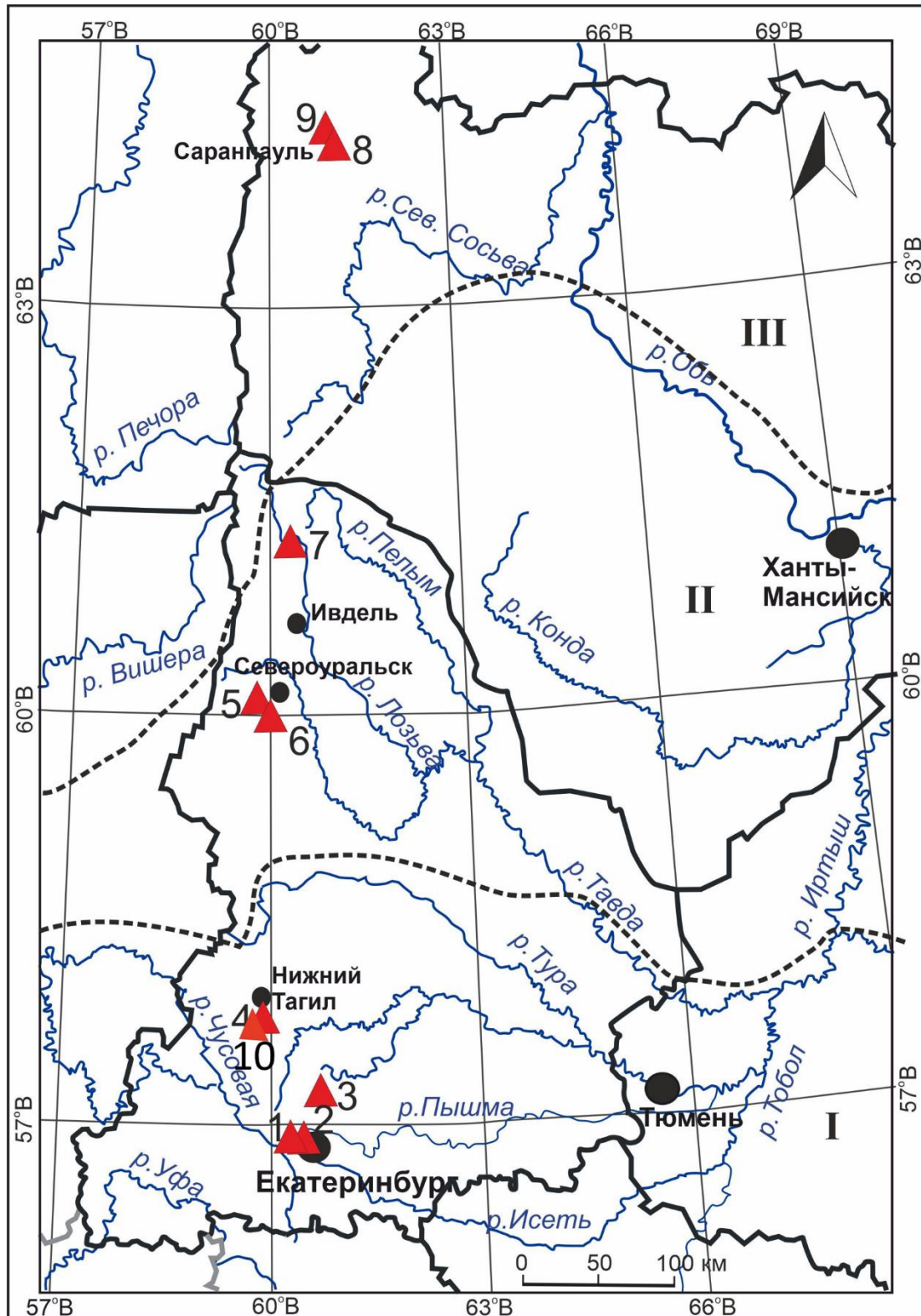


Рисунок 2.1 – Географическое положение района исследования и места выполненных работ

--- – границы подзон: I – южнотаежной; II – среднетаежной; III – северотаежной [Атлас СССР, 1983]. Торфяники и разрезы: 1 – Песчаное 1; 2 – Палатки IV; 3 – Ельничное 1-А; 4 – Горбуновский торфяник (разрезы Береговая XIII, Разрез IV и Разрез VI); 5 – Троицкое скважина, 6 – Большое сосновое; 7 – Хорпия 1; 8 – Кулемья; 9 – Маньинский Хартым; 10 – Шигирский торфяник [Panova., Antipina, 2016]

Камскому бассейну, а реки остальной (большей) части, из которых наиболее крупными являются Лозьва, Сосьва, Тавда, Пелым, Тура, Ница, Пышма и Исеть – к Обь-Иртышскому бассейну. Распространены многочисленные озера, различающиеся по происхождению и геоморфологии. Озера Среднего Урала пресные со стоком в реки бассейна р. Исети, котловины большей частью тектонического происхождения; большая часть с сапропелевыми отложениями. На прилегающей к Приполярному Уралу Западно-Сибирской равнине озера эрозионного и термокарстового происхождения. Эрозионные пойменные озера образовались в расширенных речных долинах в результате эрозионно-аккумулятивной деятельности рек – озера-старицы их режим определяется режимом рек [Кеммерих, 1968].

Наблюдается общее увеличение заболоченности с юга на север. Заболоченность территории в пределах Свердловской области в среднем составляет около 10 %. На 01.01.2008 г. в области зарегистрировано 1066 болотных массивов общей площадью около 9841.9 км² [Государственный баланс..., 2008].

В лесной зоне Среднего Урала площадь болот превышает 500 тыс. га. Болота относятся к разным типам: преобладают олиготрофные сфагновые торфяники и лесные эвтрофные болота-согры, в Зауралье – еловые, местами с сосной сибирской [Игошина, 1964].

Наиболее сильной заболоченностью отличается Северное Зауралье, где слабо развитая речная сеть и недостаточный дренаж затрудняют сток. Также болота широко распространены на севере горного Урала, где климат увлажненный. [Горчаковский, 1968]. На равнинных междуречьях предгорных районов Северного Урала наблюдается заболачивание лесных суходолов и превращение лесных массивов в лесные мезотрофные и олиготрофные болота.

На Приполярном Урале болота занимают депрессии в бассейнах рек вследствие распространения многолетней мерзлоты, препятствующей просачиванию атмосферных осадков и интенсивной циркуляции подземных вод.

В северотаежной подзоне распространены олиготрофные мохово-лесные и болотные сосняки, а также грядово-мочажинные сосново-осоково-сфагновые и

сосново-гипновые болота. Северные торфяники неглубокие, со средней мощностью торфа 0,8–1,2 м. Заболоченность доходит до 60 %. Помимо олиготрофных болот, здесь встречаются и крупнобугристые торфяники. Средняя глубина торфяной залежи 1,5–2 м, заторфованность не более 21 %. На притеррасных понижениях встречаются эвтрофные березово-осоковые болота и согры. Характерно распространение разнотипных грядово-мочажинных комплексов [Экология..., 1997].

Почвенный покров в районе исследований отличается большим разнообразием вследствие значительной протяженности территории с севера на юг, неоднородности почвообразующих пород, рельефа, климата и растительности. В таежной зоне наиболее широко распространены подзолистые и дерново-подзолистые почвы. В сильно заболоченных равнинных северо-восточных районах распространены глеево-подзолистые и торфяно-подзолистые почвы, а также различные болотные почвы (торфяно-глеевые, торфяные, лугово-болотные). Ограниченное распространение имеют дерново-карбонатные почвы, встречающиеся на склонах и у их подножий в районах распространения карбонатных пород. В долинах рек и межувальных понижениях горнолесной зоны в условиях избыточного увлажнения развиваются горнолесные глеевые, луговые и аллювиальные (дерновые, луговые и болотные) почвы, занимающие в области лишь незначительные площади [Богатырев, Ногина, 1962; Ногина, 1962; Почвы ..., 2008].

На Приполярном Урале в нижних частях склонов под сомкнутым покровом пихтовых и еловых травяных лесов распространены горно-дерново-лесные, связанные рядом переходных вариантов с глеево-подзолистыми и собственно-подзолистыми почвами равнин, восточнее в северотаежной подзоне преобладают глеево-подзолистые почвы [Погодина, Розов, 1968].

Согласно наиболее общей схеме флористического районирования Земли, разработанной А. Л. Тахтаджяном [1978], территория района исследований расположена в пределах Восточно-Европейской и Западно-Сибирской провинций Циркумбореальной области Бореального подцарства Голарктического царства.

Согласно схеме флористического районирования территории Российской Федерации, разработанной Р. В. Камелиным [2004], изученная территория входит в состав Североевропейско-Уральской подпровинции Североевропейско-Уралосибирской провинции Евросибирской подобласти Циркумбореальной области Бореального подцарства Голарктического царства.

Значительная протяженность района исследований с севера на юг является причиной того, что на данной территории представлены все основные подзоны лесной (таежной) зоны. Восточный склон Урала, полоса восточных предгорий и северная часть Зауральской равнины являются территориями со сплошным преобладанием сосновых лесов с незначительной примесью *Larix sibirica* (на северо-востоке области сильно заболоченных).

В ботанико-географическом отношении опорные разрезы 1–4, 10 расположены в таежной зоне, южнотаежной подзоне, в Белоярском ботанико-географическом округе Свердловской области [Куликов и др., 2013]. Здесь представлены сосновые и сосново-березовые леса, наиболее широко распространены сосняки ягодниковые, орляковые, разнотравные. С повышением рельефа (увалы, сопки, скалы-останцы) связаны участки петрофитной растительности. В понижениях рек имеются участки болот. В поймах небольшими участками встречаются луга.

Разрезы 5–6 расположены в подзоне средней тайги, в Ивдельском ботанико-географическом округе Свердловской области; разрез 7, в Ивдельском ботанико-географическом округе Свердловской области; разрезы 8, 9 – в Ханты-Мансийском Автономном Округе [Куликов и др., 2013]. В растительном покрове преобладают северотаежные сосновые с лиственницей (*Larix*) травяно-кустарничковые леса.

Глава 3. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Выбор объектов исследования

Важной составляющей нашего исследования был выбор объектов – водораздельных торфяников с наиболее глубокой залежью торфосапропелевых отложений и береговых торфяных обнажений. Предпочтение отдавалось торфяникам верхового и переходного типа.

Обследование торфомассива с целью выбора наиболее глубокой торфяно-сапропелевой залежи для отбора образцов включало анализ данных торфоразведки [Торфяной фонд, 1955; Торфяные месторождения, 1957; Торфяные месторождения, 1976]. В северотаежной подзоне распространены мерзлотные явления, поэтому объектами исследования послужили пойменные и притеррасные торфяные обнажения в руслах рек. Для взятия образцов в них также выбиралась наибольшая толщина отложений.

Для всех разрезов GPS-навигатором определялись координаты, высота над уровнем моря. В месте отбора образцов проводилось геоботаническое описание современной растительности. Отбор образцов из торфяной залежи и обработка их в лабораторных условиях производились с учетом требований ГОСТ 28245-89.

Для выбора места закладки разреза на торфяниках проводилось зондировочное бурение. Зондировочный профиль намечался перпендикулярно линии коренного берега, через промежутки 5–10, иногда 20 м. Бурение производилось разведочным буром ТБГ-1 конструкции треста Геологоразведка с зондировочным челноком и набором штанг. На Горбуновском торфянике таким образом был детально исследован археологический памятник VI Разрез. Зондирование производилось до минерального грунта с последовательным наращиванием штанг по мере заглубления. Челноком отбирались последовательно слои толщиной по 50 см, начиная от поверхности.

Для отбора образцов на ботанический и спорово-пыльцевой анализы использовался бур Eijkelkamp (Голландия). Технология отбора аналогична зондировочному бурению. Отбор торфяных отложений (торфяная колонка) производился через 5 см сплошной колонкой. Каждый образец отбирался специальной лопаткой, помещался в полиэтиленовый пакет и снабжался этикеткой с указанием названия разреза, порядкового номера, глубины, даты и ФИО сотрудника, проводившего отбор.

Для радиоуглеродного анализа образцы отбирались весом от 500 г, для этого бур с челноком погружали на одну и ту же глубину 3 раза. Место отбора образцов на абсолютный возраст определялось визуально и, как правило, было приурочено к границе изменения стратиграфических слоев: нижний органический слой, слой на границе торфа и сапропеля, при выделении т.н. пограничного горизонта и т. п. Образцы на ^{14}C помещались в двойной полиэтиленовый пакет во избежание соприкосновения с посторонней органикой. Для каждого слоя записывалась глубина взятия образца (верхняя и нижняя граница в сантиметрах от поверхности), название разреза, местонахождение и номер скважины, её расположение, географические координаты.

Отбор образцов из торфяных береговых отложений и шурфов (разрезов) производился по стандартной методике. Стенка обнажения или шурфа тщательно зачищалась, отбор производился снизу вверх, соблюдалась осторожность и аккуратность при взятии образцов, чтобы исключить занос материала со стороны или из других глубин. Образцы отбирались через 5 см сплошной колонкой от минерального грунта до дневной поверхности, снабжались стандартной этикеткой, помещались в полиэтиленовые пакеты. На радиоуглеродный анализ отбирался образец по простирацию пласта толщиной также не более 5 см, место отбора было приурочено к стратиграфическим границам: нижний слой органики, сапропеля, торфа и т. д.

Всего исследовано 11 торфяных колонок 9 торфяников (Таблица 3.1), располагающихся на Среднем, Северной и Приполярном Урале (далее по тексту

все колонки обозначались как разрезы). В общей сложности отобрано 482 образца торфосапелевых отложений.

Таблица 3.1 – Местоположение исследованных разрезов

№	Технология отбора пробы	Месторасположение	Координаты	Название	Тип торфяной залежи
Средний Урал					
1	Скважина	окрестности г. Екатеринбурга	56°54' с. ш., 60°19' в. д.	Песчаное	Переходный
2.	Шурф	г. Верхняя Пышма	57°15.065' с. ш.; 60°41.132' в. д.	Ельничное 1-А	Переходный
3.	Скважина	окрестности г. Екатеринбурга	56°54' с. ш.; 60°25' в. д.	Палатки IV	Низинный
4.	Шурф	Горбуновский торфяник, г. Нижний Тагил,	57° 49' с. ш., 59° 57' в. д.	Береговая XIII	Переходный
5.	Скважина	Горбуновский торфяник, г. Нижний Тагил	57° 49' с. ш., 59° 57' в. д.	Разрез IV	Верховой
6.	Раскоп	Горбуновский торфяник, г. Нижний Тагил	57° 49' с. ш., 59° 57' в. д.	Разрез VI	Переходный
Северный Урал					
7	Скважина	г. Североуральск,	60°07.359' с. ш.; 59°49.829' в. д.	Троицкое	Верховой
8	Скважина	г. Волчанск,	60° 00,015' с. ш.; 59° 55, 822' в. д.	Большое сосновое	Верховой
9	Береговое обнажение	В 3 км от п. Бурмантова, на левом берегу р. Лозьва	61°02' с. ш., 60°03' в. д.	Хорпия	Переходный
Приполярный Урал					
10	Береговое обнажение	На р. Кулемья, левый приток р. Ляпин	64° 13' с. ш.; 61° 04' в. д.	Кулемья	Верховой
11	Береговое обнажение	На р. Манья, левый берег	64° 23' с. ш.; 60° 54' в. д.	Маньинский Хартым	Верховой

Названия закреплены в публикациях [Панова, Коротовская, 1990; Панова, Антипина, 2006; Антипина, 2012; Антипина и др., 2011; Антипина и др. 2013; Антипина и др., 2014]. Для 63 образцов получены абсолютные радиоуглеродные датировки (по содержанию изотопов ^{14}C) в специализированных лабораториях

институтов и научных центров Москвы, Санкт-Петербурга, Новосибирска (Приложение А).

3.2. Методы лабораторных исследований

Физико-химическая обработка образцов. Нами были использованы следующие методы: щелочной метод Л. фон Поста для обработки торфяных отложений [Палеопалинология, 1966]; сепарационный метод В. П. Гричука для минерализованных рыхлых осадков [Гричук, 1940; Гричук, Заклинская, 1948].

Щелочной метод обработки, предложенный Л. фон Постом в 1916 г., позже усовершенствованный [Палеопалинология, 1966], использовался для обработки образцов торфа и сапропеля. Навеска около 3 г из разных частей образца помещалась в фарфоровую чашку, заливалась 10 % раствором щелочи (едкого калия или натрия) для мацерации и кипятилась в течение 5 мин. при периодическом помешивании стеклянной палочкой, после чего охлаждалась. Смесь фильтровалась через сито с ячейками 0,25 мм в стакан объемом 600 мл. Остатки на сите промывались дистиллированной водой. Промытая взвесь отстаивалась в течение суток в стаканах, прикрытых крышкой. Растительная фракция, оставшаяся на сите, снова промывалась под проточной струей до прозрачной воды и подвергалась ботаническому анализу торфа под микроскопом. Отстоявшуюся в стакане воду осторожно сливали, а осадок промывали до нейтральной реакции pH, центрифугировали в стеклянных конических пробирках при скорости 1000 об/мин в среднем 15 мин, подсушивали, заливали глицерином и использовали для спорово-пыльцевого анализа.

Образцы сапропеля с большим содержанием CaCO_3 (раковины моллюсков) предварительно обрабатывались раствором 10 % соляной кислоты для растворения карбонатов. Для этого навеска образца помещалась в стакан объемом 500 мл и добавлялось небольшое количество раствора HCl . После окончания бурного

вскипания снова по каплям добавлялся раствор до полного прекращения реагирования. Полученная суспензия промывалась дистиллированной водой и центрифугировалась до получения нейтральной реакции среды. После этого осадок обрабатывался щелочным методом.

Сепарационный метод В. П. Гричука, основанный на принципе разделения осадка в тяжелой жидкости (ТЖ), применялся нами при обработке минерализованных образцов придонных отложений [Гричук, 1940; Гричук, Заклинская, 1948]. Для отделения органики от минеральных примесей нами использовалась калиево-кадмиевая жидкость (1 кг CdJ_2 + 900 г КJ + 600 мл дистиллированной воды) в пределах 2,22–2,30 г/см³. В полученной смеси образца с ТЖ порода разделялась на фракции: растительные остатки, пыльца и споры всплывали наверх, а минеральный осадок оставался на дне. Минерализованные образцы (навеской до 50 г) до разделения в ТЖ предварительно также подвергались обработке щелочным методом и осаждались в пластиковых центрифужных стаканах. Подсушенный осадок заливался ТЖ объемом, в три раза превышающем объем осадка и тщательно перемешивался стеклянной палочкой. Смесь центрифугировалась не менее 20 минут со скоростью 1,5 тыс. об/мин. Затем всплывшее кольцо органики осторожно сливали вместе с ТЖ в чистый химический стакан и разбавляли 4–5-кратным объемом подкисленной НJ дистиллированной воды. Суспензия отстаивалась не менее 10–12 часов. Затем значительная часть жидкости сливалась в специальную посуду для регенерации ТЖ. Оставшаяся часть с органикой осаждалась в стеклянных центрифужных пробирках, осадок промывался до нейтральной среды, подсушивался на фильтровальной бумаге и заливался глицерином для сохранения и приготовления препаратов для палинологического анализа.

Микроскопический анализ ботанического состава торфа. Ботанический анализ микрофоссилий торфа производился по стандартной методике [ГОСТ 28245-89]. Просмотр производился при увеличении до $\times 50$; если недостаточно четко просматривались особенности клеточного строения, то дополнительно препарат рассматривался при большем увеличении – до $\times 400$. Некоторые образцы

растительных остатков фотографировались с помощью фотонасадки. Анализ фотографий проводился с помощью программы AxioVision.

Таксономическое определение растительных остатков проводилось с помощью атласов и определителей растительных остатков основных торфообразователей [Богданов, 1951; Гребенщикова, 1939; Домбровская и др., 1959; Куприянова, Алешина, 1972; Komarek, J., Jankovska, 2001; Kremp, 1968 и др.].

Названия таксонов сопоставлены с базами данных [Флора мхов России, British Bryological Society, GBIF, IPNI, PPG, Neotoma, WFO]. По результатам определения строилась диаграмма, отражающая участие каждого таксона в общей сумме в процентах в программах TILIA-2 и TILIA-GRAPH [Grimm, 1990; Grimm, 1992].

В диаграммы встраивалась литологическая колонка, которая отражала стратиграфические изменения торфяных слоев, и с использованием условных обозначений по образцу [Торфяные месторождения..., 1977, с. 184], условные обозначения представлены на Рисунке 3.1.

Спорово-пыльцевой анализ. Спорово-пыльцевой анализ (СПА) –изучение растительных остатков (спор и пыльцы), захороненных в различных отложениях

Споры и пыльцевые зерна, благодаря содержанию в оболочке прочного вещества споропаленина, тысячелетиями сохраняют форму и структуру в различных отложениях. В строении оболочек пыльцы (экзине) и спор (спородерме) сохраняются особенности вида или рода растения в виде различных выростов, апертур (пор, борозд) и т.п. Эти признаки наследственно закреплены, видоспецифичны и служат индикаторами при определении их таксономической принадлежности [Пыльцевой анализ, 1950].

Обилие пыльцевых зерен и спор, содержащихся в торфосапропелевых отложениях, позволило статистически обрабатывать результаты анализа и количественно выразить соотношение компонентов выявленных таксонов.

Выделенные из образцов фракции для СПА просматривались нами в глицериновых препаратах под микроскопом БИОЛАМ-И и «AXIO Scope A1

ZEISS». Определение ископаемых пыльцы и спор производилось при увеличении микроскопа от $\times 400$ до $\times 630$ раз.

Таксономическая принадлежность встреченных в поле зрения пыльцы, спор определялась с помощью атласов микрофотографий и определителей разных авторов [Домбровская и др., 1959; Куприянова, Алешина, 1972; Моносзон, 1950, 1951а, 1954, 1959; Пыльцевой анализ, 1950; Рудая, 2010; Сладков, 1954, 1967; Федорова, 1951; Fægri, et al., 1989; Komarek, Jankovska, 2001; Moore et al., 1991]. Эталоном для определения видовой принадлежности послужили также имеющиеся в лаборатории коллекции препаратов пыльцы и спор современных растений. Подсчет пыльцы и спор осуществлялся по группам: AP (arboreal pollen) – пыльца древесных и кустарниковых растений, NAP (non-arboreal pollen) – пыльца трав и кустарничков, Spores – споры. Подсчет производился обычно до 500 зерен пыльцы древесных растений. Процентное содержание каждого выявленного таксона высчитывалось по отношению к сумме пыльцы деревьев и кустарников, принятой за 100 %. Этот, так называемый полугрупповой способ подсчета [Левковская, 1965], который по нашему опыту, оказался наиболее подходящим при анализе торфяных отложений. Суммарный способ подсчета, который, как правило, используют зарубежные палинологи, мы сочли не совсем соответствующим решению задач реконструкции региональной растительности в таежной зоне. При этом способе подсчета содержание каждого таксона вычисляется по отношению к общей сумме пыльцы и спор, подсчитанных в образце. А поскольку торфяные отложения часто содержат очень большое количество локальной пыльцы и спор болотных растений (осок, мхов), картина зональной растительности при таком способе подсчета сильно искажается. Используемый нами полугрупповой способ подсчета позволяет не только более рельефно оценить роль древесного яруса по отношению к недревесному, но и показать на диаграмме отдельные компоненты травяно-

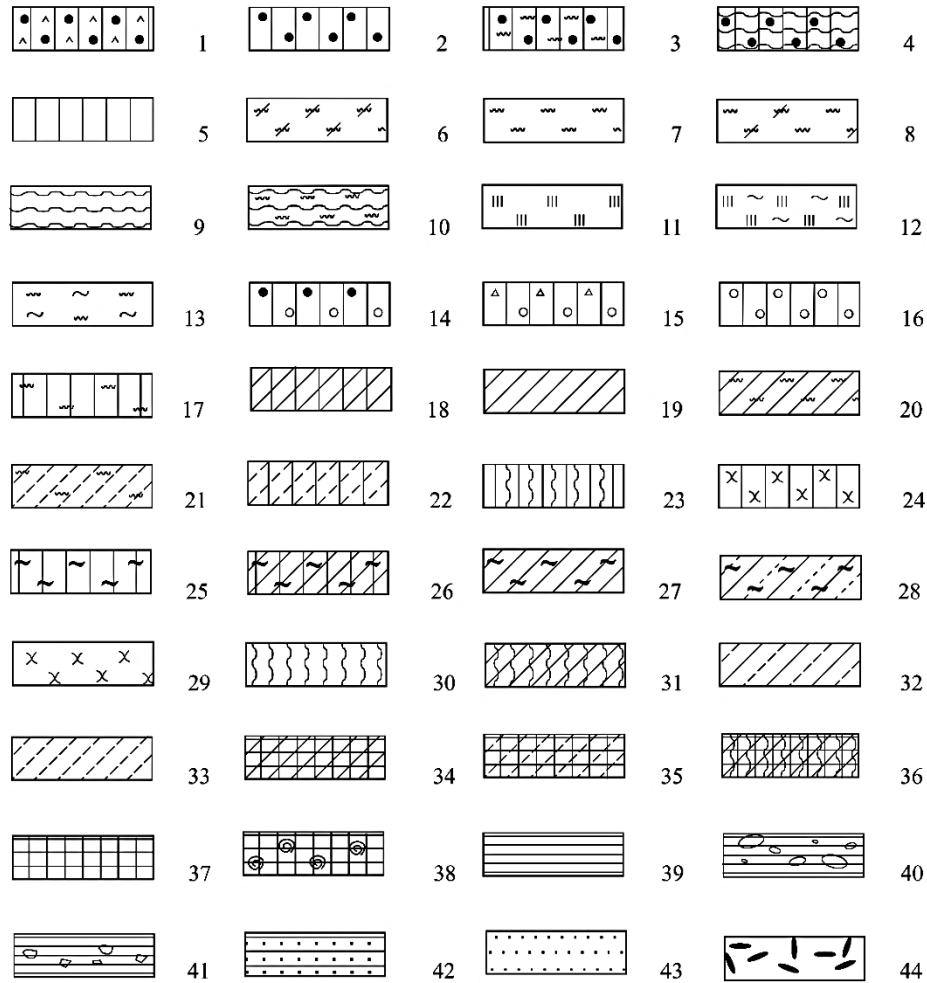


Рисунок 3.1 – Литология. Условные обозначения

Виды торфа: верховой 1–10; 1 – сосново-кустарничковый; 2 – сосновый; 3 – сфагново-сосновый; 4 – пушицево-сосновый; 5 – древесный; 6 – фускум; 7 –; магелланикум; 8 – комплексный; 9 – пушицевый; 10 – сфагново-пушицевый; переходный 11 – 18; 11 – шейхцериевый; 12 – шейхцериево-сфагновый; 13 – сфагновый мочажинный; 14 – березово-сосновый; 15 – елово-березовый; 16 – березовый; 17 – сфагново-древесный; 18 – древесно-осоковый; Низинный торф 19 – 33; 19 – осоковый; 20 – сфагново-осоковый; 21 – гипново-сфагновый; 22 – древесно-гипновый; 23 – древесно-тростниковый; 24 – древесно-хвощовый; 25 – древесно-сфагновый; 26 – древесно-осоково-сфагновый; 27 – сфагново-осоковый; 28 – гипново-сфагново-осоковый; 29 – хвощовый; 30 – тростниковый; 31 – тростниково-осоковый; 32 – гипново-осоковый; 33 – гипновый; 34 – осоковый торф с сапропелем; 35 – гипновый торф с сапропелем; 36 – тростниково-осоковый торф с сапропелем; 37 сапропель; 38 – сапропель с раковинами моллюсков; 39 – глина; 40 – глина с галькой; 41 – глина с дресвой; 42 – суглинок; 43 – песок; 44 углистые включения.

кустарничкового яруса даже в том случае, если их пыльца встречается в очень небольшом количестве. По результатам спорово-пыльцевого анализа составлялись сводные цифровые таблицы в программе Excel, по которым строились спорово-

пыльцевые диаграммы (СПД) в программе TILIA-2 и TILIA-GRAPH [Grimm, 1990; Grimm, 1992], графически отображающие изменения относительного содержания каждого таксона, выраженного в % от общего числа пыльцы древесных растений. Редактирование диаграмм осуществлялось в векторной программе Corel DRAW X19. Определение таксономической принадлежности пыльцы или спор осуществлялось до вида, в некоторых случаях – рода и даже семейства (пыльца представителей семейства трудно различима до видового уровня).

В исследовании определено 159 видов растений из 70 семейств, названия сопоставлены с базами данных [Флора мхов России, British Bryological Society, GBIF, IPNI, PPG, Neotoma, WFO]. В спорово-пыльцевых диаграммах унифицированы названия таксонов *Betula* sect. *Albae* – пыльца древовидных берез; *Betula* sect. *Apterokaryon* Spach, Ann.– секция включает, два вида широко распространенных в Северной Евразии *B. nana* L., *B. humilis* Schrank и азиатский тетраплоидный вид *B. Fruticosa* Pall. [Ashburner, McAllister, 2013]; Q mix – сумма пыльцы широколиственных древесных растений (*Acer*, *Carpinus*, *Corylus*, *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*).

Состав выявленных таксонов пыльцы и спор одного образца, выраженный в процентах, объединялся в спорово-пыльцевой спектр (СПС). На основе сходства спорово-пыльцевых спектров по главным или маркирующим компонентам на диаграммах выделялись спорово-пыльцевые комплексы (СПК) – палинозоны – визуально и с помощью кластерного анализа.

3.3. Радиоуглеродное датирование

Результаты радиоуглеродного анализа исследованных отложений дают дополнительное обоснование для хронологической привязки выявленных смен растительности и климатических изменений. Для разрезов, рассматриваемых в диссертационной работе, были получены радиоуглеродные датировки – 63 образца

в нескольких лабораториях научных учреждений Российской Федерации: лаборатория геохимии изотопов и геохронологии Геологического института РАН (г. Москва), лаборатория геологии и палеоклиматологии кайнозоя Института геологии и минералогии СО РАН (г. Новосибирск), изотопного центра Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена (г. Санкт-Петербург), лаборатория палеогеографии и геохронологии четвертичного периода Санкт-петербургского государственного университета, лаборатория археологической технологии Института истории материальной культуры (ИИМК) РАН, (г. Санкт-Петербург) (Приложение А).

Все ^{14}C даты были откалиброваны. Значения календарного возраста приведены на основании калибровочной кривой IntCal20 и представлены в тексте в формате – тысяч калиброванных лет назад (тыс. кал. л. н.).

Для всех датированных разрезов рассчитывался относительный календарный возраст по глубинно-возрастным графическим моделям торфяных залежей. На этих данных основывалось определение возраста каждого образца и время изменений спорово-пыльцевого комплекса [Reimer P. J., et.al., 2013]. Расчетный калиброванный возраст вносился в диаграммы, для возможности корреляции хронологии синхронных событий в разных разрезах.

3.4. Методы интерпретации полученных данных

По характеру спорово-пыльцевых комплексов на диаграммах выделены основные палинозоны, которые сопоставлены с хронологическим эталоном периодизации голоцена [Хотинский, 1977]. Их относительный и абсолютный возраст определялся с учетом результатов радиоуглеродного датирования на основе глубинно-возрастной модели. Обозначения палинозон унифицированы в соответствии с периодами: I – позднеледниковье (Late Glacial – LG); II – предбореальный (PB); III – бореальный (BO); IV – атлантический (AT); V –

суббореальный (SB); VI – субатлантический (SA); VII – современный период. Подразделения палинозон по изменению спектров в течение одного периода дополнены буквенными индексами: а – ранний, б – поздний.

СПД сопоставлены также с новой схемой периодизации голоцена, основанной на хронологии глобальных климатических изменений, фиксируемых в гренландских ледовых ядрах кислородно-изотопным методом [Walker et. al., 2019], и календарном возрасте осадков. Границы позднеледниковье / ранний голоцен определяет Гренландский глобальный пограничный стратотип (GSSP) в 11 700 л. н.; ранний / средний голоцен – Северогриппианский GSSP – 8 236 л. н. (событие 8.2 ka), выделенный по ледяным ядрам в Гренландии; средний / поздний голоцен – Мегхалайский GSSP – 4250 л. н. (событие 4.2 ka), выявленный в кальцитовом образовании в пещере Мавмлух в северо-восточной части Индии (Таблица 3.2).

Интерпретация результатов ботанического анализа торфа. Результаты анализа ботанического состава позволяют выявлять генетические связи отдельных видов торфа с материнскими растительными группировками, реконструировать изменения гидрологического режима, стадий болотообразовательного процесса в месте отбора.

Таблица 3.2 – Геохронологическая шкала голоцена

Геологическая эпоха	Страты (IUGS), Walker et. al., 2019	Периоды голоцена, Хотинский (1977)	Возраст, тыс. кал. л. н.
Голоцен	Meghalayan	SA (субатлантический)	2,5
		SB (суббореальный)	4,2
	North Grippian	AT (атлантический)	5,4
			5,7
			8,2
	Greenlandian	BO (бореальный)	8,8
			10,5
	Плейстоцен	Upper	PB (пребореальный)
LG (позднеледниковье)			до 11,7

Анализ микрофоссилий основывается на закономерностях захоронения растительных остатков в отложениях разного генезиса. Остатки болотных растений в разной степени подвержены процессу разложения; на интенсивность процесса разложения органического вещества влияют многие факторы: вещественный состав растения, степень одревеснения, содержание лигнина и др.

Из растений-торфообразователей наиболее интенсивно разлагается пушица (за 6 месяцев теряется 67–72 % сухого вещества), а сфагновый мох за этот же период теряет только 4% сухого вещества, что связано с содержанием в этих растениях фенолов-антисептиков [Инишева и др., 2007]. Все эти особенности учитывались при изучении ботанического состава торфа.

По рисунку и характерным особенностям клеток растений, сохранившихся в торфе, определялась их таксономическая принадлежность, анализировались экологические требования определенных растений по литературным источникам [Кац и др., 1977; Тюремнов и др., 1977] и восстанавливались экологические условия формирования фитоценоза. По составу растений, определенных по микроостаткам в торфе, обосновывался тип торфяной залежи (Таблица 3.3).

Интерпретация результатов спорово-пыльцевого анализа. Основным условием реконструкции растительности по палинологическим данным является определение степени соответствия СПС составу растительности, его продуцирующей; знание путей формирования СПС в разных экосистемах; выявление в спектре компонентов различного генезиса.

Анализ факторов, влияющих на формирование СПС, по ряду публикаций позволил выделить основные особенности спорово-пыльцевого метода:

- результаты носят интегральный характер, позволяют восстановить лишь общую закономерность смен растительности на территории крупных регионов;
- торфяники таежной зоны пригодны для реконструкции смен древесных пород в различных типах леса и локальных особенностей изменения растительности, они имеют смешанные спорово-пыльцевые спектры, в которых присутствует пыльца и споры, растений самих болот и близлежащих лугов, и окружающих лесов, что дает возможность для объективной интерпретации

выделения экологически приуроченных видов [Березина, 1969; Березина, Тюремнов, 1971; Кабайлене, 1969; 1971; 1973; 1976].

Таблица 3.3 – Определение типа торфяной залежи по растительным остаткам в торфе по Денисенкову В.П. [2000]

№	Растения – маркеры
	Низинный тип
1	<p>Деревья и кустарники: ели (<i>Picea obovata</i> Ledeb.), лиственницы сибирской (<i>Larix sibirica</i> Ledeb.), пихты сибирской (<i>Abies sibirica</i> Ledeb.), березы приземистой (<i>Betula humilis</i> Schrank.) (Денисенков, 2000).</p> <p>Кустарнички и травы: осоки (<i>Carex lasiocarpa</i> Ehr., <i>C. diandra</i> Schrank., <i>C. caespitosa</i> L. и других), пушицы (<i>Eriophorum polistachyon</i> L), влаголюбивых злаков (<i>Calamagrostis neglecta</i> (Thru.) Gaertn., <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin.ex Steud), Из разнотравья встречаются остатки морошки (<i>Rubus chamaemorus</i> L.) вахты трехлистной (<i>Menyanthes trifoliata</i> L.), каллы болотной (<i>Calla palustris</i> L), сабельника (<i>Comarum palustre</i> L.) и др. Споровые: хвощовые (Equisetaceae).</p>
	Верховой
2	<p>Деревья и кустарники: сосна обыкновенной, в северотаежной подзоне – кедра сибирского (<i>Pinus sibirica</i> Du Tour), березы пушистой (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.) (Губанов и др., 2002). Доминантами растительного покрова являются кустарнички порядка Ericales: багульник болотный (<i>Ledum palustre</i> L.), мирт болотный или кассандра (<i>Chamaedaphne calyculata</i> Moench.), подбел многолистный (<i>Andromeda polifolia</i> L.); брусника обыкновенная (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> (L.) Avror.), клюква болотная (<i>Oxycoccus palustre</i> Pers.), клюква мелкоплодная (<i>Oxycoccus microcarpus</i> Turcz. Ex. Rupr.), голубика (<i>Vaccinium uliginosum</i> L.). Болотные кустарнички идентифицируют крайне олиготрофные и ацидофильные условия.</p> <p>Среди травянистых растений в торфах верховых болот встречаются остатки <i>Scheuchzeria palustris</i> L., представители сем. осоковых: <i>Eriophorum vaginatum</i> L., <i>Carex globularis</i> L. и <i>C. limosa</i> L.; сем. розоцветных: <i>Rubus chamaemorus</i> L., <i>Comarum palustre</i> L.; сем. Росяноквых <i>Drosera rotundifolia</i> L., <i>D. anglica</i> Huds. и др.</p>

Искажение информации о количественных соотношениях таксонов может происходить на всех этапах формирования спектра: продуцирования, рассеивания и переноса пыльцы различными агентами, захоронения её в разных фациальных условиях, избирательного разрушения и переотложения микрофоссилий в процессе седиментогенеза и т.п. [Дылис, 1948; Борисова, 2007, 2009].

Особенности формирования СПС, выявленные в результате специальных исследований и опубликованные многими авторами, были учтены нами при интерпретации полученных результатов.

Нами проанализированы и учтены проблемы: завышения концентрации пыльцы ветроопыляемых растений [Борисова, Новенко, 2002; Левковская, 1965]; споровой продуктивности сфагновых мхов [Грабовик, 1986]; дальности разлета пыльцевых зерен [Моносзон, 1959; Федорова, 1964; Кабайлене, 1971] сохранности пыльцы определенных таксонов [Березина, 1969; Березина, Тюремнов, 1977; Левковская, 1965; Савина, Буренина, 1986; Рудая, 2011].

В зависимости от дальности переноса пыльцы, были выделены группы: локальная (пыльца *Carex* и других травянистых болотных растений, споры мхов, плаунов), сублокальная (пыльца ветроопыляемых трав, споры некоторых папоротников) и региональная (в основном, пыльца древесных эдификаторов). Пыльца и споры некоторых видов растений, характеризующаяся морфологическим сходством, определялась на уровне родов (*Artemisia*, *Sphagnum*), семейств (*Ericaceae*, *Chenopodiaceae*, *Cyperaceae*, *Poaceae*), порядков (*Bryales*). Эти ранги таксонов могут включать растения с различной экологией, поэтому реконструкция гидрологических и климатических условий осуществлялась с привлечением дополнительных данных ботанического анализа торфа, сообществ ризоподовых и др.

При палеоботанических реконструкциях учитывались многочисленные данные по соотношению состава поверхностных СПС с продуцирующей их растительностью в различных ботанико-географических зонах на территории России [Гричук, 1942; 1950; Пьявченко, 1963(а); 1963(б); 1968; Климанов, 1976; 1981; 1996; Лаптева, 2005; 2007; 2009; Панова, 2011; Новенко, 2016 и др.]. В частности, установлено, что количество пыльцы *Picea* и *Abies*, *Tilia*, *Ulmus*, *Quercus* в СПС лесной зоны обычно занижено, по сравнению с их участием в древостоях, а таких таксонов как *Pinus sylvestris*, *Betula* sp., *Alnus* sp. (ветроопыляемых растений с высокой пыльцевой продуктивностью) обычно завышено. Пыльца лиственницы далеко не разносится и очень плохо сохраняется при фоссилизации, ее содержание в поверхностных СПС не превышает 7–9 % даже там, где *Larix* преобладает в древостоях [Шахова, Колпаков, 1966]. Также плохо сохраняется пыльца *Salix* [Сурова, Троицкий, 1971 и др.]. Поэтому даже небольшое присутствие пыльцы этих

растений в спектрах свидетельствует о произрастании их в окружающих сообществах.

Исследования Н.И. Пьявченко [1968] по шести ботанико-географическим зонам и подзонам Средней Сибири показали, что СПС поверхностных образцов торфяников дают наиболее верное представление о составе лесов в подзоне средней и отчасти южной тайги. В южной тайге содержание пыльцы *Picea* и *Abies* в спектрах занижено в 3–4 раза, по сравнению с участием этих растений в древостоях. В северной тайге спектры искажаются за счет ветрового заноса пыльцы *Pinus sylvestris* L. и *Pinus sibirica* Du Tour: и очень малого содержания пыльцы *Larix*, хотя здесь она часто господствует в древостоях.

Результаты многочисленных современных исследований по составу и соотношению основных компонентов СПС поверхностных проб (в том числе Европейской базы пыльцевых данных – EPD) позволяют сделать заключение, что СПС образцов, отобранных из торфяников лесной зоны, в целом адекватно отражают окружающую растительность [Новенко, 2016].

С учетом всех этих данных, в наших исследованиях внимание уделялось также соотношению состава субрецентных СПС каждого разреза с составом современной растительности местонахождения торфяника.

Глава 4. ДИНАМИКА БОЛОТООБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ТАЕЖНОЙ ЗОНЕ ВОСТОЧНЫХ ПРЕГОРИЙ УРАЛА В ГОЛОЦЕНЕ

4.1. Болотообразовательный процесс в южнотаежной подзоне Среднего Урала

Разрез Песчаное 1. Самый мощный исследованный разрез торфяных отложений на Среднем Урале (725 см), он находится у озера Песчаного. Площадь заторфовой части водоема около 15 га. Болото окружено участками соснового леса с участием березы. Растительность представлена грядово-мочажинным комплексом фитоценозов. На грядах произрастает *Pinus sylvestris* L., *Betula pubescens* Ehrh. В травяно-кустарничковом ярусе встречаются осоки (*Carex* sp.), береза кустарниковая (*Betula nana* L.), багульник (*Rhododendron tomentosum* Harms), мирт болотный (*Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench), брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.), клюква мелкоплодная (*V. microcarpum* (Turcz. ex Rupr.) Schmalh.), клюква болотная (*V. oxycoccos* L.) и др.

В соответствии со стратиграфией разреза (Таблица 4.1) минеральные отложения (глинистый слой) аккумуляровались на глубине более 690 см (разведанной мощностью 35 см). Их накопление связано с периодом позднеледникового (примерно до 11.7 тыс. кал. л. н.).

Таблица 4.1 – Стратиграфия разреза Песчаное 1

№ слоя	Характер отложений	Глубина, см
1	Торф осоково-сфагновый	0-290
2	Торф гипново-сфагново-осоковый	290-325
3	Торф гипново-осоковый	325-340
4	Сапропель	340-690
5	Минеральные отложения (глина серая)	690-725

На глубине 340-490 см расположен сапропелевый слой, формирование которого происходило на озерной стадии развития, которая, вероятно, продолжалась весь ранний голоцен (11.7-8.2 тыс. кал. л. н.). Нижний слой торфа является гипново-осоковым и гипново-сфагново-осоковым. Эти виды торфа представляют собой эвтрофные отложения, их накопление происходило в среднем голоцене (8.2-4.2 тыс. кал. л. н.). Далее, вероятно в позднем голоцене (от 4.2 тыс. кал. л. н. – до современности), этот торф сменился осоково-сфагновым торфом и стала формироваться мезотрофная залежь.

Таким образом, развитие болота отражает изменения природных условий, начиная с холодного палеозера в позднеледниковом периоде, позже водоем превратился в низинное болото, последующая стадия – мезотрофное болото, которая продолжается в настоящее время [Панова, Коротовская, 1990].

Разрез Ельничное 1-А. Торфяник представляет собой заболоченную прибрежную часть озера Ельничное. Торфяная залежь имеет глубину 1.6 м. В древостое доминирует *Pinus sylvestris* с примесью ели сибирской (*Picea obovata*) и березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.). В подлеске встречаются кустарники: рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), шиповник (*Rosa majalis* Herrm.) и др. Травяно-кустарничковый ярус включает болотные и лесные виды растений: багульник (*Rhododendron tomentosum* Hartm.), мирт болотный (*Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench), брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.), черника (*V. myrtillus* L.), вейник (*Calamagrostis* sp.) и др. Моховой покров формируют сфагнум магелланский (*Sphagnum divinum* Flatberg & K. Hassel), балтийский (*Sphagnum balticum* (Russ.) Russ. ex C. Jens.) и др.

Нижний слой органических осадков (мощностью 15 см) представлен оливковым сапропелем с включением камыша озерного (*Scirpus lacustris* L.) и отражает озерную стадию развития (Таблица 4.2, Рисунок 4.1). Сапропелевый слой начал накапливаться в раннем голоцене (9.7-8.2 тыс. кал. л. н.).

На глубинах от 145 см до 100 см сформировались слои тростникового торфа с высоким содержанием *Carex* (Таблица 4.2) – это начало болотообразовательного процесса и его эвтрофной стадии. В верхней части появляется мацерированная

древесина и остатки *Pinus sylvestris* L. (Рисунок 4.1). Формирование тростникового торфа происходило в среднем голоцене (с 8.12 до 5.8 тыс. кал. л. н.). Наличие *Pinus sylvestris* указывает на окружение озера древесной растительностью. Наличие сильно разложившейся древесины говорит об избыточном увлажнении в момент образования этого слоя.

Таблица 4.2 – Стратиграфия разреза Ельничное 1-А

№ слоя	Характер отложений	Глубина, см
1	Торф сфагновый	0-5
2	Торф сосново-кустарничково-сфагновый	5-25
3	Торф сфагново-древесно-осоковый	25-50
4	Торф древесный	50-100
5	Прослойки торфа с углистыми и илистыми остатками черного цвета	62-65
6		82-85
7	Торф древесно-тростниковый	100-115
8	Торф осоково-тростниковый	115-145
9	Сапрпель оливковый	145-160

С глубины 100 см сформировался древесный торф. В отложениях не встречаются остатки *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. и преобладают мацерированная древесина и остатки *Pinus sylvestris*. Формирование слоя древесного торфа начинается в условиях кратковременного сухого похолодания на рубеже атлантического и суббореального периодов (с 5.8 до 4.9 тыс. кал. л. н.). В это время болотное сообщество переходит на мезотрофную стадию развития.

На глубине около 70-75 см отмечался перерыв в осадконакоплении. Согласно радиоуглеродному анализу, его продолжительность составляла не менее 2.7 тыс. л. в середине суббореального периода. Это подтверждает возраст соседних слоев – близкорасположенные слои очень сильно отличаются по возрасту. В частности, отложения глубиной 75-85 см имеют возраст 4380 ± 60 (Je-10446), а отложения глубиной 60-75 см датированы возрастом 1600 ± 70 (Je-10445) ^{14}C л. н. отсутствие слоев среднесуббореального возраста может быть связано с палеопожарами,

выгоранием торфа. Следы палеопожаров обнаружены нами в изученных отложениях торфа в виде углистых прослоек, отмеченных на глубине 75-85 см и 60-65 см.

На глубинах 50-25 см начинает формироваться мезотрофный сфагново-древесно-осоковый торф, который является индикатором повышения увлажненности климата. В самых верхних слоях залежи представлен сосново-кустарничково-сфагновый и сфагновый торф (Таблица 4.2). В этих слоях впервые обнаружены остатки вересковых (Ericaceae) и вахты трехлистной (*Menyanthes trifoliata* L.). Снижается содержание остатков осок (Рисунок 4.1). Эта часть разреза, формирующаяся с 1600 ¹⁴С л. н., отражает формирование торфяника лесного типа мезотрофную стадию развития.

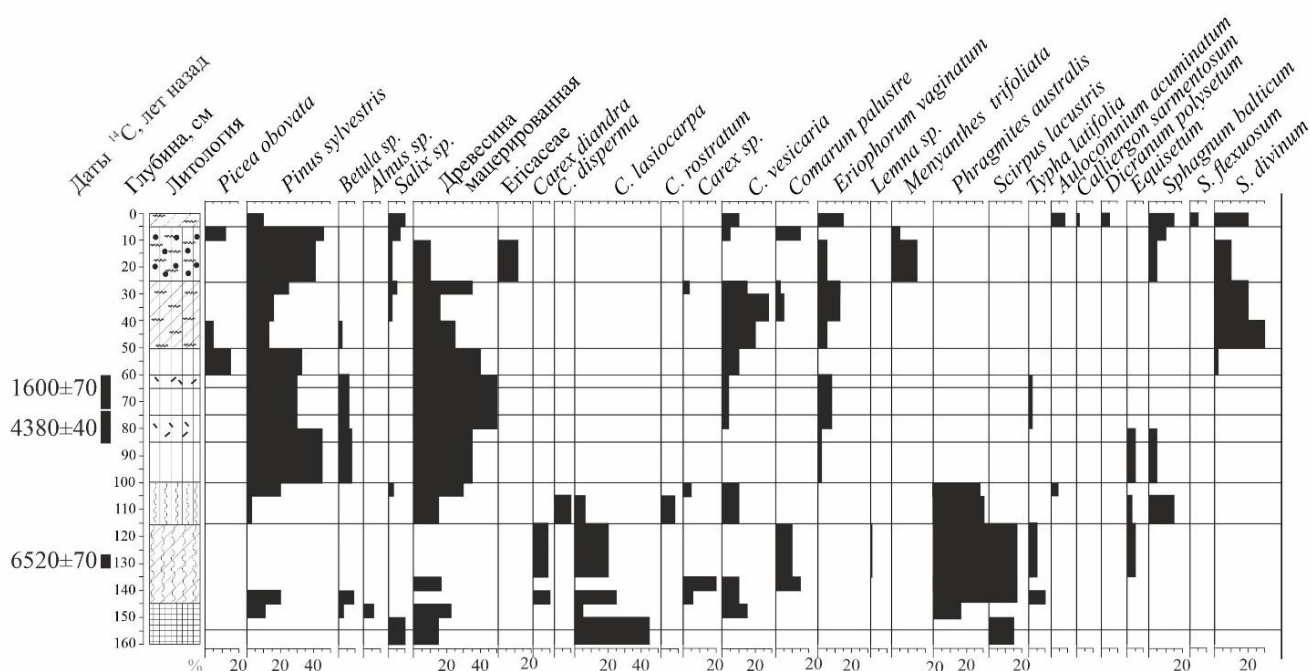


Рисунок 4.1 – Диаграмма ботанического состава торфа и сапротеля разреза Ельничное 1-А

Разрез Палатки IV. Торфяник расположен на правом берегу в пойме реки Исеть. Болото обводненное, крупнокочкарное с древостоем из сосны и березы. Мощность торфяного слоя составляет 120 см. В тростниково-сфагновом

сообществе встречаются хвощ болотный (*Equisetum palustre* L.), осоки (*Carex*), тростник южный (*Phragmites australis*), клюква болотная (*Vaccinium oxycoccos* L.).

Процесс заболачивания поймы реки Исеть в месте отбора начался на рубеже суббореального и субатлантического периодов, что подтверждается радиоуглеродными датами, полученными из слоев: на глубине 110-105 см с возрастом 2450 ± 100 ^{14}C л. н. (СОАН-6190), 100-105 см – 2530 ± 100 ^{14}C л. н. (СОАН-6191). Илистые отложения в нижнем слое (117-107 см) характеризуют обводненные условия со стоячими или медленно текущими водами, с большой степенью эвтрофикации (Таблица 4.3, Рисунок 4.2). Зарастание водоема происходило при участии макрофитов: *Phragmites australis*, *Typha latifolia* L. и *Carex*.

Таблица 4.3 – Стратиграфия разреза Палатки IV

№ слоя	Характер отложений	Глубина, см
1	Торф древесно-осоковый	0-25
2	Торф осоковый	25-50
3	Торф древесно-осоковый	50-70
4	Торф древесно-сфагново-осоковый	70-80
5	Торф осоково-сфагновый	80-90
6	Торф тростниково-осоково-сфагновый	90-107
7	Илистые отложения	107-117
8	Торф тростниково-осоковый с сапропелем	117-120
9	Глина с мелко- и среднезернистым песком	120-125

На глубине 107-70 см в торфообразовании участвовали низинные сфагновые мхи.

В этот период начали формироваться болотные растительные сообщества. Слои торфа на глубине 80-50 см сложены осоково-древесным, в нижней части древесно-осоково-сфагновым торфами, сформировавшимися в условиях избыточного увлажнения. Слой 50-25 см представлен осоковым торфом, с остатками древесины в значительно меньшем количестве. Избыточное увлажнение привело к гибели древостоя.

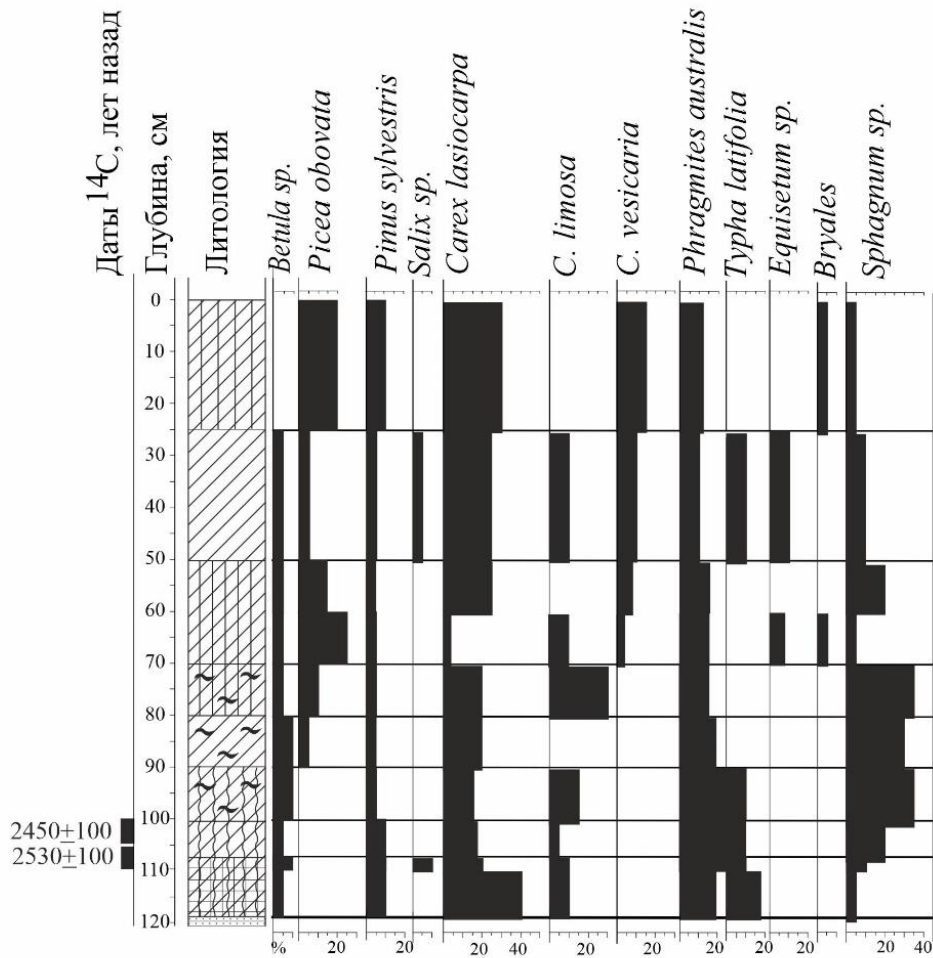


Рисунок 4.2 – Диаграмма ботанического состава торфа разреза Палатки IV

На глубине 25-0 см сформировался слой древесно-осокового торфа переходного типа, указывающий на понижение уровня водности.

Горбуновский торфяник. Горбуновский торфяник расположен в 6 км к югу от г. Нижний Тагил. Торфомассив занимает дно межсопочной древней котловины на водоразделе р. Тагил и ее левого притока р. Чащихи. Отложения сапропеля, подстилающие торфяную залежь, достигают мощности от 0.5 до 3.5 м и свидетельствуют об озерном происхождении торфяника. Минеральное дно представлено суглинками, реже – супесями. Источником водного питания являются воды поверхностного стока. Площадь торфомассива в границах промышленной залежи составляет 461.8 га [Торфяной фонд..., 1955].

Торфяник окружен сосново-березовыми лесами с примесью *Picea obovata*. В подлеске встречаются рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), черемуха обыкновенная (*Prunus padus* L.), в кустарниковом ярусе – жимолость (*Lonicera* sp.), шиповник майский (*Rosa majalis* Herzm.), можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis* L.), ивы (*Salix*), малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.), в травянистом ярусе – хвощ болотный (*Equisetum palustre* L.), княженика (*Rubus arcticus* L.), сабельник болотный (*Comarum palustre* L.), пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum* L.), пушица стройная (*E. gracile* W. D. J. Koch) и др. На осушенных участках произрастают луговые виды: таволга вязолистная (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.), вейник седоватый (*Calamagrostis canescens* (Weber) Roth.), земляника лесная (*Fragaria vesca* L.), в дренажных канавах встречается пузырчатка обыкновенная (*Utricularia vulgaris* L.) и несколько видов урути (*Myriophyllum spicatum* L., *M. verticillatum* L.).

На Горбуновском торфянике заложено 3 разреза.

Разрез Береговая XIII расположен в юго-восточной части Горбуновского торфомассива, в 20 м от скального обнажения.

В отличие от других изученных разрезов, торфяник Береговая-XIII является примером суходольного заболачивания. Он образовался на месте соснового леса в понижении рельефа при избыточном увлажнении. Появление слоя древесно-пушицевого торфа на суглинистом минеральном грунте отмечено на глубине 300-255 см (Таблица 4.4). Предположительно формирование этого слоя происходило в предбореальном периоде, по расчетным данным возраст отложений более 9.0 тыс. кал. л. н.

В слое гипново-сфагнового торфа, находящегося на глубине 180-110 см, резко сократилась доля остатков древесных растений (Рисунок 4.3) когда формировалась мезотрофная залежь со сфагновыми мхами (*Sphagnum divinum*, *S. squarrosum* (Scimp.) Lesq.) и гипновыми мхами (*Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr., *Drepanocladus* sp., *Campilium* sp.).

Таблица 4.4 – Стратиграфия разреза Береговая-ХIII

№ слоя	Характер отложений	Глубина, см
1	Торф древесно-сфагновый	0-110
2	Углистая прослойка	40-50
3	Прослойка фускум торфа	65-75
4	Торф гипново-сфагновый	110-180
5	Торф древесно-сфагновый	180-255
6	Торф древесно-пушицевый	255-300
7	Суглинок с органикой	300-310

Вероятно, эта часть залежи сформировалась в период около 8.2-6.8 тыс. кал. л. н. и отражает интенсивный процесс заболачивания в среднем голоцене.

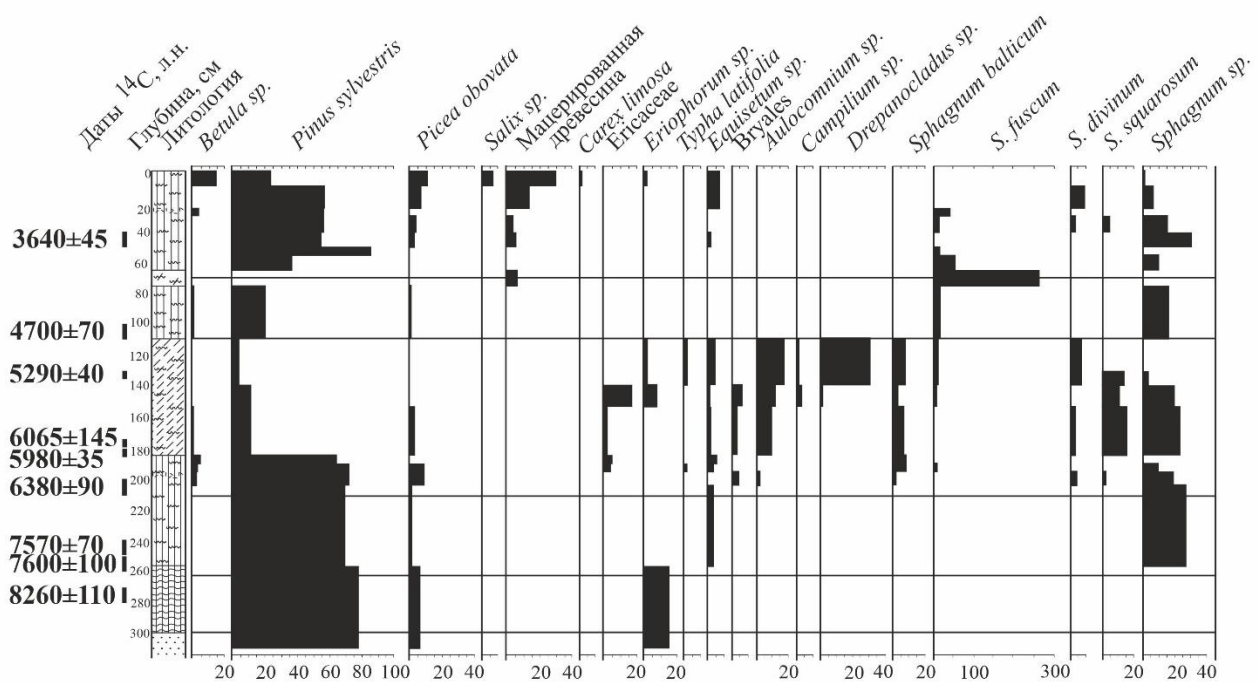


Рисунок 4.3 – Диаграмма ботанического состава торфа разреза Береговая-ХIII

На глубине 65-5 см (около 4.3 тыс. кал. л. н.) в отложениях резко увеличилось количество остатков *Sphagnum fuscum* (Schimp.) H. Klinggr. Скорее всего, появление этого вида свидетельствует о переходе торфяника на атмосферное питание, его олиготрофизацию и обсыхание.

В поверхностных слоях торфа (до глубины 60 см, после 4.2 тыс. кал. л. н.) вновь повысилось содержание остатков *Pinus sylvestris*, что отражает восстановление древостоя (см. Рисунок 4.3). Наличие в верхней части торфа растительных остатков хвоща (*Equisetum*) и осок (*Carex*) указывает на мезотрофную стадию болота.

Скважина Разрез IV пробурена на возвышенном месте, в северной части Горбуновского торфяника. В этой части торфяника существовал палеоводоем, о чем свидетельствует наличие слоя минерального грунта, содержащего глину и минерализованную древесину (Таблица 4.5). Далее на минеральном грунте начинает аккумулироваться сапропель – отложения которого располагаются на глубине 360-260 см (Таблица 4.5). В этом слое из других растительных остатков обнаружены только остатки рдестов (*Potamogeton sp.*) (Рисунок 4.4). Озерная стадия началась около 7.2 тыс. кал. л. н. и просуществовала до 5.5 тыс. кал. л. н.

Далее около 5.3 тыс. кал. л. н. (по нашим расчетам), началось зарастание водоема макрофитами: *Carex* и *Phragmites australis*, постепенно фитоценозы сменились на осоковые, формировалась евтрофная залежь. В этот период образовался тростниково-осоковый торф, который находится на глубине 265-250 см. В дальнейшем этот торф сменился осоковым.

Начиная с 4.3 тыс. кал. л. н. (глубина 200-190 см) образовался сфагновый торф, с появлением на болоте сфагновых мхов (*Sphagnum teres* (Schimp.) Ångstr., *Sph. divinum*). Увеличение обилия древесных остатков в торфе и образование древесного торфа отмечены на глубине 180-185 см (на рубеже 4.2 тыс. кал. л. н.).

Вероятно, этот период в развитии торфяной залежи связан с резким сухим похолоданием, падением уровня болотных вод. При этом торфяник заселялся древесной растительностью (*Betula sp.* и *Pinus sylvestris*). Выше этого слоя формировался осоковый торф как отклик на изменившиеся климатические условия – потепление и повышение увлажненности в раннем суббореале (Таблица 4.5). В период с 3.5 до 3.2 тыс. кал. л. н. в более сухую фазу формировался слой древесно-сфагнового торфа (150-130 см).

Олиготрофизация торфяной залежи началась с поселения на болоте сфагновых мхов (*Sphagnum fuscum*) около 3.0 тыс. кал. л. н. В этот период в залежи сформировался фускум торф на глубине 35-130 см, мощностью 130 см.

Таблица 4.5 – Стратиграфия Разреза IV

№ п/п	Характер отложений	Глубина, см
1	Торф древесный	0-35
2	Углистая прослойка	60-70
3	Фускум торф	35-130
4	Торф древесно-сфагновый	130-150
5	Торф осоковый	150-190
6	Торф с древесными остатками	180-185
7	Торф сфагновый мочажинный	190-200
8	Торф осоковый	200-250
9	Торф тростниково-осоковый	250-260
10	Сапропель оливковый	260-360
11	Глина	360-370
12	Глина с минерализованной древесиной	370-375

Далее следует непродолжительная сухая фаза (в среднем субатлантикуме) о чем свидетельствуют следы палеопожаров в виде углистой прослойки на глубине 70-60 см. Последние 300-400 лет на месте разреза произрастает березово-сосновый лес, накапливается слой верхового древесного торфа.

На фоне климатических изменений в раннем голоцене палеозеро превратилось в евтрофное болото с минеральным питанием в среднем голоцене.

С колебаниями гидрологического режима строение торфяной залежи усложнялось: слои осокового торфа (сформированные в более влажные фазы) перемежались со слоями древесного торфа (сформированные в более сухие фазы).

В последние 300 лет произошло пересыхание торфяника и зарастание березово-сосновым лесом. В начале XX века эффект усилился в связи с торфоразработками и дренированием торфяника [Чаиркина, 2010].

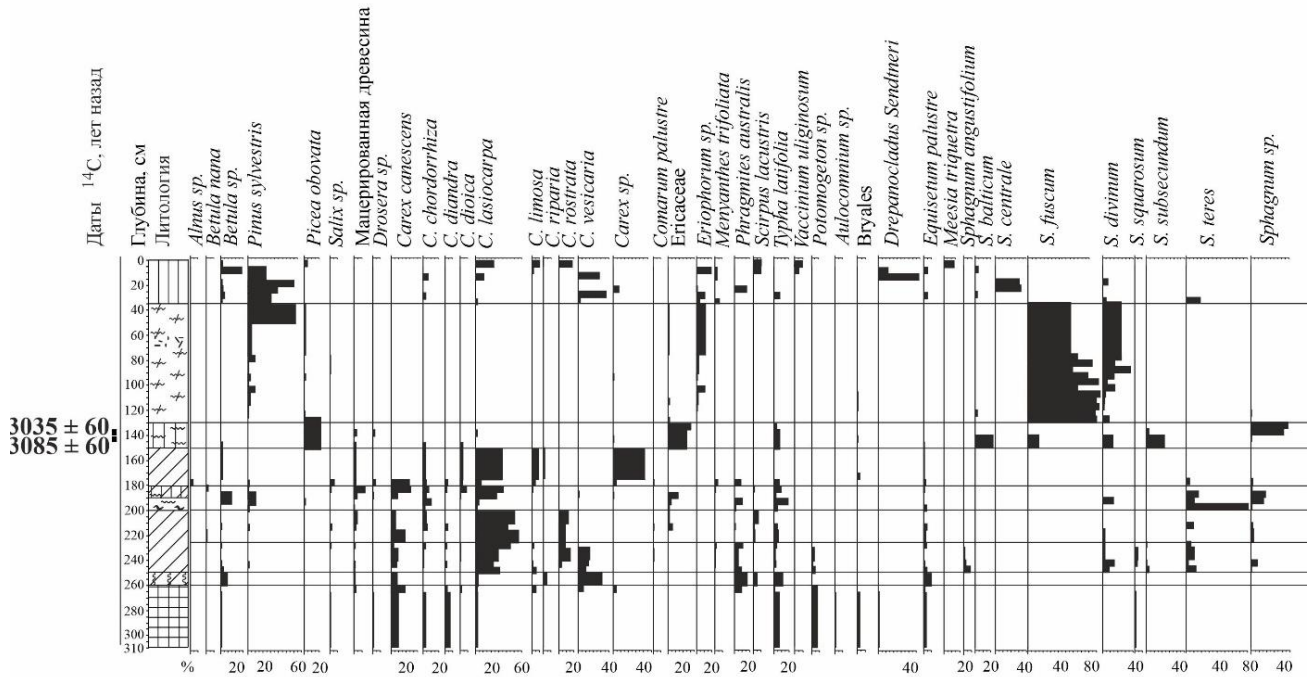


Рисунок 4.4 – Диаграмма ботанического состава торфа и сапропеля скважины Разреза IV

Разрез VI находится в центральной части Горбуновского торфяника. Разрез не полный. Во время торфяных разработок в начале XX века снят верхний слой залежи, поверхность разреза на уровне – 160 см от условного нуля (данные нивелирования). Нижний горизонт разреза на уровне границы торфа с сапропелем (350 см от условного «0»), общая мощность колонки составляет 190 см, ниже этого уровня залежь не исследовалась (Таблица 4.6).

Результаты ботанического анализа (Рисунок 4.5) демонстрируют динамику поэтапного зарастания озера и формирования торфяника. Возраст нижнего слоя органических отложений 6.2 тыс. кал. л. н. (расчетные данные). Отложения сапропеля с остатками водных и околоводных растений (*Potamogeton sp.*, *Phragmites australis*, *Equisetum palustre*) аккумулируются до глубины 320 см и имеют возраст около 5.8 тыс. кал. л. н. (Таблица 4.6).

В нижнем слое торфа 310-290 см встречаются остатки *Phragmites australis*, *Carex* – начальная фаза заболачивания и формирования эвтрофной торфяной залежи (5.8-5.4 тыс. кал. л. н.). Далее на глубинах 290-250 см формировался

осоковый торф в фазу повышения теплообеспеченности и большего увлажнения (5.4-4.2 тыс. кал. л. н.).

Таблица 4.6 – Стратиграфия Разреза VI

№ слоя	Характер отложений	Глубина, см
0	Верхние слои сняты торфоразработками	0-160
1	Торф осоковый	160-170
2	Торф гипново-осоковый	170-180
3	Торф древесно-сфагновый (углистый детрит)	180-190
4	Торф осоковый	190-210
5	Торф древесно-сфагновый	210-220
6	Торф осоково-древесный с углистым детритом	217-220
7	Торф древесный	220-240
8	Торф древесно-осоковый	240-250
9	Торф осоковый	250-260
10	Торф древесно-осоковый	260-270
11	Торф осоковый	270-290
12	Торф тростниковый	290-310
13	Торф с сапропелем	310-320
14	Сапропель	320-350

Следующая климатическая более сухая фаза продолжалась 4.2-2.8 тыс. кал. л. н. на торфянике произошла смена палеоценозов – появилась древесная растительность, на глубине 250-210 см сформировались слои древесного торфа.

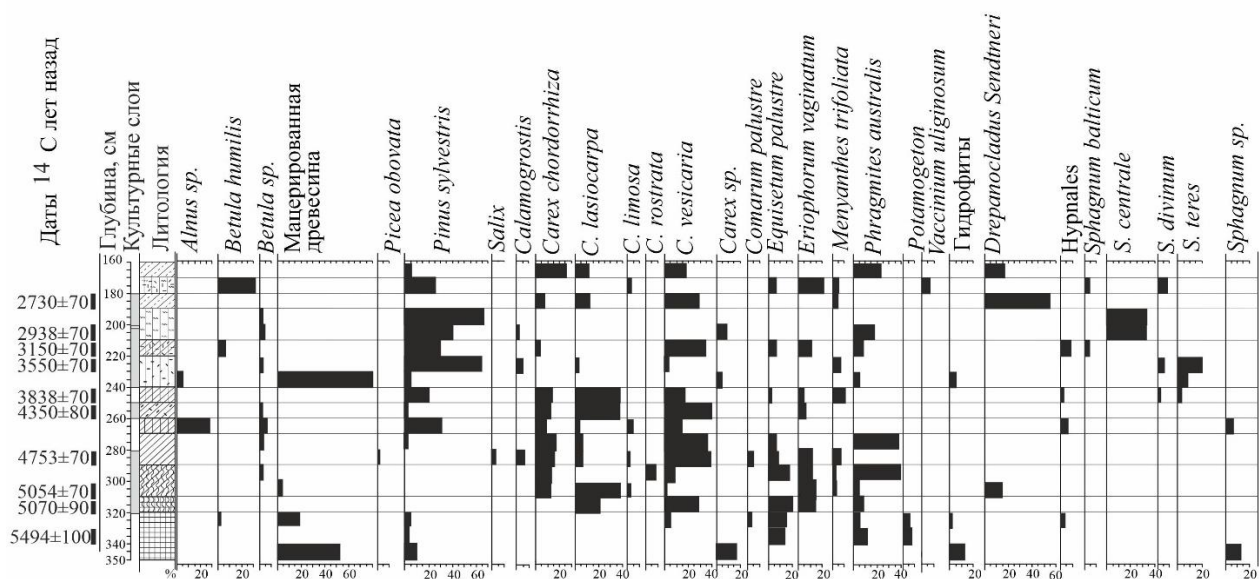


Рисунок 4.5 – Диаграмма ботанического состава торфа и сапропеля Разреза VI

На глубине 210-160 см формировался слой осокового торфа, который индицирует более влажную климатическую фазу и повышение уровня болотных вод (2.8-2.6 тыс. кал. л. н.). Прослойки древесного торфа с углистыми включениями (190–180 см) указывают на повышение сухости климата около 2.6 тыс. кал. л. н.

4.2. Болотообразовательный процесс в среднетаежной подзоне Северного Урала

Разрез Троицкое (скважина). Торфяник представляет собой верховое болото, расположен на заболоченном берегу озера Троицкого в 5.5 км к юго-западу от г. Североуральска. Торфяная залежь имеет мощность 3.5 м. Современное болото сосново-кустарничково-сфагновое. На кочках высотой 50-70 см произрастают вересковые кустарнички: мирт болотный (*Chamaedaphne calyculata*), багульник болотный (*Rhododendron tomentosum*), подбел (*Andromeda polifolia* L.) с примесью морошки (*Rubus chamaemorus* L.) и клюквы (*Vaccinium*), сфагновые мхи (*Sphagnum*).

Диаграмма ботанического состава (Рисунок 4.6) и стратиграфия (Таблица 4.7) отражает динамику развития болота. В исследуемом разрезе донные озерные отложения представлены глинами (нижние 10 см). Сапропелевые отложения на глубинах 340-280 см отражают озерную стадию развития и начало органического седиментогенеза с конца раннего голоцена (8.8 тыс. кал. л. н. по расчетной модели).

Торфообразование началось в среднем голоцене – 7.8 тыс. кал. л. н. В этот период отмечается появление в отложениях сфагновых мхов и формирование на глубине 290-270 см слоя магелланикум торфа (*Sphagnum divinum*).

Затем, в условиях мелководья появились осоки (*Carex*), водная гладь исчезла – образовалось низинное болото.

Неустойчивый гидрологический режим отражен в пестроте стратиграфических слоев на глубинах 270-200 см (Таблица 4.7).

Таблица 4.7 – Стратиграфия разреза Троицкое

№п/п	Характер отложений	Глубина, см
1	Моховой очес	0-10
2	Торф кустарничковый	10-20
3	Фускум торф	20-40
4	Торф древесно-пушицево-сфагновый	40-75
5	Торф комплексный сфагновый	75-200
6	Торф сфагново-пушицевый	200-235
7	Торф сфагновый мочажинный	235-245
8	Торф пушицевый	245-255
9	Торф пушицево-осоковый	255-270
10	Торф магелланикум	270-290
11	Сапропель	290-340
12	Глина	340-350

Слои пушицевого торфа формировались в более сухих климатических условиях, а слои осокового и сфагнового торфа указывают на более влажный климат. Мезотрофная стадия развития болота начинается с распространения в фитоценозах пушицы (*Eriophorum sp.*), около 7.4 тыс. кал. л. н., остатки которой сохраняются на глубинах 260-200 см (Рисунок 4.6).

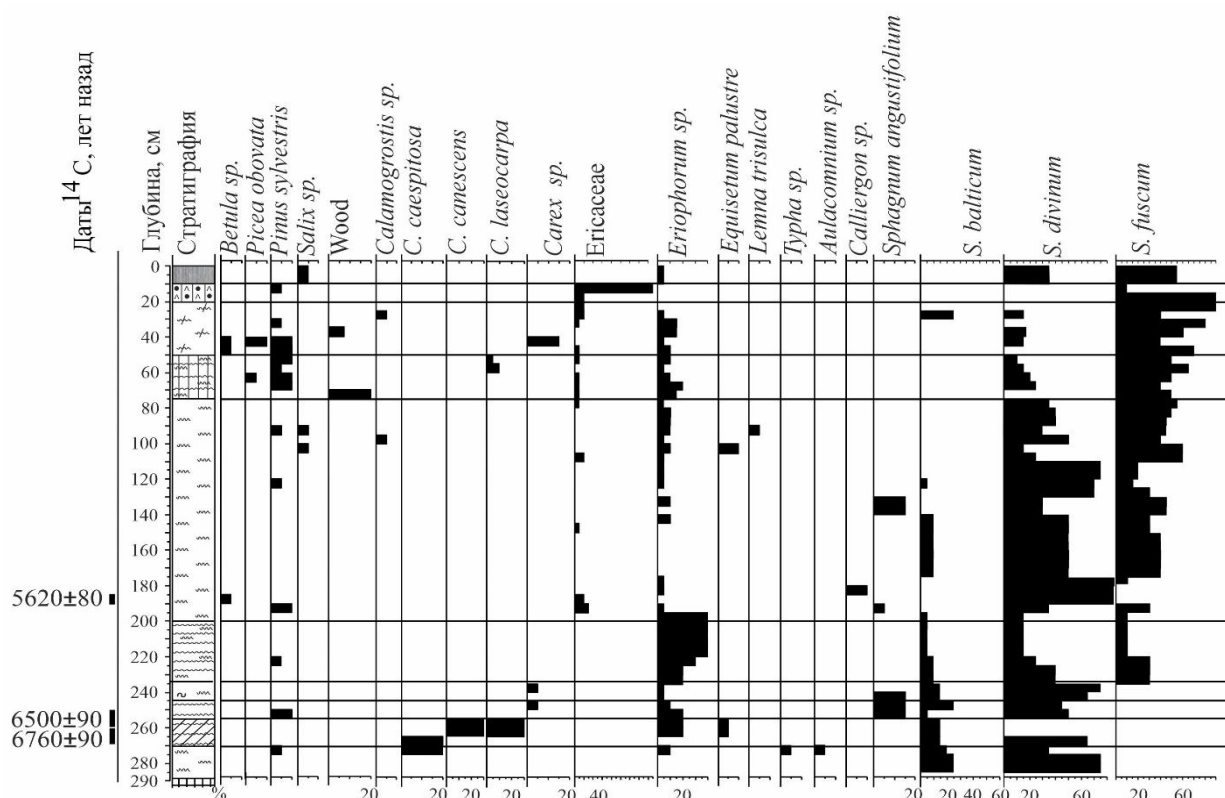


Рисунок 4.6 – Диаграмма ботанического состава торфа разреза Троицкое

С глубины 200 см (Таблица 4.7, рисунок 4.6) в условиях дефицита минерального питания формируется торфяная залежь с большим количеством остатков сфагновых мхов (*Sphagnum divinum*, *S. fuscum*). Другими словами, наличие этого слоя свидетельствует о переходе к олиготрофной стадии развития торфяника (около 7.2 тыс. кал. л. н.), которая продолжается до настоящего времени.

Разрез Большое сосновое. Торфяное болото расположено на северо-западе Свердловской области, в 4.5 км к северу от г. Карпинска, на водоразделе рек Вагран и Турья. В месте отбора проб мощность залежи составляет 2.3 м. Здесь сформировано сосново-кустарничково-сфагновое сообщество. Встречаются мирт болотный (*Chamaedaphne calyculata*), багульник (*Rhododendron tomentosum*), подбел (*Andromeda polifolia*), клюква (*Vaccinium oxycoccos*), голубика (*Vaccinium uliginosum*) и др.

Состав отложений (Таблица 4.8, рисунок 4.7) свидетельствует об озерном происхождении торфяника средне голоценового возраста на исследуемом участке.

Начальная стадия накопления сапропелей (озерная) была непродолжительной по времени, прогретаемое мелководье существовало с 5.7 до 5.2 тыс. кал. л. н., отложения на глубинах 225-210 см. Далее (5.2 тыс. кал. л. н.) происходит регрессия водоема, обмеление и пересыхание мелководий и на болоте развивается древесная растительность с березой (*Betula sp.*) с пушицей (*Eriophorum sp.*), сфагновыми мхами (Рисунок 4.7).

Таблица 4.8 – Стратиграфия разреза Большое сосновое

№п/п	Характер отложений	Глубина, см
1	Моховой очес	0-15
2	Фускус торф	15-95
3	Торф древесно-пушицево-сфагновый	95-125
4	Торф сфагновый	125-135
5	Торф сосново-пушицево-сфагновый	135-195
6	Торф березово-сфагновый	195-210
7	Сапропель	210-225
8	Глина с органикой	225-230

В этот период часть водоема превращается в болото переходного типа и формируется березово-сфагновый торф, обнаруженный на глубине 210-195 см.

В верхней части торфяной залежи, начиная с позднего суббореального периода 3.0 тыс. кал. л. н. (195-95 см) болотообразовательный процесс переходит в олиготрофную стадию с атмосферным питанием и с формированием сосново-пушицево-сфагнового торфа. Состав древесных остатков изменяется: в нем исчезает береза (*Betula*) и появляется сосна (*Pinus sylvestris*).

Начиная с глубины 95 см формируется слой фускум-торфа, который индицирует верховую стадию развития болота.

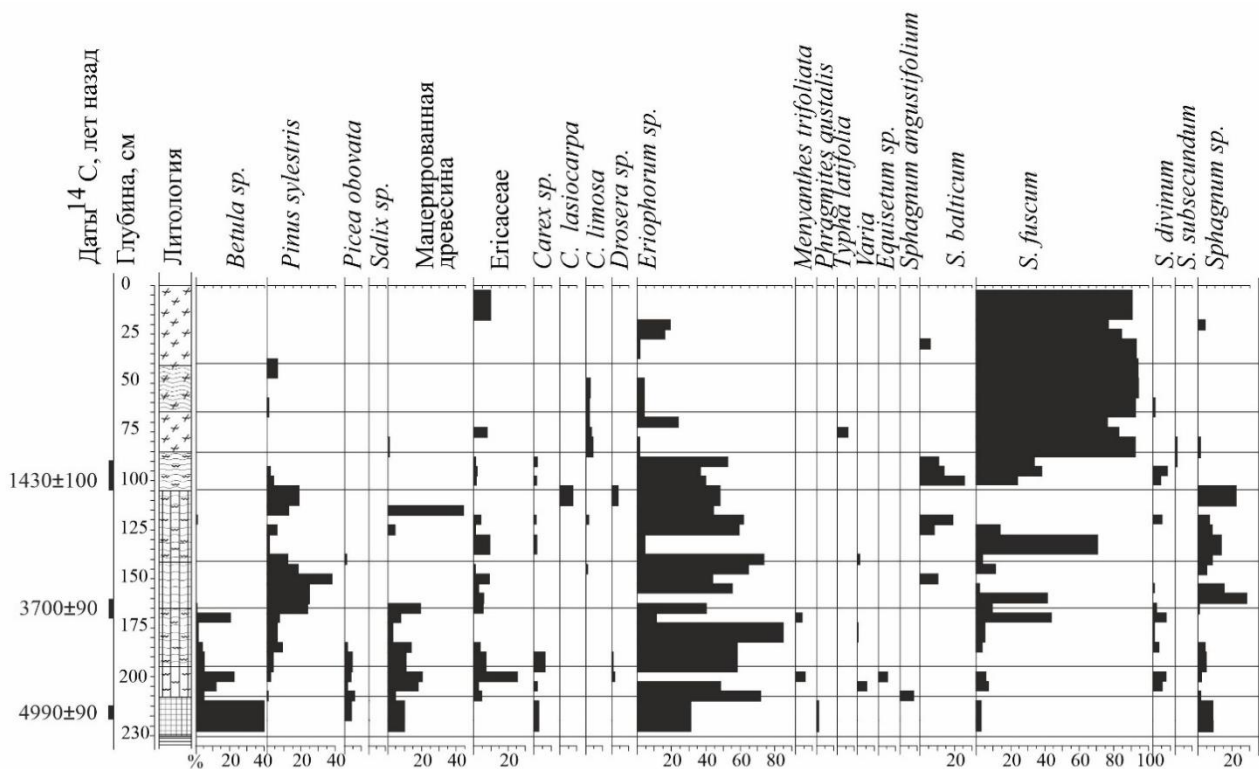


Рис. 4.7 – Диаграмма ботанического состава торфа разреза Большое сосновое

Разрез Хорпия 1. Торфяник расположен на левом берегу в пойме реки Лозьва, вблизи поселка Хорпия. Исследуемый торфяник находится в экотоне северной тайги. Наибольшая мощность торфяного обнажения в месте отбора пробы около 3-х м. Растительный покров мезотрофный. Древостой из *Pinus sylvestris* с примесью *Betula pubescens* и *Picea obovata*. В подросте преобладает *Betula sp.*,

встречается *Picea obovata* и сосна сибирская (*Pinus sibirica*). В подлеске *Sorbus aucuparia*, *Padus racemose*, *Lonicera sp.*, (*Salix*), редко – *Alnus incana* (L.) Moench. В травяно-кустарничковом ярусе встречаются голубика (*Vaccinium uliginosum*), брусника (*V. vitis-idaea*), водяника (*Empetrum nigrum* L.), клюква (*Vaccinium oxycoccus*), морошка (*Rubus chamaemorus*), княженика (*Rubus arcticus* L.) и др., в моховом покрове – зеленые (*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Dicranum polysetum* Sw. ex anon., *Brachytecium sp.*) и сфагновые мхи с преобладанием сфагнума бурого (*Sphagnum fuscum*). Стратиграфия разреза в Таблице 4.9.

Образование торфяника началось с заболачивания суходольного елового леса с участием гипновых мхов (Рисунок 4.8), в условиях застойного переувлажнения в конце атлантического периода (до 5.2 тыс. кал. л. н.). Около 4.8 тыс. кал. л. н., в древостое участвовали *Pinus sylvestris* и *Betula pubescens*, соответственно на глубинах 245-200 см аккумулировался мезотрофный древесный торф.

Таблица 4.9 – Стратиграфия разреза Хорпия 1

№п/п	Характер отложений	Глубина, см
1	Сфагновый очес	0-15
2	Торф гипново-сфагновый	15-25
3	Торф осоково-гипновый	25-110
4	Торф гипново-сфагновый	110-150
5	Торф древесно-сфагновый	150-200
6	Торф древесный	200-245
7	Торфяно-минеральные отложения	245-263
8	Тяжелый суглинок темно-синего цвета	263-288
9	Минеральный слой: глина синяя с галькой	288-293

С глубины 200 см (около 3.8 тыс. кал. л. н.) в составе торфа явно преобладают остатки мезотрофных сфагновых мхов (*Sphagnum balticum*, *S. teres*), благодаря чему сформировался слой древесно-сфагнового торфа.

Выше по торфяной колонке в составе отложений обнаружены гипновые мхи (*Meesia triquetra* (Jolycl.) Ångstr., *Tomenthypnum nitens* (Hedw.) Loeske).

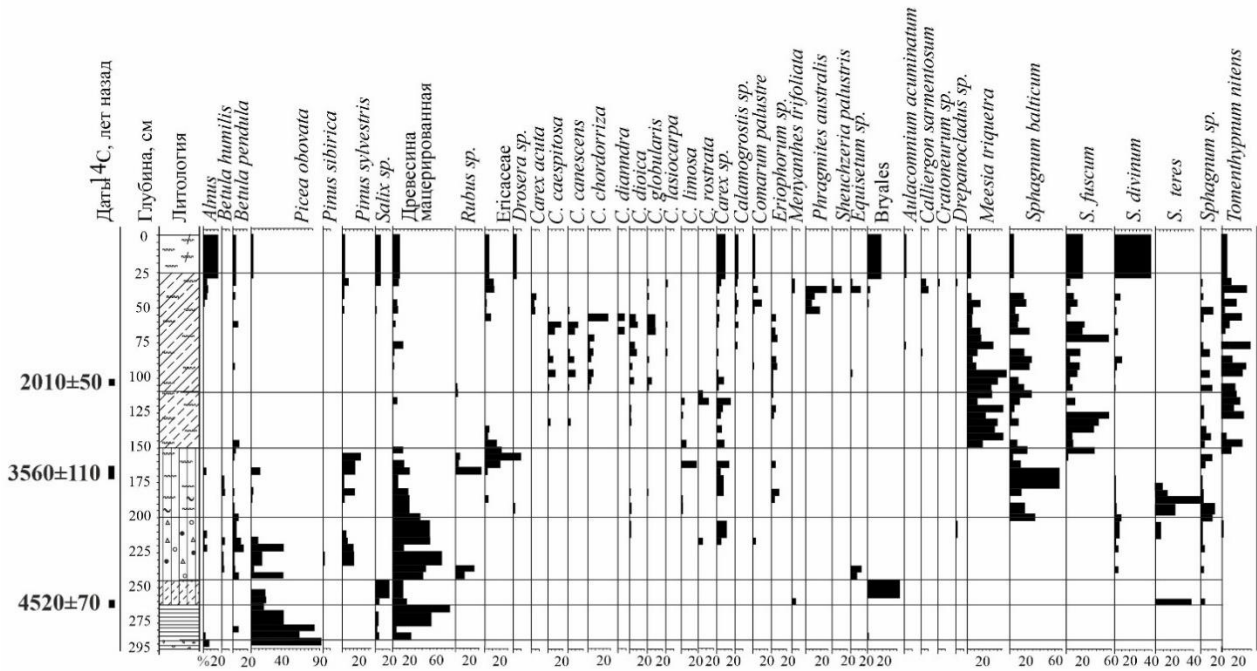


Рисунок 4.8 – Диаграмма ботанического состава торфа разреза Хорпия 1

На глубинах 150-15 см образовались слои мезотрофного гипново-сфагнового торфа, который, вероятно, формировался в условиях избыточного увлажнения на протяжении всего субатлантического периода. В настоящее время торфяник находится на мезотрофной стадии развития.

4.3. Болотообразовательный процесс в северотаежной подзоне Приполярного Урала

На Приполярном Урале на динамику болотообразовательного процесса оказывали влияние мерзлотные процессы с прекращением процессов аккумуляции торфа.

Разрез Кулемья. Береговое торфяное обнажение расположено в пойме реки Кулемьи в месте впадения ее в реку Ляпин. Торфяник лесной переходного типа. Древостой елово-березовый с *Pinus sibirica* Du Tour, в кустарничковом ярусе –

Rhododendron tomentosum, *Vaccinium vitis-idaea*, напочвенный покров зеленомошный. Мощность залежи – 1.95 м.

По результатам радиоуглеродного датирования, торфяник начал формироваться более 10 тыс. кал. л. н. В строении торфяной залежи выделяются горизонты низинного, переходного и верхового типа, отражающие последовательные стадии развития болота, поэтапной олиготрофизации участка.

Развитие торфяника началось с заболачивания неглубокого стоячего водоема в пойме реки, образовавшегося, вероятно, в результате таяния многолетней мерзлоты. В придонном слое гипнового торфа, залегающего на глубине 190-180 см (Таблица 4.10) встречаются остатки *Phragmites australis* (Рисунок 4.9).

Около 9.3 тыс. кал. л. н. (180-165 см) появилась *Betula nana*, аккумуляровался гипново-древесный торф.

С повышением увлажненности появились *Equisetum sp.*, *Carex*, низинные сфагнумы формировалось эвтрофное болотное сообщество. Далее торфяная залежь содержит слои тростниково-сфагнового (160-152 см), тростниково-осокового (152-142 см), хвощово-осокового торфов (142-122 см).

Таблица 4.10 – Стратиграфия разреза Кулемья

№ п/п	Характер отложений	Глубина, см
1	Торф древесно-кустарничковый	0-25
2	Торф древесно-пушицевый	25-38
3	Торф сосново-кустарничковый	38-90
4	Торф древесно-сфагновый	90-103
5	Торф древесно-хвощово-осоковый	103-122
6	Торф хвощово-осоковый	122-142
7	Торф тростниково-осоковый	142-152
8	Торф тростниково-сфагновый	152-160
9	Торф древесно-сфагновый	160-165
10	Торф древесно-гипновый	165-180
11	Торф гипновый	180-190
12	Песок	190-195

С 9.2 тыс. кал. л. н. стал накапливаться древесный торф – в отложениях начиная с глубины 120 см появляются остатки *Pinus sylvestris*.

В слоях на глубине 90-30 см наблюдается явное преобладание остатков *Pinus sylvestris* (Рисунок 4.9). Олиготрофные фитоценозы начали формироваться: около 8.8 тыс. кал. л. н. (105 см), на болоте поселились сфагновые мхи, вересковые кустарнички (*Ericaceae*), позже, пушица (*Eriophorum sp.*).

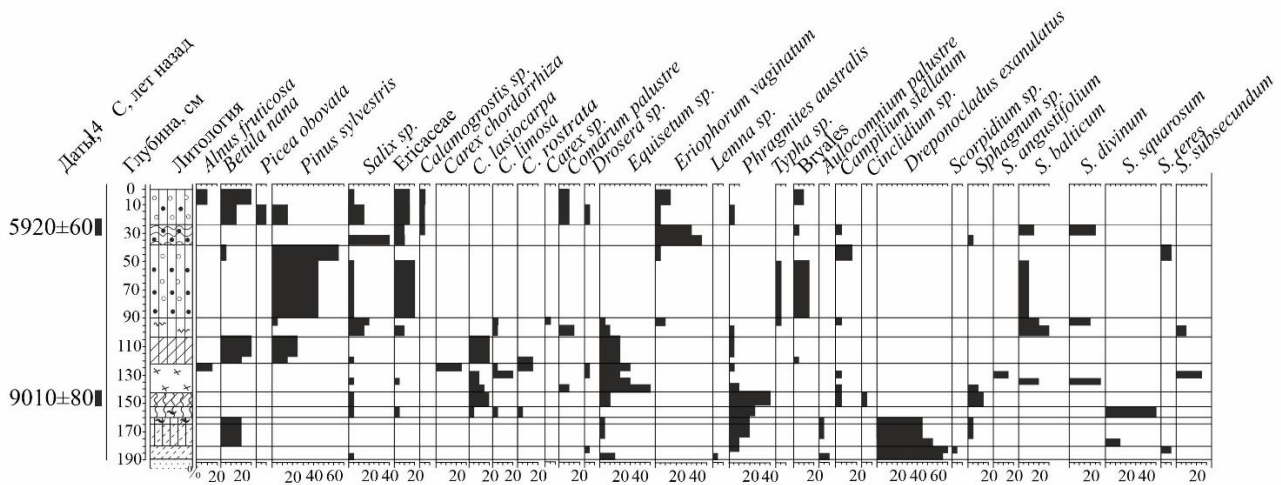


Рис. 4.9. Диаграмма ботанического состава торфа разреза Кулемья

Согласно радиоуглеродному датированию, поверхностный слой торфа (глубина 18-25 см) имеет возраст 5920 ± 60 ^{14}C л. н. Следовательно, можно предположить, что около 6.5 тыс. кал. л. н. торфонакопление прекратилось, возможно, в связи с похолоданием и промерзанием торфяника.

Разрез Маньинский Хартым. Торфяное болото расположено в долине реки Манья, примерно в 20 км к северо-западу от разреза Кулемья. Толщина торфяной залежи составляет 2.9 м (Таблица 4.11). Органогенные отложения (гипновый торф) начали формироваться на речном аллювии около 6.4 тыс. кал. л. н. – обнаружены на глубине 285-275 см.

Судя по ботаническому составу вышележащего слоя торфа (275-250 см), содержащего остатки мацерированной древесины в количестве от 15 до 40 % произошло облесение участка. Далее на участке распространились мхи *Sphagnum*, *Scheuchzeria palustris* F. Muell., *Carex*, *Equisetum*, *Carex*, *Equisetum* и другие болотные и околводные растения (Рисунок 4.10), сформировалась мезотрофная залежь, объединяющая слои на глубинах 250-135 см.

В отложениях на глубине 125-30 см (2.9 тыс. кал. л. н.) постепенно увеличивается содержание остатков пушицы (*Eriophorum*) и сфагновых мхов (*Sphagnum*).

Таблица 4.11 – Стратиграфия разреза Маньинский Хартым

№п/п	Характер отложений	Глубина, см
1	Торф древесно-кустарничковый	0-30
2	Торф сфагново-пушицевый	30-90
3	Торф пушицево-осоковый	90-125
4	Торф сфагновый переходный	125-135
5	Торф шейхцериево-сфагновый	135-165
6	Торф хвощово-древесный	165-170
7	Торф хвощовый	170-185
8	Торф шейхцериевый	185-250
9	Торф древесно-гипновый	250-275
10	Торф гипновый	275-285
11	Песок	285–295

Верхние горизонты торфяной залежи (30-0 см), отложившиеся в позднем голоцене, представлены древесно-кустарничковым торфом и свидетельствуют о переходе болота в верховую стадию развития.

В этом слое присутствуют вересковые кустарнички (*Ericaceae*), кустарниковая береза (*Betula nana*) и древесные растения (*Pinaceae*).

С глубины 200 см (около 3.8 тыс. кал. л. н.) в составе торфа явно преобладают остатки мезотрофных сфагновых мхов (*Sphagnum balticum*, *S. teres*), благодаря чему сформировался слой древесно-сфагнового торфа.

Выше по торфяной колонке в составе отложений обнаружены гипновые мхи (*Meesia triquetra* (Jolycl.) Ångstr., *Tomenthypnum nitens* (Hedw.) Loeske).

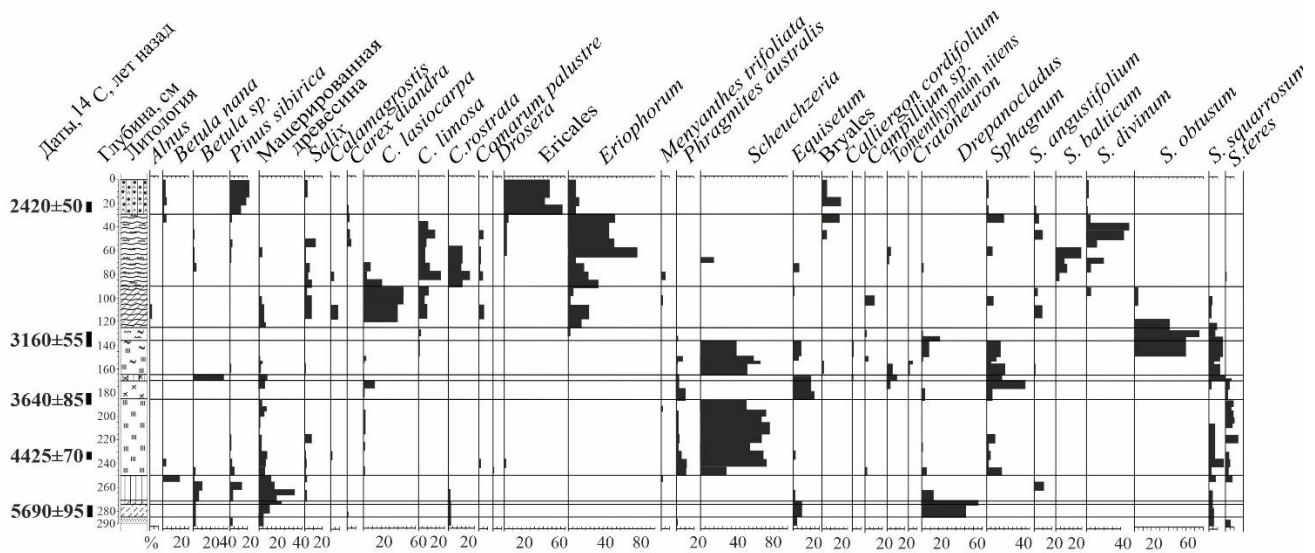


Рис. 4.10 – Диаграмма ботанического состава торфа разреза Маньинский Хартым

Проведенное палеоботаническое исследование отложений торфяников в трех таежных подзонах восточных предгорий Урала позволило проследить некоторые закономерности в развитии болот в голоцене и выявить различия в широтном градиенте.

Большинство исследованных торфяников на Среднем Урале образовалось путем зарастания озер. Торфообразование начиналось не одновременно не только в разных озерах, но и в пределах одной озерно-болотной экосистемы. Зарастание Горбуновского водоема, по результатам наших исследований (Береговая 2 и Береговая XIII), началось в конце бореального периода (около 9.5 тыс. кал. л. н.), в разрезе озера Ельничного – на рубеже раннего и среднего голоцена (около 8.2 кал. л. н.).

В разрезе Варга 2 скважина (Шигирский торфяник) конец озерной стадии датируется серединой атлантического периода, около 7 тыс. кал. л. н. В большинстве разрезов озерно-болотных отложений смена сапропеля торфом

зафиксирована на рубеже атлантического и суббореального периодов (Песчаное 1, разрезы IV и VI в Горбуновском, Шигирское А) в пределах 5.4-5.8 тыс. кал. л. н.

Процесс зарастания начинался на мелководьях и, как правило, был связан с понижением уровня водоемов в сухие климатические периоды и корректировался локальными геоморфологическими и гидрологическими особенностями седиментогенеза, в частности, неоднородностью рельефа дна озерной котловины. В разрезах ненарушенных частей торфяников прослеживается онтогенетическая динамика болот от низинной к переходной и верховой стадии. В отдельных озерах, таких как Песчаное, процесс торфообразования к настоящему времени еще не достиг верховой стадии (Песчаное 1).

В условиях арктического климата позднеледниковья распространенными отложениями озер были глины, органика практически не аккумулировалась. С потеплением в раннем голоцене (от 11.7 тыс. кал. л. н.) озера заселяются водорослями и другими микроорганизмами, начинается процесс органического седиментогенеза, образование и накопление сапропелей.

Кратковременное сухое потепление в начале пребореального периода отметилось образованием в Аятском и Горбуновском (Береговая 2) торфяниках под сапропелевых прослоек торфа, которые близко датируются в обоих разрезах около 11 тыс. кал. л. н. [Хотинский, 1977; Зарецкая и др. 2014].

Следующий этап торфообразования на Горбуновском водоеме, по результатам анализа разрезов Береговая 2 и Береговая XIII, начался в конце бореального периода (около 9.5 тыс. кал. л. н.). В разрезе у озера Ельничного торфообразование началось на рубеже раннего и среднего голоцена (около 8.2 кал. л. н.). На Шигирском торфянике в разрезе Варга 2 скважина конец озерной стадии датируется серединой атлантического периода, около 7 тыс. кал. л. н. В большинстве других разрезов озерно-болотных отложений смена сапропеля торфом зафиксирована на рубеже атлантического и суббореального периодов (Песчаное 1, разрезы IV и VI в Горбуновском, Шигирское А) в пределах 5.4 – 5.8 тыс. кал. л. н. Это подтверждает выводы Н.К. Пановой о повсеместном зарастании

озер на этом рубеже на Среднем Урале в условиях усиления аридизации климата [Panova, 2000; Панова, 2001].

В период 4.5 – 4.0 тыс. кал. л. н. (событие 4.2 ka) – сухое похолодание понизился уровень болотных вод, происходило пересыхание некоторых торфяников. В частности, в разрезе у оз. Ельничного зафиксирован перерыв в торфообразовании более чем на 2.7 тыс. лет, очевидно, в результате выгорания торфяника (в пограничном слое обнаружено большое количество углистых остатков).

На Северном Урале в исследованных нами трех разрезах торфяников накопление органических осадков началось позднее, по сравнению с территорией Среднего Урала. В разрезе Троицкое скважина отложение сапропелей происходит с конца раннего голоцена (8.8 тыс. кал. л. н.), на мелководье в Большом сосновом – в начале суббореального (около 5.7 тыс. кал. л. н.), в пойме р. Лозьва (разрез Хорпия) – на рубеже атлантического и суббореального периодов около 5.4 тыс. кал. л. н. [Антипина, 2025].

Анализ североуральских разрезов выявил два пути болотообразовательного процесса. Первый – зарастание мелководных озер (Большое сосновое и Троицкое скважина). В этом случае торфообразование почти сразу начиналось с переходной стадии, с зарастания мелководий пушицей и сфагновыми мхами. Второй путь болотообразовательного процесса наблюдается в разрезе Хорпия и представляет собой заболачивание суходольного елового леса в условиях застойного переувлажнения и начинается с накопления древесного торфа.

Формирование торфяников на Приполярном Урале происходило в разное время: в долине р. Ляпин (Кулемья) на рубеже позднеледниковья и раннего голоцена (10 тыс. кал. л. н.) началось зарастание неглубокого стоячего водоема. Около 6.5 тыс. кал. л. н. торфонакопление прекратилось в связи с похолоданием, возможным промерзанием торфяника. Приблизительно за 4 тыс. лет торфяник прошел все стадии развития. В долине р. Манья болотообразовательный процесс начался во второй половине атлантического периода, около 6.5 тыс. кал. л. н. в результате застойного переувлажнения и продолжался до начала

субатлантического периода (прекратился около 2.5 тыс. кал. л. н.). В строении выделяются слои низинного, переходного и верхового торфа, отражающие последовательные стадии развития болота и поэтапной олиготрофизации участка.

Глава 5. ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРСТИКА ИЗУЧЕННЫХ РАЗРЕЗОВ ТОРФЯНИКОВ

5.1. Палинологическая характеристика разрезов южнотаежной подзоны Среднего Урала

Разрез Песчаное 1. На спорово-пыльцевой диаграмме выделено 6 палинозон (Рисунок 5.1), которые сопоставлены с климатостратиграфической схемой подразделения голоцена, по корреляции с датированной диаграммой Аятского торфяника на Среднем Урале [Хотинский, 1977].

Палинозона I выделяется в слоях подстилающей глины (глубины 725-680 см) по преобладанию пыльцы анемофильных трав и кустарников [Панова, Коротовская, 1990]. На диаграмме в пределах палинозоны выделяются три максимума пыльцы рода *Artemisia*, семейств – *Chenopodiaceae* и других травянистых растений, характеризующих периоды сухого похолодания. Разнотравье представлено пыльцой из семейств: *Asteraceae*, *Caryophyllaceae*, *Lamiaceae*, *Ranunculaceae*, *Polygonaceae*, *Rosaceae*, *Apiaceae*, *Fabaceae*, *Rubiaceae* и др.

К фазам похолодания приурочены пики кривых пыльцы кустарниковых берез *Betula sect. Apterokaryon* и *Salix*. Спектры древесных растений представлены небольшим количеством пыльцы *Picea obovata*, *Larix*, *Pinus sylvestris* и *Betula sect. Albae*. Пики пыльцы трав и кустарников разделяются двумя пиками пыльцы *Pinus sylvestris*, соответствующими периодам потепления. Палинозона, очевидно, отражает резкие климатические колебания в заключительную фазу позднеледникового (LG): три холодных дриасовых периода с характерным перигляциальным тундрово-степным комплексом трав и кустарников с редкой древесной растительностью и разделяющие их более теплые фазы, которые

характеризуются увеличением лесной растительности – *Pinus sylvestris* и *Betula sect. Albae*.

Палинозона II-а (гл. 680-650 см) выделяется в нижних слоях сапропеля и по резкому увеличению (до 88 %) количества пыльцы древесных растений, главным образом, за счет пыльцы *Pinus sylvestris* (до 60 %).

Количество пыльцы трав резко уменьшается. Содержание пыльцы *Betula sect. Apterokaryon* падает до 25 % (около 30 % спектра древесных). Палинокомплекс характеризует условия потепления и сопоставляется с начальной стадией пребореального периода (PB₁), соответствующей «половецкому потеплению», выявленному ранее на Русской равнине, а затем и на Среднем Урале [Хотинский, 1977].

Палинозона II-б (гл. 650-625 см) отличается наибольшим содержанием пыльцы *Larix* её максимум (25 %) на глубине 638 см совпадает с пиком пыльцы *Picea obovata* (9 %), в спектрах появляется пыльца *Pinus sibirica*. Количество пыльцы древесных несколько уменьшается, в основном за счёт *Pinus sylvestris*, содержание пыльцы трав возрастает, выделяется небольшой максимум пыльцы Роасеае, встречается единично пыльца *Ephedra*. Спектры характеризуют растительность елово-лиственничных редколесий с примесью *Betula sect. Albae* и *Pinus sylvestris*, отражают похолодание и частичное восстановление перегляциального комплекса. Палинозона сопоставляется со второй половиной пребореала (PB₂), с фазой т. н. «переславского похолодания» [Хотинский, 1970, 1977].

Палинозона III (гл. 625–500 см). В спектрах доминирует пыльца *Pinus sylvestris* и *Betula sect. Albae*, в том числе *Betula sect. Apterokaryon*. Количество пыльцы *Larix* и *Picea obovata*, а также травянистых растений резко уменьшается, появляется пыльца *Abies sibirica* Ledeb., присутствует пыльца *Ulmus*, единично встречается пыльца *Ephedra*. Палиноспектры характеризуют растительность березово-сосновых лесов, и более сухие климатические условия. Палинозона

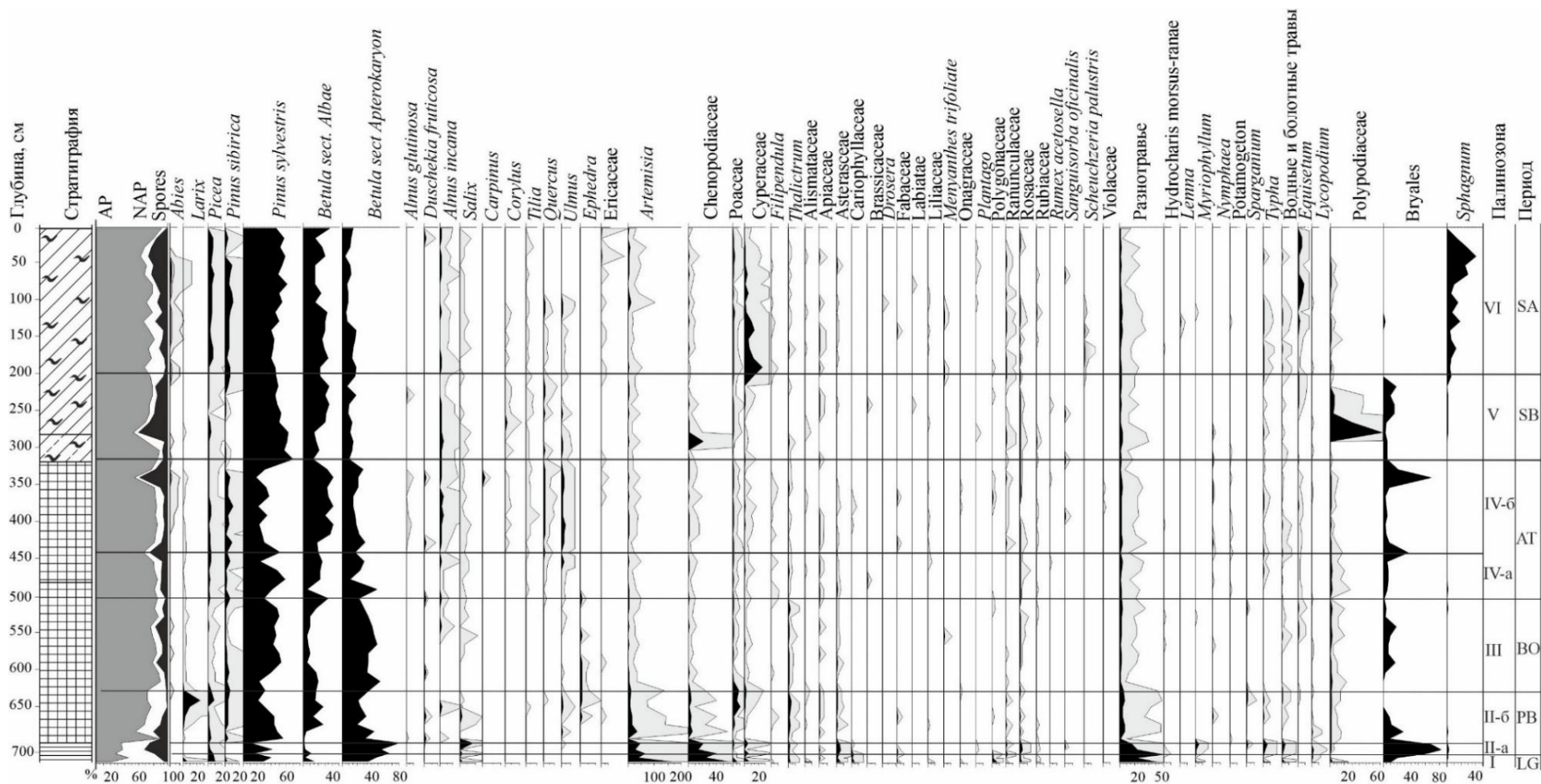


Рисунок 5.1 – Спорово-пыльцевая диаграмма разреза Песчаное 1, Средний У

относится к бореальному периоду голоцена (ВО). Пыльцевой спектр на глубине 5 м, в котором значительно уменьшается количество пыльцы *Pinus sylvestris*, увеличивается – *Betula sect. Albae*, и последующий пик *Betula sect. Apterokaryon*, могут символизировать новосанчуговское похолодание, которое произошло на границе бореального и атлантического периодов 8000–8300 ¹⁴С л. н. [Кинд, 1974; Хотинский, 1970].

Палинозона IV-а (гл. 500-450 см) характеризуется появлением пыльцы широколиственных древесных растений: *Ulmus*, *Tilia* и *Quercus* при доминировании пыльцы *Pinus sylvestris* с максимумом до 50 %. Спектры отражают растительность сосновых и березово-сосновых лесов с участием широколиственных видов древесных и свидетельствуют о значительном потеплении. Палинозона соответствует первой половине атлантического периода (AT₁).

Палинозона IV-б (гл. 450-325 см) выделяется по максимальному количеству пыльцы широколиственных видов древесных (до 6 %), прежде всего, *Ulmus*, затем *Tilia*, *Quercus*, *Corylus*, присутствует единичная пыльца *Acer* и *Carpinus*. Содержание пыльцы *Pinus sylvestris* уменьшается, увеличивается – *Betula sect. Albae*. Несколько увеличивается количество пыльцы *Picea obovata* и *Pinus sibirica*.

Отмечается наибольшее присутствие и видовое разнообразие мезофильной травянистой растительности, а также неморальных теплолюбивых растений. Палинокомплекс свидетельствует о более мягком и теплом климате, характеризует растительность смешанных широколиственно-хвойных лесов и соответствует климатическому оптимуму голоцена второй половины атлантического периода (AT₂).

Палинозона V (гл. 325-200 см) выделяется в отложениях низинного осоково-гипнового и осоково-гипново-сфагнового торфа по доминированию пыльцы *Pinus sylvestris* в спектрах. Участие пыльцы широколиственных несколько уменьшается. Встречаемость пыльцы *Picea obovata*, *Abies sibirica* и *Pinus sibirica* незначительна. На глубине 325-300 см резко увеличивается количество пыльцы *Pinus sylvestris* (до

76 %), уменьшается пыльца – *Picea obovata* и широколиственных древесных растений, исчезает пыльца *Pinus sibirica*, *Abies sibirica*, отмечается пик пыльцы *Chenopodiaceae*. В стратиграфии разреза сапропелевые отложения сменяются торфом. Эти изменения могли быть вызваны кратковременным похолоданием и увеличением аридизации климата, которое произошло, по многим данным, на рубеже атлантического и суббореального периодов [Хотинский, 1987].

Засушливые климатические условия способствовали обмелению водоема и началу его заболачивания. Пик спор папоротников на глубине 275 см, совпадающий с уменьшением пыльцы *Pinus sylvestris*, увеличением пыльцы *Betula sect. Albae* и сменой видов торфа, очевидно, обусловлен временным повышением увлажненности территории. Палинозона сопоставляется с суббореальным периодом (SB). Палинокомплекс свидетельствует об умеренно теплом, но несколько более сухом климате. В растительности преобладали сосновые леса с примесью *Betula sect. Albae*, небольшой примесью *Picea obovata* и широколиственных (*Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*).

Палинозона VI (от 200 см до поверхности) выделяется в отложениях осоково-сфагнового торфа и характеризуется увеличением содержания пыльцы темнохвойных древесных растений: *Picea obovata*, *Pinus sibirica* и *Abies sibirica*, которая образует здесь непрерывную кривую. Преобладает пыльца *Pinus sylvestris*, на втором месте – *Betula sect. Albae*. Количество пыльцы широколиственных деревьев продолжает уменьшаться до почти полного исчезновения к поверхности, остается только *Tilia*. Палиноспектры свидетельствуют об увеличении влажности климата и направленном похолодании. В спектрах травянистых растений доминируют *Carex*, *Equisetum*, сфагновые мхи (*Sphagnum*), что также указывает на существенное увеличение влажности и усиление процессов заболачивания. Палинозона относится к субатлантическому периоду (SA), в течение которого сформировалась лесная растительность современного облика.

Разрез Ельничное 1-А. На спорово-пыльцевой диаграмме (Рисунок 5.2) почти на всем протяжении разреза доминирует пыльца *Pinus sylvestris*.

Исключение составляют слои древесного торфа с углистыми прослойками на глубине 65-60 и 85-75 см, в которых резко возрастает количество пыльцы *Betula sect. Albae*, а *Pinus sylvestris*, соответственно, уменьшается. Можно предположить, что в эти временные отрезки происходило замена сосняков березовыми древостоями в результате послепожарных сукцессий. Доля пыльцы *Picea obovata* по всему разрезу невелика (не более 10 %), участие пыльцы других древесных растений – *Larix sibirica*, *Abies sibirica*, *Pinus sibirica* – не превышает 2 %; спорадически встречается пыльца широколиственных древесных растений (*Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*). Очевидно, за все время формирования отложений в исследуемом районе преобладали сосновые и березово-сосновые леса с небольшой примесью *Picea obovata*, с редким участием *Larix sibirica*, *Abies sibirica*, и широколиственных (*Ulmus*, *Tilia*, *Quercus*, *Corylus*).

По динамике кривых основных древесных растений на СПД можно выделить 5 палинозон.

Палинозона III в сапропелевых отложениях на глубине 165-155 см отграничена по придонному максимуму пыльцы *Betula sect. Albae* (около 40 %) и *Betula sect. Apterokaryon* (до 20 %) на фоне доминирования *Pinus sylvestris* (от 40 до 70 %). В небольшом количестве присутствует пыльца *Picea obovata*. Спектры характеризуют растительность сосново-березовых и березово-сосновых лесов с примесью *Picea obovata*. Радиоуглеродная дата образца сапропеля с глубины 160-165 см 8590 ± 280 ^{14}C л. н. (Ле-10448) определяет возраст палинозоны бореальным периодом.

Палинозона IV-а (в отложениях верхней части сапропеля и нижней – осоково-тростникового торфа на глубине 155-125 см) отличается преобладанием пыльцы *Pinus sylvestris*, участие пыльцы *Betula sect. Albae* уменьшается до 4 %, а *Picea obovata* – несколько увеличивается. Появляется пыльца *Abies sibirica* и *Ulmus*. В группе трав выделяются пики пыльцы *Cyperaceae*, других водно-болотных растений, спор папоротников и мхов, которые индицируют локальные условия начала заболачивания водоема. Палинокомплекс свидетельствует о более теплых климатических условиях, по сравнению с предыдущим периодом.

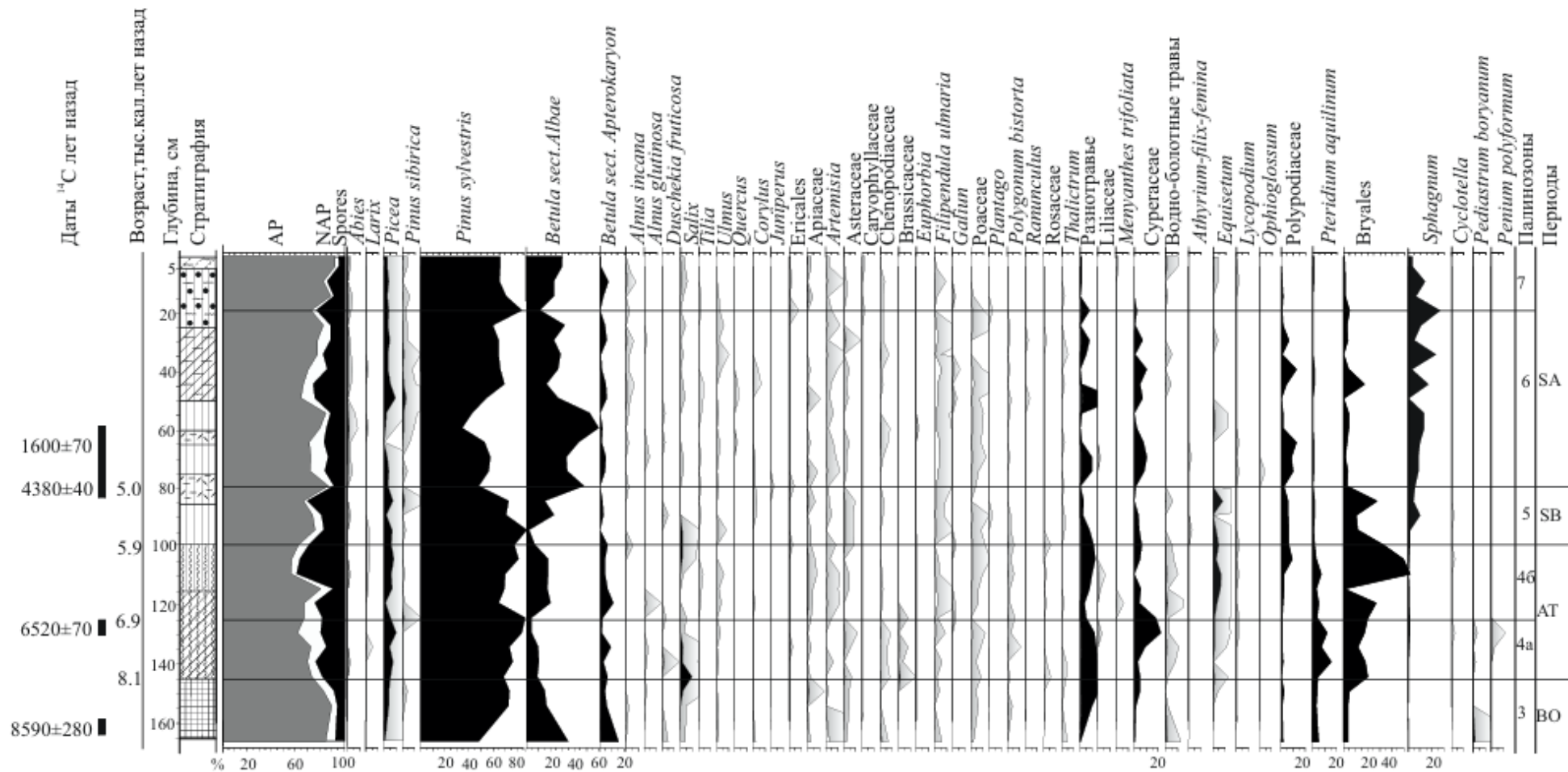


Рисунок 5.2 – Спорово-пыльцевая диаграмма разреза Ельничное 1-А

Уровень, синхронный событию 8.2 ка, совпадает с пограничным горизонтом между сапропелем и торфом на глубине 146 см, а на СПД отмечен исчезновением пыльцы *Ulmus*. Изменения в стратиграфии (понижение уровня озера и начало его зарастания) и в спорово-пыльцевом спектре могли быть следствием похолодания и уменьшения влажности климата.

Уровень 8.2 ка определяет рубеж между ранним и средним голоценом, с которого начинается направленное потепление. По литературным данным [Величко и др., 1997], климатические изменения на рубеже раннего и среднего голоцена проявились также в виде сухого похолодания и на некоторых других территориях средних широт России (Карелия, Башкирия, Западная Сибирь).

Палинозона IV-б (в слоях осоково-тростникового и древесно-тростникового торфов на гл. 125-100 см) выделена по увеличению в спектрах доли пыльцы широколиственных (*Tilia, Ulmus, Corylus*), что свидетельствует о дальнейшем потеплении. Локальная болотная растительность представлена споровыми растениями (*Bryales, Polypodiaceae, Equisetum*), количество пыльцы *Carex* уменьшается.

В целом палинозоны IV-а и IV-б характеризуют растительность сосновых лесов с примесью *Betula sect. Albae* и *Picea obovata*, с участием *Ulmus* и *Tilia*. Спектры травянистых растений и спор характеризуют мезофильную луговую и болотную растительность. Палинокомплексы свидетельствует о более мягких климатических условиях, по сравнению с современными, и сопоставляются с атлантическим периодом голоцена. Возраст отложений подтверждается датой 6520 ± 70 ^{14}C л. н. (Ле-10447) по образцу торфа с глубины 127-136 см.

Палинозона V выделяется на глубине 100-75 см в слое древесного торфа, верхние 10 см слоя с углистыми включениями. Возраст этих отложений определен по нижней стратиграфической границе между тростниковым и древесным торфом, символизирующей аридизацию климата на рубеже атлантикум /суббореал, и по радиоуглеродной дате верхнего слоя торфа с углями 4380 ± 60 ^{14}C л. н. (Ле-10446) на глубине 75-85 см. В спектрах доминирует пыльца *Pinus sylvestris*.

Кратковременное сухое похолодание косвенно подтверждается отсутствием пыльцы *Q mix* на глубине 100-95 см. Выше снова появляется пыльца *Corylus*, *Tilia*, *Ulmus*, что свидетельствует о потеплении. В углистой прослойке увеличивается количество пыльцы *Betula sect. Albae* и уменьшается – *Pinus sylvestris*, что, вероятно, отражает послепожарные сукцессии. В целом палинокомплекс характеризует лесную растительность южнотаежного облика: сосновые леса с примесью *Picea obovata*, *Pinus sibirica*, *Abies sibirica* и широколиственных деревьев; травяной покров представлен мезофильной луговой растительностью. Верхнюю границу зоны определяет радиоуглеродная дата 4380 ± 60 ^{14}C л. н. (Je-10446) в слое торфа с углями на глубине 75-85 см. Дата вышележащего смежного слоя на глубине 60-73 см – 1600 ± 70 ^{14}C л. н. (Je-10445) свидетельствует о значительном перерыве в осадконакоплении и отсутствии отложений большей части суббореального и начала субатлантического периодов.

Палинозона VI-а (50-75 см) выделяется по преобладанию пыльцы *Pinus sylvestris* и *Betula sect. Albae*. Резкое уменьшение содержания пыльцы *Pinus sylvestris*, исчезновение *Picea obovata* в слое с углями на глубине 65-60 см и последующий пик пыльцы *Betula sect. Albae* явно обусловлены лесными пожарами. Палинозона относится к субатлантическому периоду. Спектры отличаются доминированием пыльцы *Pinus sylvestris* и в целом отражают растительность березово-сосновых лесов с примесью *Picea obovata*, местами – *Abies sibirica* и широколиственных (*Corylus*, *Tilia*, *Ulmus*).

Палинозона VI-б (50-0 см) характеризует более влажный период. В болотной растительности увеличивается распространение сфагновых мхов. В лесной растительности, судя по пыльцевым спектрам в этом слое, увеличивается участие *Picea obovata*, *Abies sibirica*, *Pinus sibirica* и *Pinus sylvestris*. Эта часть палинокомплекса вполне сопоставима с малым климатическим оптимумом субатлантического периода, который по дендрохронологическим данным приходится на VIII–XIII вв. н. э. [Ваганов и др., 1996; Шиятов, 1986; Шиятов и др. 1992].

В верхних 20 см древесного соснового торфа почти исчезает пыльца *Q mix* (встречено лишь одно пыльцевое зерно *Tilia*), что свидетельствует о менее теплых климатических условиях. Палинокомплекс представляет современную региональную растительность сосновых лесов с примесью *Betula sect. Albae*, реже – *Picea obovata* и *Abies sibirica*, и локальную – сообщество сосново-сфагнового болота.

Разрез Палатки IV. Результаты спорово-пыльцевого анализа разреза Палатки IV позволили выделить на СПД четыре палинозоны, характеризующие конец суббореального и субатлантический периоды (Рисунок 5.3).

Палинозона V-а (на глубине 125-117 см, в слое подстилающего грунта) характеризуется доминированием пыльцы сосны обыкновенной, участием *Betula sect. Albae*, *Picea obovata*, *Pinus sibirica*, единичным присутствием пыльцы *Abies sibirica* и *Tilia*. В локальном спектре отмечена пыльца различных мезофильных травянистых растений, споры папоротников и мхов. Палинокомплекс свидетельствует об умеренно влажных и теплых климатических условиях.

Палинозона V-б выделяется в отложениях торфянистого сапропеля на глубине 117-107 см. В спектрах отражено увеличение доли пыльцы *Betula sect. Apterokaryon*, *Salix*, уменьшение – хвойных древесных растений.

В группе трав и споровых растений выделяется максимум пыльцы *Carex* увеличение присутствия сфагновых (*Sphagnum*) и зеленых мхов (Bryales). Изменения в спорово-пыльцевом спектре связаны с началом торфообразования и могут быть следствием некоторого похолодания.

Палинозона VI-а. На глубине 107-58 см в отложениях торфа абсолютно преобладает пыльца *Pinus sylvestris* (>60 %), вторым по значимости таксоном в спектрах является *Betula sect. Albae* (20-26 %), доля пыльцы *Picea obovata* не превышает 10 %, *Pinus sibirica* – до 7 %. Единично встречается пыльца *Abies sibirica*, *Larix*, *Alnus sp.* Палинозона характеризуется присутствием пыльцы широколиственных древесных растений: *Ulmus*, *Tilia*, *Corylus*, *Quercus*.

В целом палинозона отражает растительность южно-таежных и подтаежных лесов с доминированием *Pinus sylvestris* и умеренно континентальные климатические условия.

Палинозона VI-б объединяет слои осокового и древесно-осокового торфов (58-0 см). *Pinus sylvestris* доминирует, кривая *Picea obovata* идет на спад, исчезает пыльца широколиственных *Quercus* и *Corylus*, увеличивается доля *Betula sect. Albae*. В травяной части спектра в небольшом количестве присутствует пыльца различных трав и споры хвощей (*Equisetum*), плаунов (*Lycopodium*), зеленых (Bryales) и сфагновых мхов (*Sphagnum*). Луговые травы представлены пылью таволги (*Filipendula*), лютиковыми (Ranunculaceae), злаками (Poaceae) и другого разнотравья, а также некоторых рудеральных растений: полыней (*Artemisia*), маревых (Chenopodiaceae). Верхние 25 см, древесно-осоковый торф отличается некоторым уменьшением содержания пыльцы *Pinus sylvestris* и увеличением – *Betula sect. Albae*. В целом СПС отражает современную растительность южно-таежных и подтаежных (с участием *Tilia* и *Ulmus*) сосновых лесов. Увеличение в древостоях *Betula sect. Albae* и некоторое уменьшение хвойных может быть обусловлено антропогенным воздействием (вырубанием строевого леса).

Горбуновский торфяник. Разрез Береговая-ХШ. На спорово-пыльцевой диаграмме выделено 6 палинозон (Рисунок 5.4).

Палинозона II выделяется на глубине 310-300 см, в слое минерального грунта по максимуму пыльцы *Betula sect. Albae* (более 70%). В небольших количествах встречается пыльца *Picea obovata*, *Larix*, *Salix*, *Duschekia fruticosa* (Rupr.), *Betula sect. Apterokaryon*. Травянистые растения представлены пылью Poaceae, Chenopodiaceae, луговых трав (Varia), а также спорами папоротников (Polypodiaceae, *Dryopteris Thelypteris* (L.) A. Gray, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. *Ophioglossum sp.*). Палинокомплекс характеризует растительность редкостойных березовых лесов с примесью *Picea obovata* и *Larix*, и умеренно холодные климатические условия.

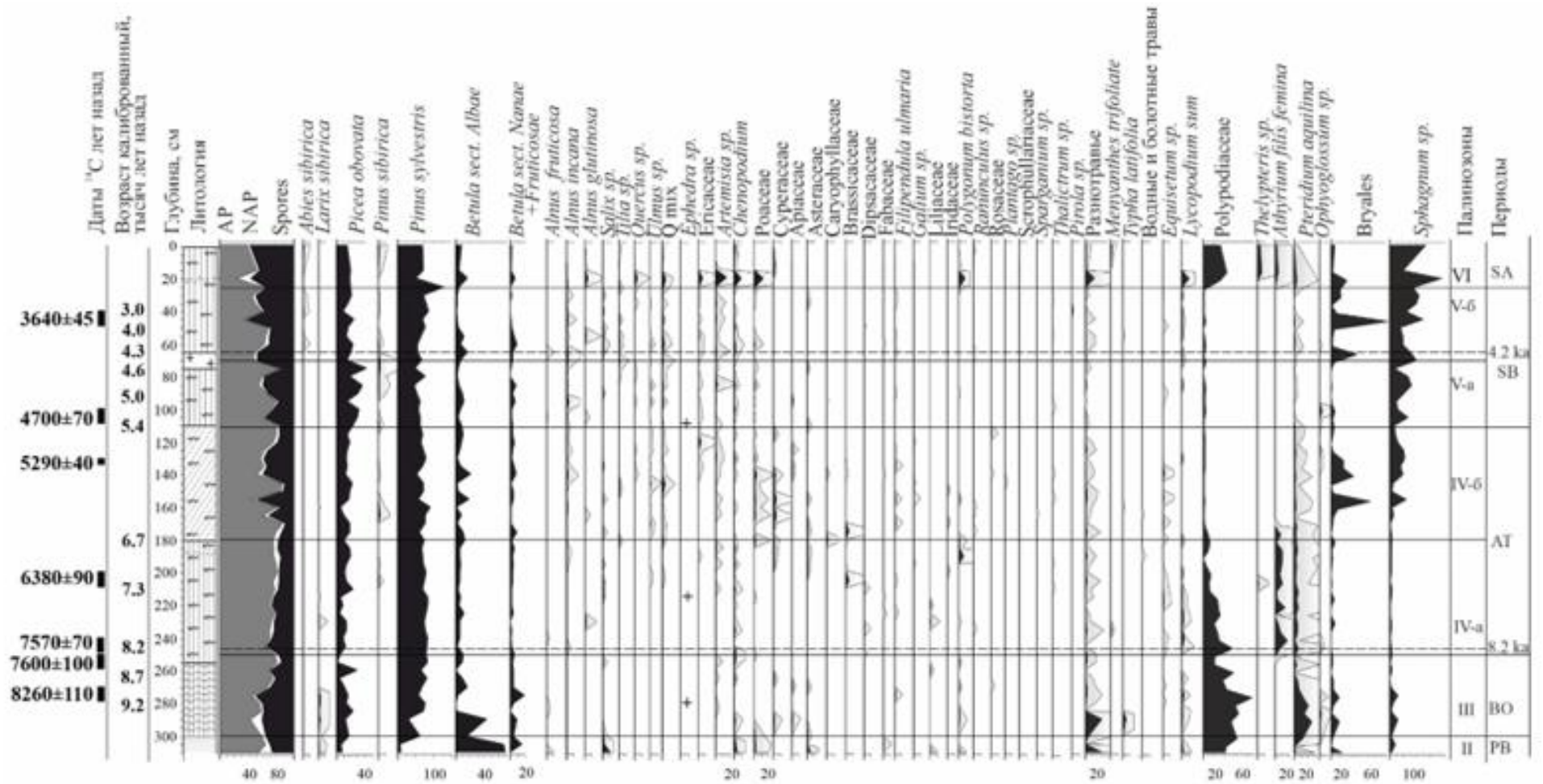


Рисунок 5.4 – Спорово-пыльцевая диаграмма разреза Береговая XIII

Палинозона II сопоставляется с пребореальным периодом.

Палинозона III-а (на глубине 300-285 см, в нижнем слое древесно-пушицевого торфа) характеризуется увеличением количества пыльцы *Pinus sylvestris* и *Picea obovata*, доля *Betula sect. Albae* уменьшается, присутствует пыльца *Larix* и *Betula sect. Apterokaryon*.

В спектрах локальных травянистых растений доминирует споры папоротников, присутствуют споры мхов Bryales и *Sphagnum*, пыльца разнотравья, *Typha sp.* Палинокомплекс характеризует растительность елово-березовых и сосновых лесов с примесью *Larix*, с Polyodiaceae в покрове и умеренно влажные климатические условия.

Палинозона III-б (265-285 см) отличается доминированием пыльцы *Pinus sylvestris*, уменьшением – *Picea obovata* и почти полным отсутствием *Betula sect. Albae*. Палинозону III-б маркирует дата 8260 ± 110 ^{14}C л. н. (Ле-10443), полученная по образцу торфа с глубины 270-280 см. По динамике кривых *Pinus sylvestris* и *Betula sect. Albae* на СПД палинозоны III-а и III-б аналогичны таковым на СПД разреза Береговая 2.

Палинозона IV-а (на глубине 265-210 см) соответствует слою сфагново-древесного торфа, лишь в самой нижней части пушицево-древесного. В пыльцевых спектрах доминирует *Pinus sylvestris* (70-84%). Пыльца *Picea obovata* содержится в пределах 20%, *Betula sect. Albae* – менее 10%, единично встречается пыльца *Larix*, *Alnus sp.*, *Salix*. На глубине 260 см отмечается небольшой максимум *Picea obovata* (до 30%). Из травянистых растений в спектрах присутствует пыльца разнотравья, маревых (Chenopodiaceae), отмечена пыльца *Ephedra*. Из споровых растений выделяются папоротниковые (*Polypodium*, *Pteridium*, *Athyrium filix-femina*), небольшое участие принимают *Equisetum*, *Lycopodium*, Bryales и *Sphagnum*. Спорово-пыльцевые спектры характеризуют растительность сосновых лесов с *Picea obovata* и Polyodiaceae в покрове.

Палинозона сопоставляется с первой половиной атлантического периода.

Возраст ее определен несколькими датами: 7600 ± 100 ^{14}C л. н. (Ле-10442) и 7570 ± 70 ^{14}C л. н. (Ле-10441), полученными по образцам торфа с глубины 250-260

см и 240-250 см, и 6380 ± 90 ^{14}C л. н. (Ле-10440) на глубине 200-210 см, маркирующей верхнюю границу зоны. Имеющиеся даты позволяют вычислить примерную скорость торфонакопления в первую половину атлантикума: около 4 см за 100 лет, или 0.4 мм/год. Уровень, соответствующий событию 8.2 ка, определяющий границу между ранним и средним голоценом, возраст слоя 245 см рассчитан и составляет 8213 кал. л. н. На СПД ему предшествуют резкие колебания кривой пыльцы *Picea obovata* от 30% на глубине 260 см до ее полного отсутствия на глубине 255 см, на которой происходит также резкая смена *Eriophorum*, сфагновыми мхами в болотной растительности. На уровнях падения кривой пыльцы *Picea obovata* уменьшается и участие спор папоротников, что указывает на повышение сухости климата. Отмеченные изменения в СПС на глубине 265-245 см, очевидно, связаны с резкими климатическими колебаниями на рубеже бореального и атлантического периодов, которые происходили по расчетным данным от 8.5 до 8.2 тыс. кал. л. н.

Палинозона IV-б выделяется на глубине 210-110 см, в слоях древесно-сфагнового и гипново-сфагнового торфа. В спектрах возрастает доля пыльцы *Picea obovata* до 20 % на фоне доминирования *Pinus sylvestris* около 70 %, пыльца *Betula sect. Albae* составляет 5-15 %. Появляется пыльца Q mix, а также *Alnus*. Травяно-кустарничковый комплекс представлен пылью локальных болотных (*Cyperaceae*) и суходольных растений (*Ericaceae*, *Poaceae*, *Chenopodiaceae* рода *Artemisia*, и других). По данным ботанического анализа и характеру спектров, среди споровых растений преобладают болотные зеленые мхи (*Aulacomnium*, *Drepanocladus*) и сфагнумы *Sphagnum squarrosum*, *Sph. divinum* и др. Спорово-пыльцевой комплекс характеризует растительность смешанных елово-сосновых лесов с примесью широколиственных древесных растений, значительное потепление и увеличение увлажненности территории. Палинозона относится ко второй половине атлантического периода. Возраст палинозоны маркируется несколькими датами: 6380 ± 90 ^{14}C л. н. (Ле-10440) (200-210 см), 5980 ± 35 ^{14}C л. н. (Ле-10439) (180-185 см), и 5290 ± 40 ^{14}C л. н. (Ле-10436) (130-135 см). Вычисленная относительная скорость

торфонакопления за этот период составила около 0,6 мм/г, также свидетельствует о благоприятных гидротермических условиях.

Палинозона V-а выделяется на глубине 110-70 см в слое древесно-сфагнового торфа по максимальному участию пыльцы *Picea obovata* в спектрах (20-42 %). На втором месте по количеству пыльцы выделяется *Pinus sylvestris*, присутствует пыльца широколиственных деревьев – *Ulmus*, *Tilia*, *Quercus* и *Alnus*. Палинокомплекс характеризует растительность сосново-еловых лесов подтаежного облика и умеренно теплые, мезофитные климатические условия. Палинозона относится к первой половине суббореального периода. Граница между атлантическим и суббореальным периодами маркируется датой 4700 ± 70 ^{14}C л. н. (Ле-10435) на глубине 100-110 см, что соответствует возрасту 5440 кал. л. н. Уменьшение участия пыльцы *Picea obovata* и широколиственных в СПС на этом рубеже может отражать кратковременное похолодание на рубеже атлантического и суббореального периодов.

Палинозона V-б (верхние 70 см древесно-сфагнового торфа) характеризуется уменьшением участия пыльцы *Picea obovata* и увеличением – *Pinus sylvestris*, индицирует повышение континентальности климата, а также распространение *Pinus sylvestris* на болоте, на глубине 30 см выделяется ее абсолютный максимум (90 % от общего числа пыльцы древесных растений). Пыльца *Picea obovata* содержится в пределах 20 %. Палинозона отличается также появлением пыльцы *Abies sibirica*, присутствием пыльцы Q mix. На глубине 20-15 см выделяется слой с повышенным содержанием пыльцы растений нарушенных местообитаний: рода *Artemisia*, семейств Chenopodiaceae, Poaceae, а также Ericaceae и разнотравья, возрастает количество спор Polypodiaceae и *Lycopodium*, отмечается абсолютный максимум *Sphagnum* до 180 % от числа древесных растений. Этот спектр, по-видимому, отражает последствия антропогенного воздействия и растительность сосново-сфагнового верхового болота. В целом палинозона характеризует растительность елово-сосновых лесов южно-таежного облика с примесью *Abies sibirica* и широколиственных деревьев (*Tilia*, *Ulmus*) и относится ко второй половине суббореального периода. Возраст палинозоны подтверждает дата

3640±45 ¹⁴C л. н. (Ле-10434) слоя на глубине 40-50 см. Нижнюю границу палинозоны на СПД определяет уровень падения кривой пыльцы *Picea obovata* (65-70 см), который совпадает с резкими сменами ботанического состава торфа.

Изменения в спорово-пыльцевом спектре и стратиграфии могли быть обусловлены климатическими флуктуациями на рубеже среднего и позднего голоцена, 4.2 тыс. кал. л. н. (событие 4.2 ka). Согласно глубинно-возрастной модели разреза Береговая XIII, возраст слоя на глубине 65 см составляет примерно 4.3 тыс. кал. л. н., что не совсем соответствует глобальной модели и может быть связано с региональными особенностями.

IV Разрез. Спорово-пыльцевая диаграмма Разреза IV (скважина) отличается от предыдущего значительным присутствием пыльцы *Betula sect. Albae* по всему разрезу. Различия объясняются условиями формирования СПС. На береговом местонахождении предыдущего разреза, где с самого начала торфообразования произрастал сосновый лес, на состав СПС существенное влияние оказывала локальная растительность. СПД Разреза IV в большей степени отражает динамику региональной растительности, поскольку здесь осадки формировались в условиях открытого водоема и последующего безлесного торфяника.

СПД разделена на пять палинозон (рис. 5.5).

Палинозона IV-а выделяется в слое подстилающей глины (375-355 см) по нижнему максимуму пыльцы *Picea obovata* (до 40 %) при таком же количестве пыльцы *Pinus sylvestris* и *Betula sect. Albae*. Палинокомплекс отражает растительность березово-сосново-еловых лесов с примесью широколиственных деревьев (*Ulmus*, *Quercus*). По стратиграфическому положению в разрезе и в соответствии с датой 6352±90 ¹⁴C л. н. (СОАН-8936) вышележащего слоя сапропеля на глубине 342-356 см, палинозона относится к концу первой половины атлантического периода.

Палинозона IV-б объединяет слои сапропеля на глубине 355-275 см. Начало отложения сапропелей (слой на глубине 355-345 см) характеризуется резким уменьшением содержания пыльцы *Picea obovata* и *Pinus sylvestris* увеличением –

Betula sect. Albae, в том числе кустарниковых (*Betula sect. Apterokaryon*), а также пыльцы трав, рода *Artemisia*, семейств Chenopodiaceae, Poaceae, разнотравья), спор Polypodiaceae и Bryales. Такой состав спектров свидетельствует о похолодании, которым сопровождалось повышение уровня водности и начало отложения сапропелей в исследуемой части Горбуновского озерно-болотного массива. В придонном слое сапропеля встречается пыльца гидрофитов (*Typha latifolia* и др.) и большое количество ценобий зеленых водорослей рода *Pediastrum*, в том числе вида *P. kawraiskyi* [Komarek, Jankovska, 2001]. Похолодание в середине атлантического периода фиксируется на многих территориях Северной Евразии [Хотинский, 1987]. В дальнейшем палинозона IV-б характеризуется поэтапным уменьшением содержания пыльцы *Betula sect. Albae* в спектрах, увеличением – *Pinus sylvestris* и *P. sibirica*, *Picea obovata*. Присутствие пыльцы *Ulmus*, *Tilia*, *Quercus*, *Acer* подтверждает, что палинозона описывает растительность смешанных березово-елово-сосновых лесов с примесью широколиственных древесных растений и свидетельствует о нарастающем потеплении. Зона относится ко второй половине атлантического периода, ее возраст подтверждается радиоуглеродной датой 6352 ± 90 ¹⁴C л. н. (СОАН-8936) придонного образца сапропеля с глубины 342-356 см. Верхняя граница зоны определена по СПС на глубине 275 см, который отличается максимальным количеством пыльцы *Pinus sylvestris* (до 70 %), уменьшением доли *Picea obovata* и широколиственных, что согласуется с условиями кратковременного сухого похолодания на рубеже атлантического и суббореального периодов [Хотинский, 1987; Панова, 2001 и др.]. Относительный возраст отложений на глубине 275 см рассчитан и составляет 5.8 тыс. кал. л. н.

Палинозона V-а объединяет верхнюю часть сапропеля, тростниково-осоковый и осоковый торфа на глубине 275-200 см. Она характеризуется доминированием пыльцы *Pinus sylvestris*, возрастанием доли пыльцы *Picea obovata* (до 30 %) и сокращением – *Betula sect. Albae* (5-10 %, присутствием пыльцы *Abies sibirica*, Q mix.

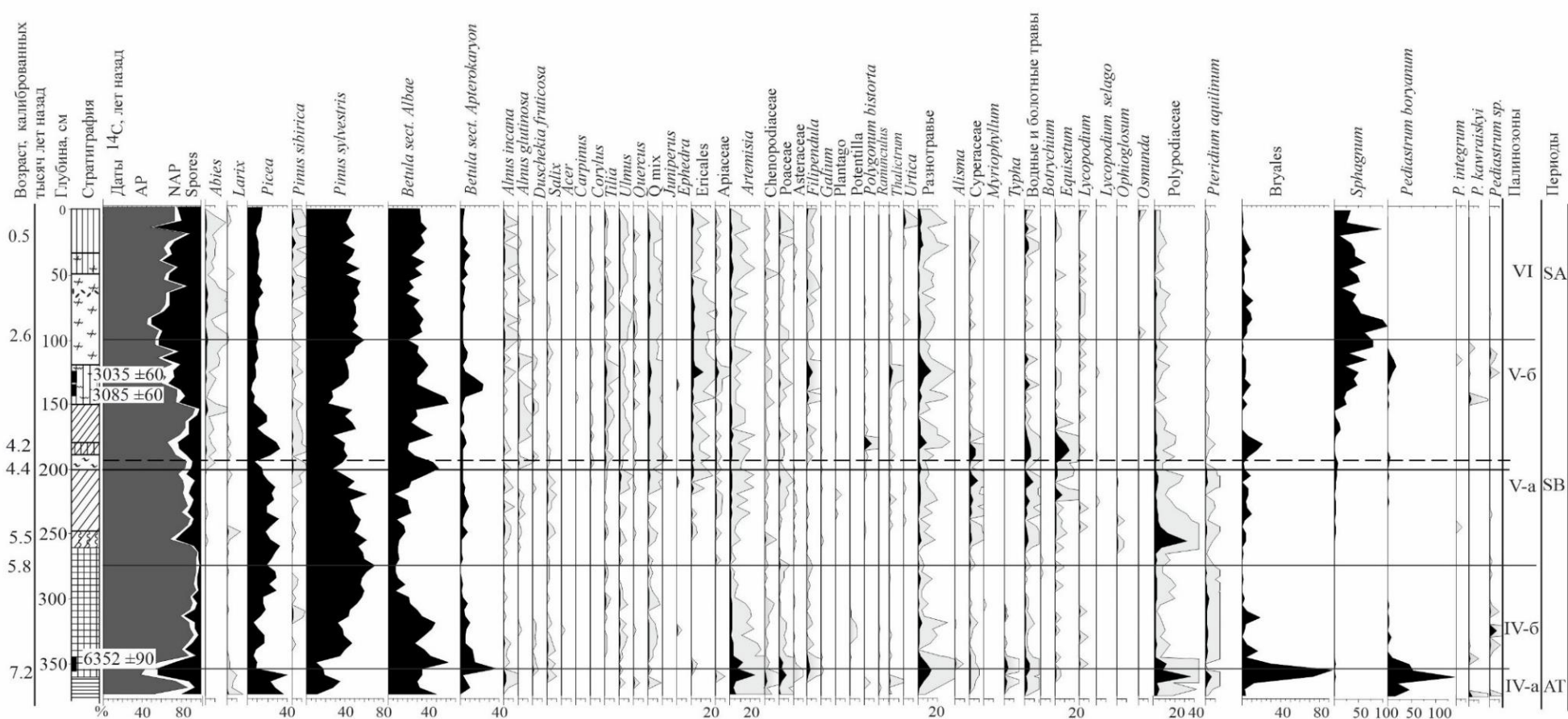


Рисунок 5.5 – Спорowo-пыльцевая диаграмма Разреза IV, Горбуновский торфяник

Из трав заметно увеличивается участие спор *Polypodiaceae*, *Equisetum*, пыльцы разнотравья, *Cyperaceae*, и других водно-болотных растений. Палинозона характеризует растительность елово-сосновых лесов с примесью *Q mix* и умеренные, мезофитные климатические условия. Палинозона относится к первой половине суббореального периода. Верхняя граница зоны определена на уровне 200 см, который отражает кратковременное похолодание и повышение сухости климата: резко уменьшается содержание пыльцы *Picea obovata*, выпадают широколиственные, присутствует пыльца *Larix*. Этот рубеж совпадает с изменениями в стратиграфии разреза, обусловленными, очевидно, понижением уровня болотных вод, вследствие аридизации климата. По расчетным данным слой сфагнового мочажинного торфа на глубине 200 см определен датой 4399 кал. л. н., его смена древесно-осоковым торфом на глубине 195 см датируется возрастом 4215 кал. л. н., что соответствует событию 4.2 ка, определяющему границу между средним и поздним голоценом.

Палинозона V-б (на глубине 200-100 см) объединяет слои древесно-осокового, осокового, древесно-сфагнового и частично фускум торфа. В соответствии с имеющимися датировками зона сопоставляется со второй половиной суббореального периода. Она отличается резкими колебаниями кривых пыльцы *Picea obovata*, *Pinus sylvestris* и *Betula sect. Albae*. Количество пыльцы *Picea obovata* после резкого падения на глубине 200 см возрастает на глубине 190 см до 30% и снижается до 5% на глубине 150 см. Палинозона характеризуется также началом непрерывной кривой пыльцы *Abies sibirica*, постоянным присутствием пыльцы *Pinus sibirica* и широколиственных древесных растений: *Tilia*, *Ulmus*, *Quercus*, единично *Corylus* и *Carpinus*, а также *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. В локальных спектрах преобладает пыльца растений лугового разнотравья, *Carex* споры *Equisetum*, *Polypodiaceae* и др. В целом палинокомплекс соответствует формациям еловых и сосново-березовых лесов с примесью *Abies sibirica* и *Q mix*. Растительный комплекс соответствует умеренно теплым климатическим условиям, более влажным в первую половину и более сухим – во вторую.

Палинозона VI (верхние 100 см) охватывает слои фускум и древесного торфов. Она отличается стабильным соотношением количества пыльцы основных древесных растений при доминировании *Pinus sylvestris* (около 60 %), содержании *Betula sect. Albae* в пределах 20-30 %, *Picea obovata* – в пределах 10 %, *Abies sibirica* – 1-2 %. Сохраняется весь комплекс пыльцы широколиственных, в том числе единично встречается пыльца *Corylus* и *Carpinus*. В спектрах травянистых растений по-прежнему преобладает пыльца лугового разнотравья. Палинокомплекс в целом отражает умеренно теплые климатические условия и произрастание в регионе елово-березово-сосновых лесов с примесью *Abies sibirica* и Q mix. По времени палинозона относится к субатлантическому периоду.

Разрез VI. На спорово-пыльцевой диаграмме выделены следующие палинозоны (Рисунок 5.6). Палинозона IV-а в нижней части сапропеля (350-340 см) характеризуется повышенным содержанием пыльцы *Larix*, *Picea obovata*, травянистых растений спор. Сумма пыльцы деревьев и кустарников составляет 47 % СПС, в том числе около 10 % – пыльца кустарниковых *Betula sect. Apterokaryon*. На долю трав и кустарничков приходится около 30 %. Количество пыльцы трав и спор уменьшается. Палинокомплекс отражает растительность смешанных елово-сосново-березовых и березово-сосново-еловых лесов с участием представителей неморальной флоры, умеренно теплые климатические условия и сопоставляется со второй половиной атлантического периода. Возраст отложений маркируется двумя датами: 5494 ± 100 ¹⁴С л. н. (SPb-506) с глубины 330-340 см и 5070 ± 90 ¹⁴С л. н. (SPb-507) с глубины 310-320 см. Граница между атлантическим и суббореальным периодами на спорово-пыльцевой диаграмме совпадает с переходным слоем от сапропеля к торфу на глубине 310 см.

В палиноспектре этого слоя уменьшается содержание пыльцы *Picea obovata*, увеличивается – *Pinus sylvestris*, а в следующем слое (на глубине 305–300 см) исчезает пыльца Q mix. Изменения в спектрах и стратиграфии разреза, очевидно, связаны с похолоданием и уменьшением влажности климата в начале

суббореального периода. Возраст слоя на глубине 310-300 см определяется датой 5054 ± 70 ^{14}C л. н. (SPb-504), или примерно 5.8 тыс. кал. л. н.

Палинозона V-а объединяет отложения тростниково-осокового, осокового, древесно-осокового и осокового с углистым детритом слоев торфа на глубине 310-240 см. Зона выделена по доминированию пыльцы ели в спектрах (40-60 %) и минимальному участию *Betula sect. Albae* (до 5 % и менее). Количество пыльцы *Pinus sylvestris* составляет в основном около 40 % спектров. В палиноспектре присутствует пыльца *Ulmus*, единично – *Quercus* и *Carpinus*, появляется пыльца *Abies sibirica*. Травянистая растительность представлена пылью Cyperaceae, Poaceae, разнотравья, спорами Polypodiaceae и Bryales. В палинозоне на глубине 270 см выделяется слой, в котором количество пыльцы *Picea obovata* падает до 20 %, увеличивается – *Pinus sylvestris* (до 55 %), отсутствуют широколиственные, отмечена пыльца *Ephedra*. Такие изменения могут быть вызваны кратковременным похолоданием и увеличением сухости климата (расчетный возраст 5.1 тыс. кал. л. н.). В спектре локальных растений пику *Pinus sylvestris* соответствует пик спор *Equisetum* (около 80 %), а ботанический состав образца свидетельствует о поселении на торфянике древесной растительности после понижения уровня болотных вод. В целом палинозона V-а отражает мезофильную растительность сосново-еловых лесов с участием широколиственных древесных растений и умеренно теплые климатические условия.

Палинозона V-б выделяется на глубине 240-180 см. Она охватывает слои, древесного с прослойками угля, древесно-сфагнового, а также верхний слой гипново-осокового торфов. Нижнюю границу палинозоны определяет СПС на глубине 240 см, в котором резко падает уровень кривой пыльцы *Picea obovata*, увеличивается – *Betula sect. Albae* и отсутствует пыльца Q mix, а в строении разреза древесно-осоковый торф сменяется древесным с углистыми остатками. Изменения в СПС и стратиграфии свидетельствует о резком похолодании повышении сухости климата. Слой на глубине 250-240 см маркирует дата 3838 ± 70 (SPb-501), которая соответствует калиброванному возрасту около 4.2 тыс. кал. л. н. (событию 4.2 ka), определяющему границу между средним и поздним голоценом.

В целом палинозона характеризуется максимальным содержанием – *Pinus sylvestris* (до 70 %) и падением доли пыльцы *Picea obovata* (до 10 %). Два пика пыльцы *Betula* sect. *Albae* могут отражать послепожарные сукцессии фитоценозов, что подтверждается наличием углистых прослоек в отложениях. Вместе с тем, в составе пыльцы темнохвойных пород постоянно присутствует *Abies sibirica*, встречается пыльца широколиственных (*Tilia*, *Ulmus*, *Quercus*). Палинозону также отличает некоторое увеличение доли пыльцы луговых травянистых растений, Polypodiaceae, Bryales и Sphagnales. Последние, а также присутствие пыльцы *Betula* sect. *Apteroxylon* отражают изменение болотных фитоценозов. В культурных слоях встречается пыльца рудеральных растений: подорожник (*Plantago*), Chenopodiaceae. В целом палинокомплекс описывает региональную растительность елово-сосновых лесов с примесью *Abies sibirica*, местами – *Larix sibirica*, *Betula* sect. *Albae* и Q mix. Климатические условия можно охарактеризовать как умеренно-континентальные. Формирование слоя древесно-сфагнового торфа (210-190 см) связано с понижением уровня грунтовых вод и широким распространением *Pinus sylvestris* на болоте. Палинозона соответствует второй половине суббореального периода. Возраст отложений подтверждается радиоуглеродными датами: 3550±70 ¹⁴C л. н. (SPb-503), (221-230 см); 3150±70 ¹⁴C л. н. (SPb-509), (211-220 см); 2938±70 ¹⁴C л. н. (SPb-505), (200-210 см); 2730±70 ¹⁴C л. н. (SPb-500), (180-190 см). Они позволяют детально проследить хронологию торфонакопления и рассчитать его скорость, которая в среднем составила 0,5 мм/год.

Палинозона VI соответствует слоям древесно-сфагнового и осокового торфа в верхней части залежи (180-160 см). Палинозона характеризуется подъемом кривой пыльцы *Picea obovata*, некоторым снижением содержания *Pinus sylvestris* и *Betula* sect. *Albae*, участием *Abies sibirica* и *Larix sibirica*, увеличением доли Bryales. Палиноспектры соответствуют растительности елово-сосновых лесов и умеренно-континентальным климатическим условиям. Палинозона очевидно относится к субатлантическому периоду, что

подтверждается радиоуглеродной датой нижележащего пограничного слоя на глубине 180-90 см: 2730 ± 70 ^{14}C л. н. (SPb-500).

5.2. Спорово-пыльцевые спектры торфяных отложений среднетаежной подзоны Северного Урала

Разрез Троицкое скважина. По результатам спорово-пыльцевого анализа построена диаграмма, на которой выделено 6 палинозон (Рисунок 5.7).

Палинозона III объединяет слои глины и нижней части сапропеля до глубины 330 см. Ее отличают пики *Larix*, *Picea obovata*, *Betula sect. Albae*, *Salix* и анемофильных трав (*Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Poaceae*). Доля пыльцы *Pinus sylvestris* составляет около 30 %. Болотная растительность представлена, *Carex*, *Polypodiaceae*, *Bryales*. Спектры характеризуют растительность сосново-елово-березовых лесов с *Larix sibirica*. Палинозона отражает т.н. новосанчуговское похолодание (8.3-8.0 тыс. ^{14}C л. н.), которое произошло в конце бореального периода [Кинд, 1974; Хотинский, 1987].

Палинозона IV-а выделяется на глубине 330-245 см в отложениях сапропеля и нижних слоях торфа. В спектрах доминирует *Pinus sylvestris* (40-55 %), появляется пыльца *Abies sibirica*, *Pinus sibirica*, и с уровня 295 см – широколиственных деревьев (*Ulmus*, *Quercus*), уменьшается участие пыльцы *Betula sect. Apterokaryon*, *Larix sibirica*, *Salix*, снижается доля ветроопыляемых трав. Пыльца *Picea obovata* – в пределах 20 % спектров, *Betula sect. Albae* – 20-25 %. Палинокомплекс свидетельствует о потеплении. В растительности преобладали березово-елово-сосновые леса. Палинозона маркирована тремя датами: 8060 ± 140 ^{14}C л. н. (7621-IGAN) на нижней границе (325-335 см) и 6760 ± 90 ^{14}C л. н. (IGAN-7620), 6500 ± 90 ^{14}C л. н. (IGAN-7619) – на верхней (250-270 см), которые определяют ее возраст первой половиной атлантического

периода, или концом раннего – началом среднего голоцена (8.8-7.2 тыс. кал. л. н.).

Палинозона IV-б (на глубинах 245-190 см, в слоях сфагнового, пушицевого и сфагнового СПС содержит пыльцу хвойных древесных растений: *Pinus sylvestris* и *Abies sibirica*, *Betula sect. Albae*, *Pinus sibirica*, меньше – *Picea obovata*, присутствует пыльца *Ulmus*. Локальная растительность представлена в основном пыльцой семейства Сурегасеае растений и спорами *Sphagnum*, что указывает на распространение в это время пушицево-сфагновых фитоценозов. Палиноспектры соответствуют умеренно теплым климатическим условиям. Изменения в составе растительности, вероятно, связаны с колебаниями влажностного режима. Возраст палинозоны 7.2-6.4 тыс. кал. л. н.

Палинозона V-а объединяет слои сфагнум магелланикум-торфа на глубинах 190-135 см. Зона выделена по доминированию пыльцы хвойных – *Pinus sylvestris* и *Picea obovata*, росту кривых *Abies sibirica*, *Pinus sibirica*, уменьшению участия *Betula sect. Albae*. Кластер Q mix становится богаче, появляется пыльца *Tilia*. В спектрах локальной растительности выделяется пыльца Ericaceae. Палинокомплекс отражает растительность елово-сосновых лесов с примесью *Betula sect. Albae*, *Pinus sibirica*, *Abies sibirica* и широколиственных растений. Ericaceae, указывают на верховую стадию развития торфяника. Климатические условия наиболее благоприятные для мезофильной растительности. Нижняя граница палинозоны проведена на уровне 190 см – минимум *Picea obovata*, на этой глубине отсутствует также пыльца *Abies sibirica* и широколиственных. Пыльцевой спектр указывает на резкую смену болотных фитоценозов от пушицевых до верховых сфагновых во время сухого похолодания на рубеже атлантического и суббореального периодов [Хотинский, 1987]. Однако дата слоя на глубине 185-190 см: 5620 ± 80 ^{14}C л. н. (IGAN-7618) показала более ранний возраст, около 6.4 тыс. кал. л. н. Это несоответствие пока трудно объяснить. Тем не менее палинозона Va, судя по расчетному возрасту ее верхней границы (около 4.5 тыс. кал. л. н.), характеризует экологические условия заключительного этапа среднего голоцена.

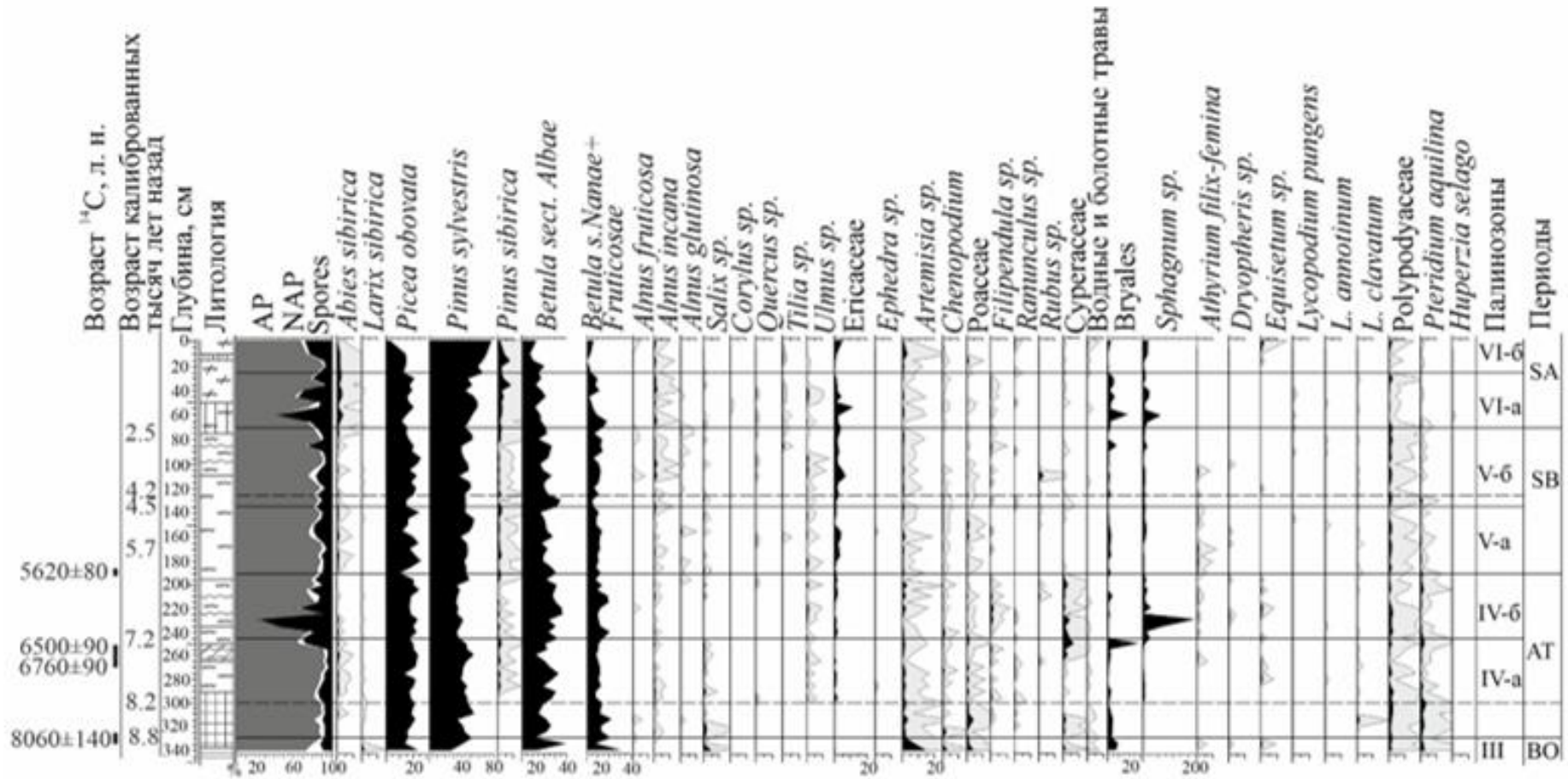


Рисунок 5.7 – Спорово-пыльцевая диаграмма разреза Троицкое скважина

Палинозона V-б выделяется на глубине 135-70 см. Нижняя граница зоны определяется по минимуму *Picea obovata*, падению кривой пыльцы *Pinus sylvestris*, росту – *Betula sect. Albae* в спектрах на глубине 135-130 см. Палиноспектры отражают климатические изменения, проявившиеся на рубеже среднего и позднего голоцена в Северной Голарктике и отмеченные многими исследователями как событие 4.2 ка. В диаграмме Троицкое скважина этот рубеж выделен по расчетным данным глубинно-возрастной модели, на глубине 125 см. Первая половина зоны характеризует направленное потепление и увлажнение подьёмом кривых пыльцы *Picea obovata*, *Alnus*, *Ulmus* и уменьшением доли *Betula sect. Albae*.

Вторая половина зоны отличается падением кривых *Picea obovata*, *Alnus*, *Ulmus* и наличием пыльцы *Quercus* и *Tilia*. Эти изменения, а также неоднократные колебания кривых пыльцы *Pinus sylvestris* и *Betula sect. Albae* на протяжении палинозоны отражают неустойчивую экологическую обстановку в начале позднего голоцена. В растительности преобладали березово-елово-сосновые леса с примесью *Abies sibirica* и широколиственных (*Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*). Палинозона сопоставляется со второй половиной суббореала. Расчетный возраст отложений 4.5-2.2 тыс. кал. л. н.

Палинозона VI-а (70-25 см) выделяется в слоях соснового и сфагнового торфа. Нижнюю границу зоны маркирует уровень с минимумом пыльцы *Picea obovata* и пиком *Betula sect. Apterokaryon* в слое древесно-сфагнового торфа, отражающий сухое похолодание. Палинозона отличается направленным подъемом кривой пыльцы *Pinus sylvestris*, *Picea obovata*, спадом *Betula sect. Albae* и возрастанием роли *Abies sibirica*. В начале палинозоны присутствует пыльца широколиственных (*Ulmus*, *Tilia*, *Quercus*, *Corylus*), в дальнейшем пыльца Q mix постепенно выпадает из состава спектров. В спектрах локальной растительности превалирует пыльца *Ericaceae* и споры *Sphagnum* и *Bryales*, характерные для фитоценозов верхового болота. Палинозона соответствует первой половине субатлантического периода позднего голоцена, в течение которого были распространены елово-сосновые леса южно-таежного облика с *Abies sibirica* и широколиственными.

Палинозона VI-б (верхние 25 см) в слое сфагнового торфа. Палинозона выделена по доминированию пыльцы *Pinus sylvestris*, падению кривых *Picea obovata*, *Pinus sibirica*, *Abies sibirica*. Леса по своему облику изменились на близкие к современным среднетаежным с преобладанием *Pinus sylvestris*, с примесью *Picea obovata*, *Abies sibirica*, *Pinus sibirica*.

Разрез Большое сосновое. На спорово-пыльцевой диаграмме выделено 3 палинозоны (Рисунок 5.8).

Палинозона V-а объединяет отложения подстилающего минерального грунта, сапропеля и нижние слои торфа на глубинах 185-230 см. В спектрах доминирует пыльца *Betula sect. Albae* (около 40 %) и *Picea obovata* (около 30 %), пыльца *Pinus sylvestris* составляет не более 25 %. В небольшом количестве присутствует пыльца ольхи *Alnus incana* и широколиственных деревьев: *Ulmus*, *Tilia*, *Quercus*; единично *Abies sibirica*. Травяно-кустарничковый ярус представлен пыльцой *Cyperaceae*, разнотравья, *Ericaceae*, спорами *Equisetum*, *Sphagnum*, *Bryales* *Polypodiaceae*. Палинокомплекс характеризует растительность сосново-березово-еловых лесов южно-таежного облика с участием широколиственных в подлеске и более теплые климатические условия, по сравнению с современными Палинозона сопоставляется с первой половиной суббореального периода, начало которого маркируется датой образца нижнего слоя сапропеля на глубине 227-220 см: 4990 ± 90 ^{14}C л. н. (ГИН-13877) (5748 кал. л. н.). Отмеченная пыльца *Ephedra* и пик *Betula sect. Apterokaryon* (до 20 %) в подстилающем слое глины могут косвенно индицировать похолодание на рубеже атлантического и суббореального периодов. Верхняя граница зоны, символизирующая рубеж между средним и поздним голоценом, определена на глубине 185 см (рис. 5.8). Спектры отражают похолодание – уменьшается участие *Picea obovata*, увеличивается – *Betula sect. Albae*, выпадают широколиственные. По расчетным данным возраст этого слоя определен примерно в 4.5 тыс. кал. л. н. Слой, по возрасту соответствующий событию 4.2 ka, располагается несколько выше, на глубине 175 см.

Палинозона V-б (на глубине 185-135 см) отличается началом непрерывной кривой пыльцы *Abies sibirica*, некоторым подъемом кривой – *Pinus sylvestris* и спадом – *Betula sect. Albae*, появлением пыльцы *Pinus sibirica*; из широколиственных постоянно присутствует пыльца *Ulmus*. Содержание пыльцы *Picea obovata* меняется от 20 % в начале зоны до 35 % в середине и последующего спада до 10 % в конце. Такие колебания указывают на неустойчивую экологическую обстановку, связанную с изменением влажностного режима, что подтверждается и ботаническим составом торфа на этой глубине. Комплекс пыльцы травянистых растений – увеличение доли *Ericaceae* и уменьшение *Superaceae* – отражает фитоценозы переходного болота. В целом палинокомплекс характеризует растительность березово-сосново-еловых и березово-елово-сосновых лесов с примесью пихты южно-таёжного облика. Палинозона соответствует заключительной фазе суббореального периода.

Палинозона VI-а (135-75 см) объединяет слои верховой залежи древесно-пушицевого, пушицево-сфагнового и отчасти фускум-торфа на гл. 115-105 см, относится к субатлантическому периоду. Она отличается доминированием пыльцы *Pinus sylvestris*, уменьшением участия – *Picea obovata* и *Betula sect. Albae*, что может свидетельствовать об усилении континентальности климата. Однако климатические условия субатлантического периода не были однородными. При доминировании *Pinus sylvestris* в спектрах постоянно присутствует пыльца *Abies sibirica*, а на фоне общего спада кривой пыльцы *Picea obovata* выделяется два ее подъема, очевидно, отражающие колебания увлажненности. Палинокомплекс на глубине 115-75 см (зона VI-а), отличающийся заметным присутствием пыльцы широколиственных древесных растений (*Ulmus*, *Tilia*, *Quercus*, *Corylus*) и увеличением доли *Picea obovata*, характеризует растительность березово-сосново-еловых лесов с примесью *Abies sibirica* и *Q mix* и более теплые, мезофильные климатические условия первой половины субатлантического периода.

Палинозона VI-б (20-75 см) в слоях сфагново-пушицевого и сфагнового торфов выделяется по доминированию *Pinus sylvestris* (до 80 %), уменьшению

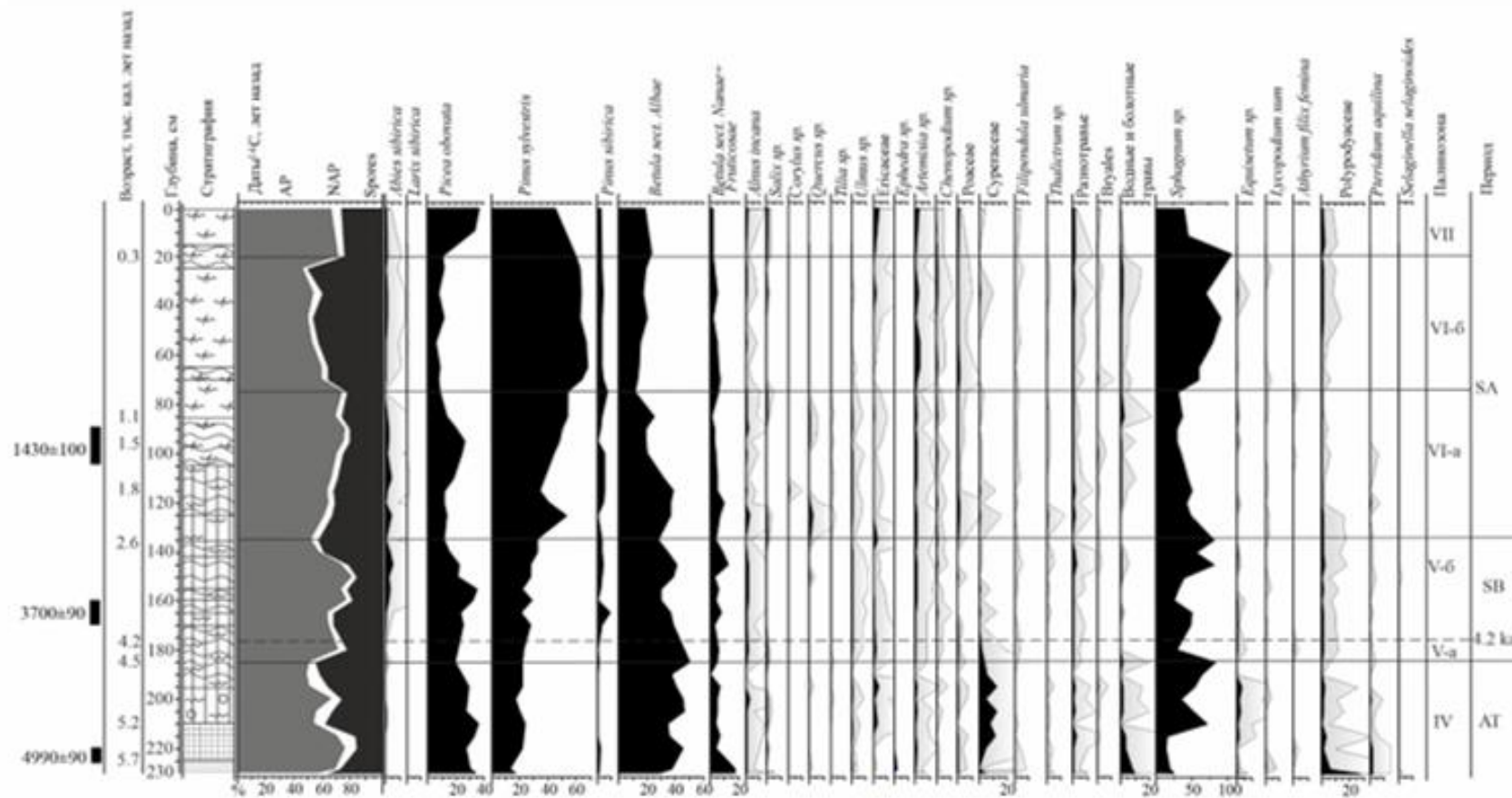


Рисунок 5.8 – Спорово-пыльцевая диаграмма разреза Большое сосновое

участия *Picea obovata* (до 10 %), *Pinus sibirica*, возрастание доли *Betula* sect. *Albae* (до 15-20 %). Из широколиственных древесных растений в палиноспектре единично встречается пыльца *Ulmus*, исчезает *Tilia* и *Quercus*. В фускум-залежи значительно увеличивается содержание спор *Sphagnum*, Polypodiaceae.

В группе трав и кустарничков выделяется пыльца растений нарушенных местообитаний (*Artemisia*, Chenopodiaceae), лугового разнотравья (*Filipendula*, *Thalictrum* и др.) и болотных фитоценозов (Ericaceae, Cyperaceae, Poaceae). Палинокомплекс свидетельствует о похолодании и увеличении континентальности климата в заключительную фазу субатлантического периода, когда в регионе сформировались среднетаежные леса с преобладанием *Pinus sylvestris*.

Палинозона VII (верхние 20 см, моховой очес), по-видимому, отражает тенденцию увеличения *Picea obovata* в лесной растительности в условиях потепления и увлажнения климата на современном этапе.

Разрез Хорпия 1. Спорово-пыльцевая диаграмма исследованного разреза (Рисунок 5.9), в соответствии с имеющимися датировками, характеризует динамику растительности с конца атлантического периода до современности. Судя по спорово-пыльцевым спектрам, во время формирования торфяника в регионе господствовала лесная растительность. Основу ее составляли *Picea obovata* и *Pinus sylvestris*. В примеси произрастали *Abies sibirica*, *Pinus sibirica*, местами – *Betula pubescens* и *Larix sibirica*. Заметное присутствие пыльцы *Ulmus* и *Tilia* свидетельствует об их возможном произрастании в подлеске вплоть до субатлантического периода. По динамике кривых пыльцы древесных растений на диаграмме выделено 5 основных палинозон.

Палинозона IV-б выделяется в отложениях подстилающей глины на глубине 293–273 см по максимальному в данном разрезе содержанию пыльцы берез (до 25 %) на фоне преобладания пыльцы ели (40–50 %) и сосны (30–40 %). Пыльцы травянистых растений мало. В заметном количестве присутствуют споры папоротников сем. Polypodiaceae, в меньшем – бореальных видов плаунов (*Lycopodium annotinum* L., *L. clavatum* L.), сфагновых (*Sphagnum*) и зеленых

(Bryales) мхов. Спектры характеризуют растительность березово-сосново-еловых лесов с примесью пихты, ольхи, с преобладанием мхов и папоротников в покрове и умеренно континентальные климатические условия. Палинозона относится к концу атлантического периода. Верхняя ее граница сопоставляется с рубежом между атлантическим и суббореальным периодами. Уменьшение количества пыльцы ели, отсутствие пихты и появление лиственницы в спектре на глубине 268 см может быть связано с изменением состава растительности, обусловленным ранним суббореальным похолоданием.

Палинозона V-а выделяется на глубине 273-200 см по максимальному процентному содержанию пыльцы *Picea obovata* (до 60 %), *Pinus sylvestris* в пределах (30 – 45 %), присутствует пыльца *Abies sibirica*, *Pinus sibirica*, *Ulmus*. СПС характеризуют доминирование еловых лесов с *Pinus sylvestris*, с примесью *Abies sibirica*, с участием *Ulmus*, *Alnus incana*, *A. glutinosa*, и более теплые и влажные климатические условия, по сравнению с концом атлантического Палинозона VI-б (20-75 см) в слоях сфагново-пушицевого и сфагнового торфов выделяется по доминированию *Pinus sylvestris* (до 80 %), периода. Палинозона относится к первой половине суббореала. Возраст отложений маркируется датой 4520 ± 70 ¹⁴C л. н (ЛУ-6428), полученной по образцу сапропеля на глубине 240-250 см. Верхняя граница палинозоны определена по СПС на глубине 200-195 см, в котором резко уменьшается количество пыльцы *Picea obovata*, отмечаются пики пыльцы *Betula sect. Apterokaryon*, некоторых травянистых растений и спор. На этом уровне фиксируется также смена ботанического состава торфа. Такие изменения могли быть обусловлены похолоданием и уменьшением влажности климата. Расчетный возраст слоя на глубине 200 см составляет около 4.3 тыс. кал. л. н., а на гл. 195 см – 4.2 тыс. кал. л. н., что соответствует событию 4.2 ка., определяющему границу между средним и поздним голоценом.

Палинозона V-б (на глубине 200-135 см) относится ко второй половине суббореального периода. Палинокомплекс характеризуется уменьшением участия пыльцы *Picea obovata*, увеличением – *Pinus sylvestris* и *Abies sibirica*, появлением пыльцы *Tilia*.

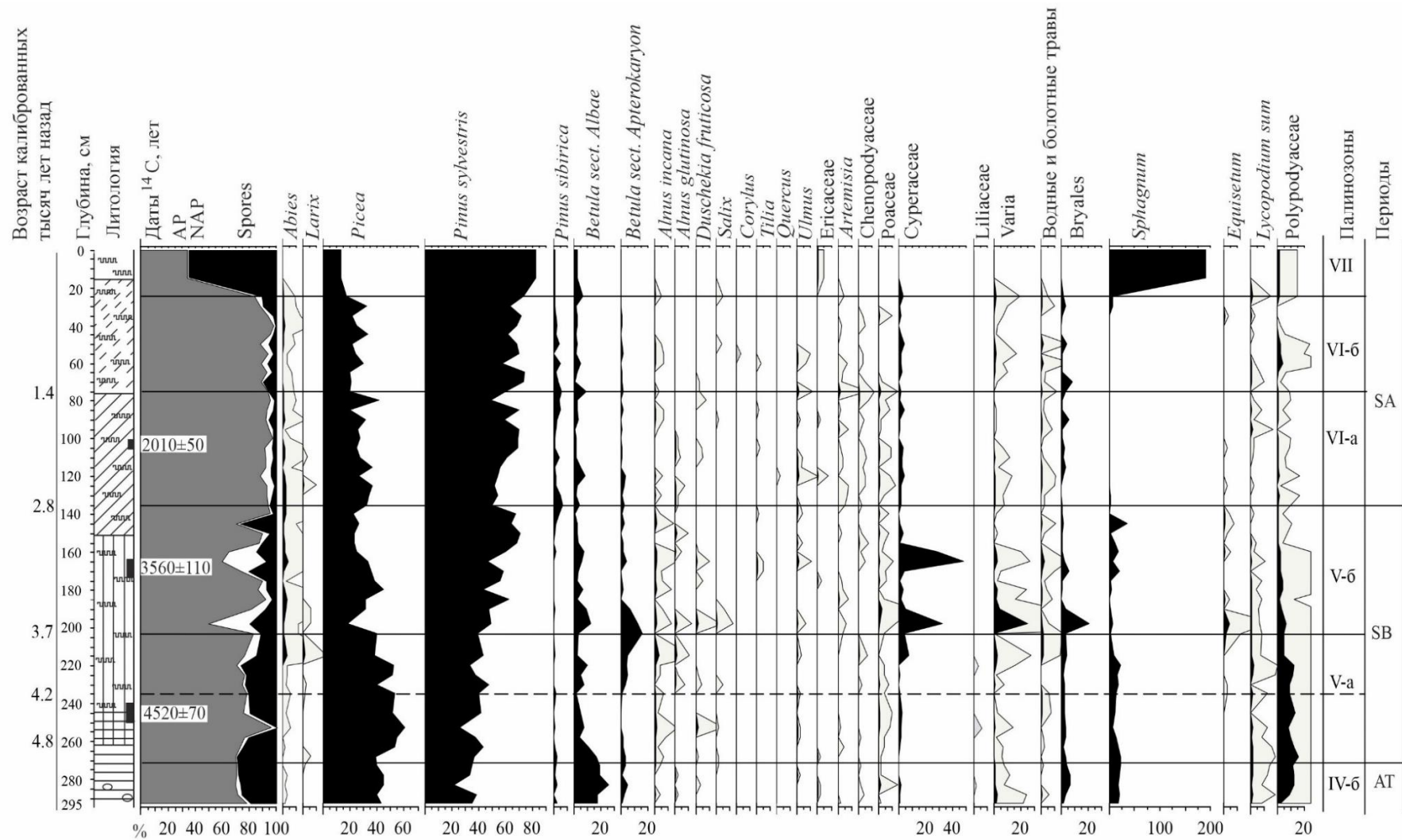


Рисунок 5.9 – Спорво-пыльцевая диаграмма разреза Хорция 1

Содержание пыльцы *Picea obovata* меняется от 20 % в начале палинозоны до 40 % в середине и последующего уменьшения до 20 % – в конце, что, очевидно, связано с изменениями влажностного режима. Увеличение содержания пыльцы *Pinus sylvestris* может свидетельствовать о нарастании континентальности климата. Спектры в целом отражают произрастание пихтово-еловых и сосновых лесов с участием *Alnus*, *Tilia*. В покрове, в основном, разнотравье и *Polypodiaceae*, на болоте *Superaceae*, мхи, *Equisetum*.

Палинозона VI-а выделяется на глубине 135-75 см по доминированию пыльцы *Pinus sylvestris*. В начале палинозоны несколько увеличивается содержание пыльцы *Picea obovata* и появляется пыльца *Pinus sibirica*. Присутствует пыльца *Ulmus Tilia* и единично – *Quercus*. Палиноспектры характеризуют растительность елово-сосновых лесов с примесью *Abies sibirica* и возможным произрастанием широколиственных в подлеске на дренируемых склонах. Палинозона относится к первой половине субатлантического периода. Дата 2010 ± 50 ^{14}C л. н., полученная по образцу торфа с глубины 100-105 см, соответствует относительному возрасту отложений.

Палинозона VI-б на глубине 75-20 см в слоях гипново-осокового и гипново-сфагнового торфа выделяется по уменьшению участия *Picea obovata* *Pinus sibirica*, пыльцы широколиственных деревьев. Изменения в древостоях свидетельствует о похолодании и увеличении континентальности климата в заключительную фазу субатлантического периода, формирование северотаежных хвойных елово-сосновых лесов с *Pinus sibirica* и *Abies sibirica*. Палинозона VII (в верхних 20 см сфагнового торфа) характеризуется резким увеличением доли спор сфагновых мхов и абсолютным преобладанием пыльцы *Pinus sylvestris*. Пыльца *Abies sibirica* и широколиственных в этих отложениях не встречена. Спорово-пыльцевые спектры свидетельствуют о похолодании и увеличении континентальности климата. Они отражают, близкую к современной, лесную растительность: с преобладанием *Pinus sylvestris* на плакорах и мезо-олиготрофных сосново-сфагновых фитоценозах на болоте.

Палинозона VII – верхние 20 см сфагнового торфа отличаются абсолютным доминированием спор сфагновых мхов до 200 % от суммы древесных растений. В древесной части спектров преобладает пыльца *Pinus sylvestris*, количество пыльцы *Picea obovata* до 20 %, *Betula sect. Albae* – около 5 %. СПС свидетельствуют о похолодании и увеличении континентальности климата. Они отражают, близкую к современной, лесную растительность: с преобладанием сосны на плакорах и мезо-олиготрофных сосново-сфагновых фитоценозах на болоте. Результаты палеокарпологического анализа образцов из разреза Хорпия-1, выполненные О. М. Короной, во многом подтверждают и дополняют данные палинологического и ботанического исследования, характеризуя преимущественно локальную растительность [Антипина и др., 2014].

5.3. Спорово-пыльцевые спектры торфяных отложений северотаежной подзоны Приполярного Урала

Разрез Кулемья. На спорово-пыльцевой диаграмме разреза Кулемья 1 выделяется 5 основных палинозон (Рисунок 5.10).

Палинозона I выделяется на глубине 190-175 см в отложениях подстилающего грунта и нижнего слоя торфа по доминированию пыльцы *Betula sect. Apterokaryon*, максимумам пыльцы *Salix*, *Duschekia fruticosa*, *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Poaceae*, а также спор гипновых мхов. Пыльца древесных растений: *Picea obovata*, *Larix sibirica* и *Betula sect. Albae* – встречена единично. Спорово-пыльцевые спектры характеризуют преобладание безлесной травяно-кустарниковой растительности и холодные климатические условия. Относительное время формирования осадков, по-видимому, поздний дриас (Dr3).

Палинозона II на глубине 185-165 см. Резко уменьшается количество пыльцы *Betula sect. Apterokaryon*, выделяются пики пыльцы *Picea obovata*, *Larix sibirica*, водно-болотных растений – *Cyperaceae*, *Typha sp.*, спор *Equisetum* и

Bryales, разнотравья. Спектры отражают потепление и увлажнение, увеличение обводненности территории (в результате таяния мерзлоты), зарастание мелководий макрофитами и распространение елово-лиственничных редколесий на суходолах. Зона соответствует фазе потепления в пребореальном периоде (PB).

Палинозона III выделена на глубине 165-110 см. В спектрах уменьшается содержание пыльцы *Picea obovata* (до 20 %), увеличивается – *Betula* sect. *Apterokaryon* (до 50 %). Пыльца *Betula* sect. *Albae* составляет около 10 %, присутствует пыльца *Larix sibirica*, *Salix*, *Duschekia fruticosa*, Ericaceae, различных травянистых растений. Болотная растительность представлена в основном *Carex* и *Sphagnales*. Палинокомплекс характеризует разреженные лиственнично-березово-еловые леса с разнотравно-кустарниковым покровом. Отложения формировались, в бореальном периоде, по расчетным данным, от 10.2 до 8.8 тыс. кал. л. н.

Палинозона IV-а (на глубине 110-20 см) отличается повышением содержания пыльцы *Picea obovata* (до 30 %) и появлением пыльцы *Pinus sylvestris*, *P. sibirica*. Присутствует пыльца *Betula* sect. *Albae* и *Betula* sect. *Apterokaryon* в пределах 20 % и 40 % соответственно. Единично встречается пыльца *Abies sibirica*, *Alnus*, а в верхней части палинозоны – *Ulmus* и *Tilia*.

Локальная растительность представлена, в основном, пыльцой Ericaceae, спорами *Sphagnum*, *Lycopodium*, Polypodiaceae. Спектры характеризуют растительность березово-еловых лесов с *Pinus sylvestris* и *Abies sibirica*. Палинозона относится к первой половине атлантического периода. Вычисленный возраст отложений – от 8.8 до 6.75 тыс. кал. л. н. В спектре на глубине 80-75 см уменьшается количество пыльцы *Picea obovata* и увеличивается – *Betula* sect. *Apterokaryon*, что, указывает на похолодание, которое по времени может быть сопоставлено с событием 8.2 ка. По расчетным данным, возрасту 8200 кал. л. н. в разрезе соответствует глубина – 83 см. Палинозона IV-б (верхние 20 см торфа). В этом слое преобладает пыльца *Betula* sect. *Apterokaryon* (до 40 %), количество пыльцы *Picea obovata* значительно уменьшается (до 10 %) и увеличивается – *Pinus sylvestris* и *Pinus sibirica* (до 20 %).

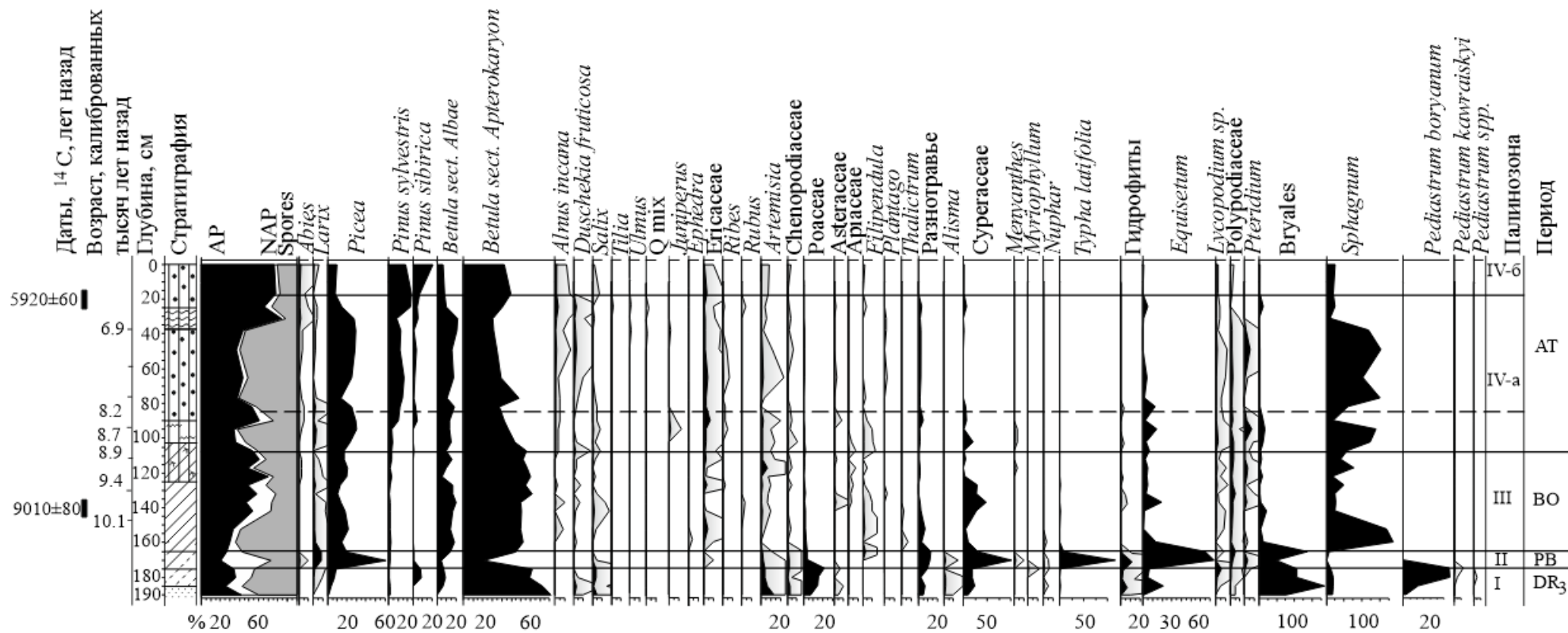


Рисунок 5.10– Спорово-пыльцевая диаграмма разреза Кулемья

Пыльцевые спектры характеризуют растительность редкостойных северо-таежных лесов. Такие изменения состава растительности, по-видимому, являются следствием среднеатлантического похолодания, которое фиксируется по разным палинологическим и радиоуглеродным данным для Северной Евразии примерно 6000-7000 ^{14}C л. н. [Хотинский, 1987]. Возраст палинозоны маркируется датой 5920 ± 60 ^{14}C л. н. (ГИН-13873) образца торфа на глубине 20-30 см. Похолодание и, по-видимому, уменьшение влажности привело к усыханию торфяника и прекращению торфонакопления.

Разрез Маньинский Хартым. На спорово-пыльцевой диаграмме разреза выделено 6 палинозон (Рисунок 5.11).

Палинозона IV-б (объединяет отложения минерального грунта, и нижние слои торфа гл. 235-290 см) выделяется по преобладанию пыльцы берез: *Betula sect. Albae*, в том числе *Betula sect. Apterokaryon*. Участие пыльцы *Picea obovata* неоднократно меняется в пределах 10-40 %. Единично присутствует пыльца *Larix sibirica*, *Pinus sylvestris*, *Ulmus*. Локальная растительность представлена большим количеством спор гипновых мхов, меньше – *Sphagnum*, *Equisetum*, *Lycopodium*, *Polypodiaceae*, а также пыльцой гидрофитов, *Carex* разнотравья. Наличие в составе пыльцы травянистых растений (макрофитов) отражают начальную стадию заболачивания. Состав пыльцы деревьев, кустарников и разнотравья характеризуют растительность елово-березовых и березово-еловых лесов. Судя по наличию углистых остатков в отложениях, чередование пиков пыльцы *Picea obovata* и *Betula sect. Albae* на диаграмме отражает, по-видимому, послепожарные сукцессии древостоев. В соответствии с радиоуглеродной датой 5690 ± 95 ^{14}C л. н. (СОАН-7092) образца торфа на глубине 275-285 см, палинозона IV-б является продолжением аналогичной палинозоны в диаграмме разреза Кулемья и характеризует растительность заключительного этапа атлантического периода. Падение кривой пыльцы *Picea obovata* и увеличение доли *Betula sect. Apterokaryon* в начале палинозоны отражает фазу среднеатлантического похолодания. Палинозона V-а выделяется на глубине 235-135 см в отложениях шейхцериёвого,

хвощового-древесного и шейхцериево-сфагнового торфов. Нижнюю границу зоны символизирует СПС на глубине 235-230 см, в котором резко уменьшается количество пыльцы *Picea obovata* и увеличивается – *Betula sect. Albae*, в том числе *Betula sect. Apterokaryon*, что, очевидно, отражает кратковременное сухое похолодание, на рубеже атлантического и суббореального периодов [Хотинский, 1977; Панова, 2001].

По данным Н.А. Хотинского [1987], раннесуббореальное похолодание проявилось в разных частях Северной Евразии в интервалах 4.2-4.6 тыс.¹⁴С л. н. Уровень, соответствующий событию 4.2 ка, по расчетным данным фиксируется на глубине 200 см. СПС этого слоя показывает лишь незначительные изменения в составе растительности.

Палинозона V-б выделяется на глубине 135-50 см в слоях сфагнового, пушицево-осокового и сфагново-пушицевого торфов. Палинокомплекс отличается уменьшением содержания пыльцы *Picea obovata* и увеличением доли пыльцы *Betula sect. Apterokaryon*, что может отражать некоторое похолодание. В то же время в спектрах единично встречается пыльца *Abies sibirica*, *Tilia*, *Ulmus*. Палинозона сопоставляется с заключительной, менее теплой фазой суббореального периода. Однако, судя по составу растительности, в исследуемом регионе в это время леса сохраняли средне- и южно-таежный облик.

Палинозона VI (на глубине 50-25 см, в слоях пушицевого-сфагнового и сосново-кустарничкового торфов) отличается максимальным участием пыльцы *Pinus sylvestris* (до 50 %), *Pinus sibirica* (до 20 %), спор Sphagnales и минимальной долей пыльцы *Picea obovata* и *Betula sect. Albae*. Спорово-пыльцевой комплекс характеризует растительность елово-сосновых лесов и верхового сосново-сфагнового болота. В соответствии с датой 2420±50 ¹⁴С л. н. (СОАН-7090), полученной по образцу торфа с глубины 18-28 см, палинозона относится к субатлантическому периоду.

Палинозона VII (25 – 0 см) в слое кустарничкового торфа. Палинокомплекс отличается уменьшением участия хвойных, прежде всего *Pinus sylvestris* (до 20 %), *Pinus sibirica* (до 15 %) и возрастанием доли берез: *Betula sect. Albae* (до 25 %),

Betula sect. *Apterokaryon* (до 35 %), чуть возрастает участие *Duschekia fruticosa*, все эти особенности индицируют похолодание и нарастание континентальности климата в субатлантическом периоде. Они отражают, близкую к современной, лесную растительность: с преобладанием *Pinus sylvestris*, *Pinus sibirica* на плакорах и мезо-олиготрофных сосново-сфагновых фитоценозах с кустарниками *Betula* sect. *Apterokaryon* и *Duschekia fruticosa* на болоте.

Глава 6. ДИНАМИКА ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ТАЕЖНОЙ ЗОНЕ ВОСТОЧНЫХ ПРЕДГОРИЙ УРАЛА В ГОЛОЦЕНЕ

6.1. Сопоставление унифицированных палинозон исследованных разрезов по составу пыльцевых спектров

Для реконструкции пространственно-временной динамики лесной растительности в голоцене на восточном склоне Урала проведено сопоставление спорово-пыльцевых диаграмм опорных разрезов озерно-болотных отложений.

На диаграммах выделено 6 основных унифицированных палинозон, сопоставленных с хронологическими периодами подразделения голоцена [Хотинский, 1977; Walker et. al., 2019] (Рисунки 6.1-6.5). Для корреляции палеособытий на Среднем Урале в южнотаежной подзоне представленные диаграммы на Горбуновском торфянике стоянка Береговая 2, на Шигирском торфянике разрезы (Варга 2 скважина, Варга 2 раскоп, Шигирское А) исследованные Н.К. Пановой [Panova., Antipina, 2016]. Разрезы Южнотаежной подзоны (кроме Песчаного) отобраны вблизи торфяниковых археологических памятников.

Палинозона I – (до 11.7 тыс. кал. л. н.) выделена в подстилающих минеральных отложениях самых древних голоценовых торфяников Песчаное 1, Варга скважина, Кулемья (Рисунок 6.1, 6.2, 6.5). Для палинозоны характерен позднеледниковый палинокомплекс из тундровых, степных и лесных растительных компонентов. Существование открытых безлесных пространств в позднеледниковье идентифицируется абсолютным доминированием в спектре анемофильных трав из рода *Artemisia*, семейств – Chenopodiaceae, Poaceae, Сурегасеae и др., отражая фазы похолодания. На Среднем Урале на диаграмме (Песчаное 1) видим три пика ветроопыляемых трав: нижний пик (720 см – 214 %; второй пик (710 см) – 106.6 %; и третий (700 см) – 67 % (от суммы деревьев и

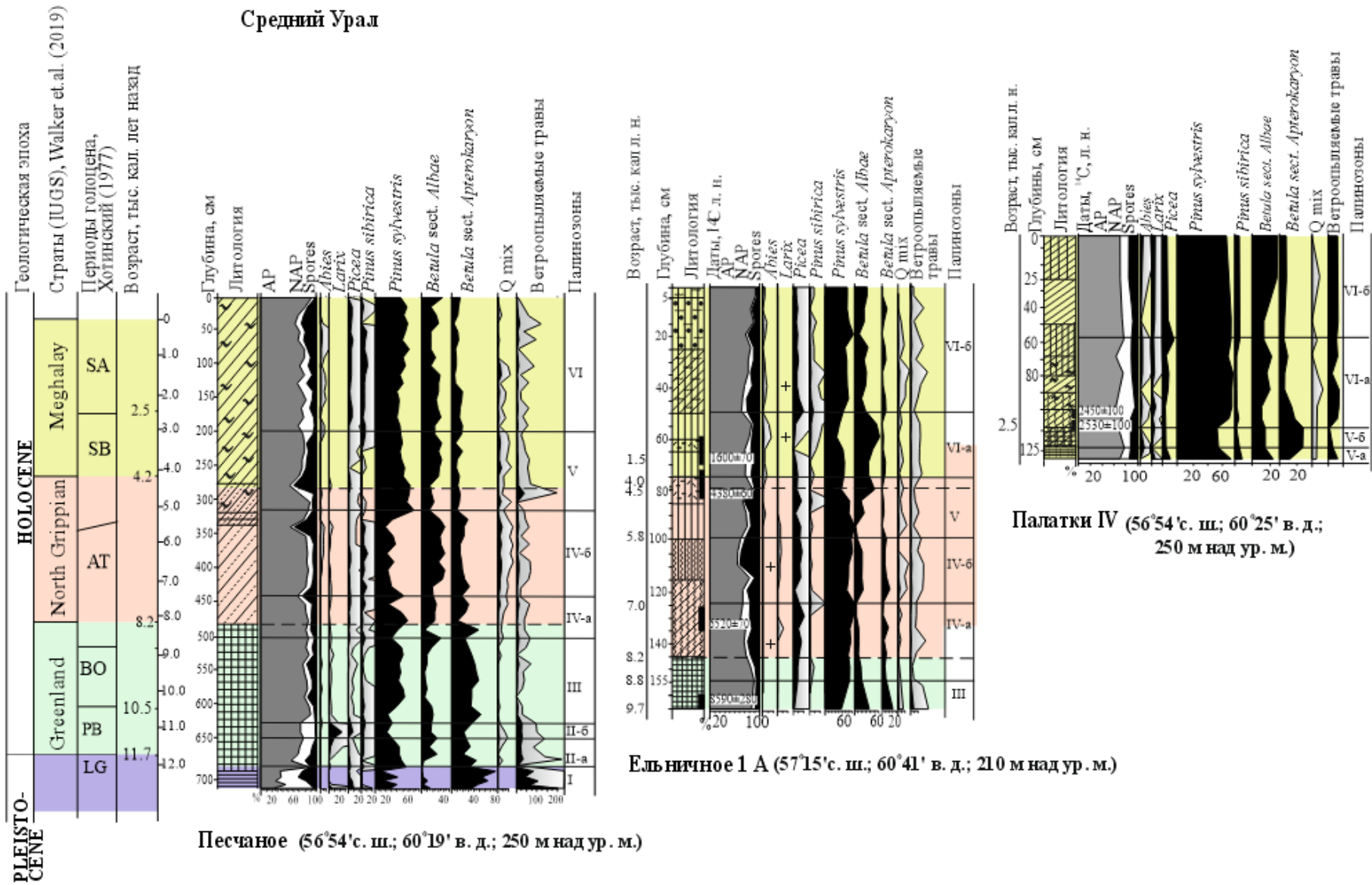


Рисунок 6.1 – Сопоставление спорово-пыльцевых диаграмм разрезов: Песчаное, Ельничное 1-А, Палатки IV

кустарников) Рисунок 6.1. На диаграмме Варги скважины выделяется два пика анемофильных трав (350 см) – 112 % и (335 см) – 119 % рис. 6.2. На Приполярном Урале доля анемофильных трав менее значительна, пики заметны на уровнях 180–190 см – 49 % и 180 см – 45 %, что объясняется более северным географическим положением. На Приполярном Урале в спектрах позднеледниковья выше содержание крио-ксерофильных кустарников (*Betula* sect. *Apterokaryon*, *Duschekia fruticosa*, *Salix*). Древесная растительность представлена небольшим количеством пыльцы *Larix sibirica* на Среднем Урале (от 4 до 6 %), ели (от 7 до 11 %) и *Betula* sect. *Albae* (10-15 %). По Северному Уралу – данных нет. На Приполярном Урале содержание в спектрах древесной растительности в этот период в пределах 25-40 %.

В широтном градиенте главные отличия проявились следующим образом: на Среднем Урале в спектре преобладала пыльца тундростепных трав древесная растительность составляла незначительной объем. Спектры Приполярного Урала (разрез Кулемья) фиксируют высокое содержание пыльцы холодолюбивых кустарников (*Betula* sect. *Apterokaryon*, *Duschekia fruticosa*, *Salix*). В позднеледниковье на Приполярном Урале доминировали тундровые сообщества, а по направлению к югу шло увеличение доли степных фитоценозов.

Палинозона II отражает растительность пребореального периода, возраст которого, определятся 11.6-10.5 тыс. кал. л. н. Она отражена в СПД: Песчаное 1, Варга 2 скважина, Варга 2 раскоп, Береговая 2, Кулемья (Рисунок 6.1, 6.2, 6.3, 6.5).

Для Среднеуральских диаграмм характерно: увеличение доли пыльцы древесных растений, абсолютные значения разнятся в разрезах: она колеблется от 55 до 95 % от общей суммы пыльцы и спор, преобладает пыльца *Larix sibirica* от 24,9 % – Песчаное 1 (238 см); до 75 % – Варга 2 скважина (305, 315 см); до 95% – Береговая 2 (385 см).

На диаграмме Песчаное 1 доля *Picea obovata* (5-18 %); на Варге 2 скважина – 15-72 %. Полученные данные доказывают, что в пребореальный период на Среднем Урале произрастали елово-лиственничные редколесья, что сопоставимо

Средний Урал

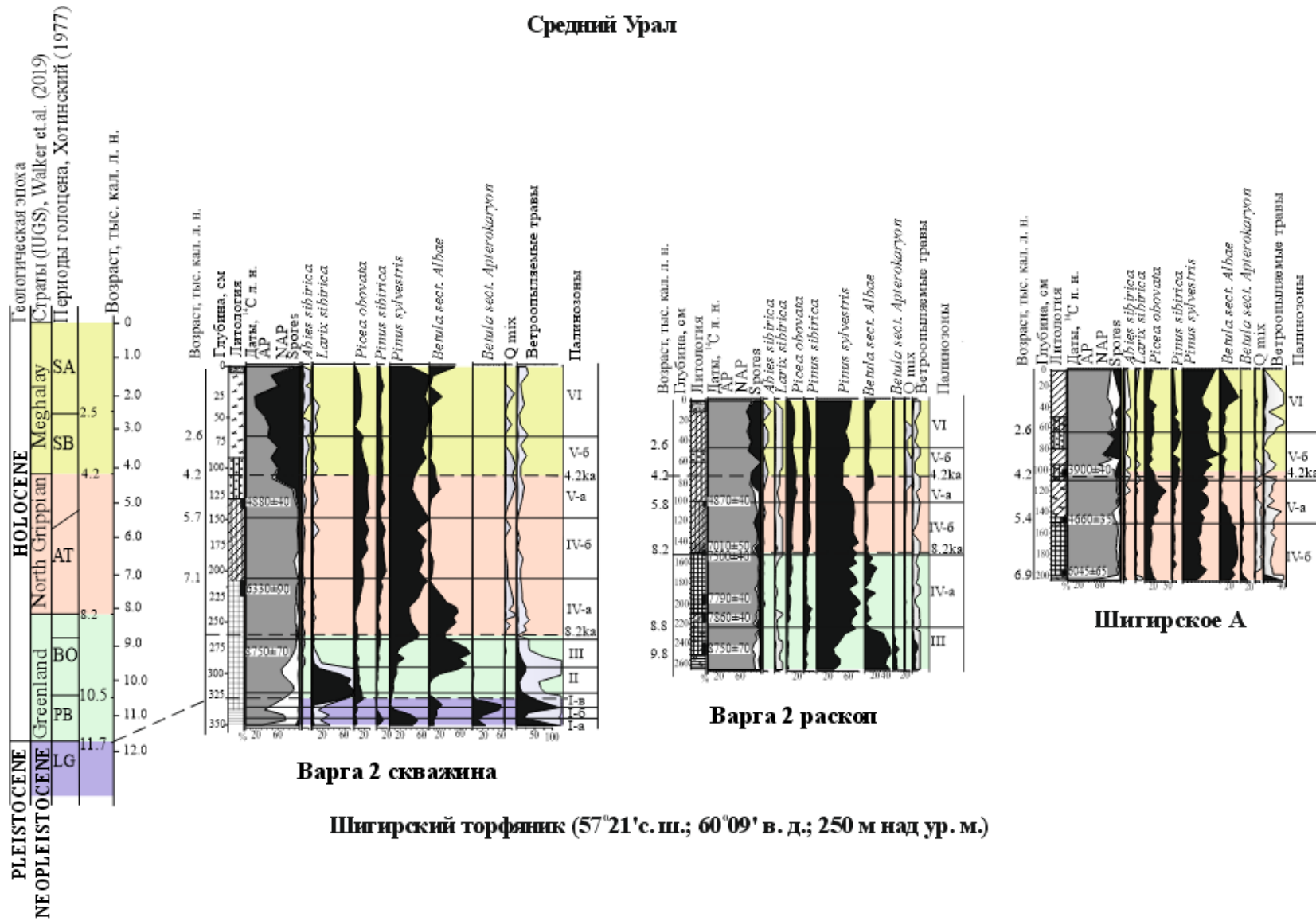


Рисунок 6.2 – Сопоставление спорово-пыльцевых диаграмм разрезов Шигирского торфяника

с результатами предыдущих исследований торфяников Среднего Урала [Герасимов, 1926; Сукачев, Поплавская, 1946; Тюремнов, 1976; Хотинский, 1977].

На Приполярном Урале в спектре палинозоны II преобладает пыльца травянистых растений. Содержание пыльцы древесных растений по-прежнему невелико 21-34 %. В ней выше содержание пыльцы *Picea obovata* (7-20 %) и *Larix sibirica* (1-8.5 %), на СПД (170 см) выделяются нижний максимум *Picea obovata* – 61 % и пик *Larix sibirica* – 8.5 %. Одновременно на диаграмме резко уменьшается участие *Betula sect. Apterokaryon* (21 %). Полученные данные отражают потепление в пребореальном периоде на Приполярном Урале, с которым связано появление разреженных лиственнично-еловых древостоев.

Палинозона III соответствует отложениям бореального возраста (10.5-8.8 тыс. кал. л. н.). Эти отложения присутствуют в большем количестве разрезов на Среднем Урале – Береговая 2, Береговая XIII, Варга 2 раскоп, Ельничное 1-А; на Северном Урале – 1 (Троицкое скважина). На СПД изученных разрезов Среднего Урала соотношение пыльцы древесных растений изменяется: стабильно высокая доля пыльцы древесных растений и кустарников от 44 % (Береговая XIII) до 96 (Варга 2 раскоп); повышается доля пыльцы *Betula sect. Albae* в среднем до (33 %) и *Pinus sylvestris* (41,4 %), при этом количественные колебания этих таксонов находятся в противофазе, возможно отражение естественных сукцессий. В спектрах палинозоны уменьшается доля пыльцы *Larix sibirica* (не выше 3 %) и *Picea obovata* (до 4 %), исключением являются разрезы Варга 2 скважина – 7 %, Береговая XIII – 12-24 %, возможная причина – близость разрезов к суходолам. Пыльцевые комплексы характеризуют преобладание в региональной растительности березовых и сосново-березовых лесов, что согласуется с данными Н. А. Хотинского [1977]. В разрезах некоторых торфяниках появляется пыльца *Pinus sibirica* от единичного присутствия до 4-6 % (Варга 2 скважина).

На Северном Урале в бореальном периоде доля пыльцы древесных растений и кустарников довольно высока – 72-88 % от общей суммы пыльцы и спор. Доминирует пыльца *Betula sect. Albae* (до 62 %) и *Pinus sylvestris* (до 51 %), содержание *Picea obovata* в спектрах 8-23 %, доля *Larix sibirica* не высокая – до 2

%, учитывая плохую сохранность пыльцы этого таксона, можно считать, что она входила в состав древостоев. В этот период на Северном Урале были распространены березово-сосновые с примесью *Picea obovata* и *Larix sibirica* леса.

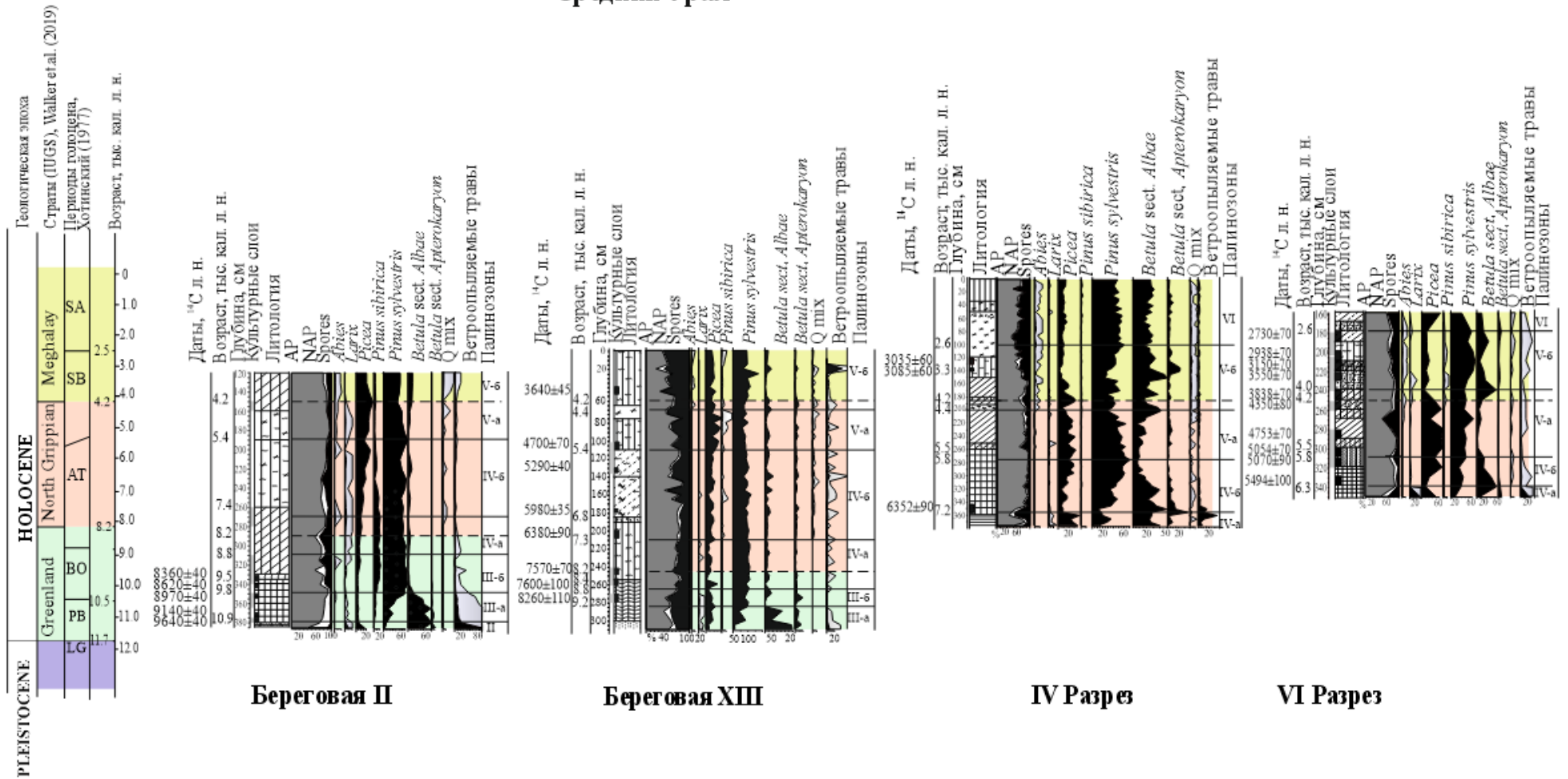
На Приполярном Урале в спорово-пыльцевых диаграммах количество пыльцы древесных растений (32-70 %), в которой становится меньше пыльцы *Picea obovata* и *Larix sibirica* и больше – *Betula* sect. *Apterokaryon*. Палинокомплекс характеризует растительность бореального периода на Приполярном Урале как лиственнично-березово-еловое редколесья.

Начиная с атлантического периода после 8.8 тыс. кал. л. н. повсеместно в спорово-пыльцевых диаграммах изученных торфяников доминирует пыльца *Pinus sylvestris*. На этом фоне наибольший интерес для выявления динамики природной среды представляют изменения относительного содержания пыльцы *Picea obovata*, *Abies sibirica* и широколиственных древесных растений, увеличение присутствия которых позволяет выделить более мягкие климатические условия.

Палинозона IV-а выделяется в отложениях первой половины атлантического периода (8000–6300 ¹⁴С л. н., или 8.8-7.2 тыс. кал. л. н.). В СПД торфяников Среднего и Северного Урала наблюдается повышение содержания пыльцы *Picea obovata*, появляется пыльца *Abies sibirica* и широколиственных древесных растений, что свидетельствует о прогрессирующем потеплении. Таким образом, на Среднем и Северном Урале в это время произрастали елово-сосновые и березово-елово-сосновые леса, соответственно границы современной южнотаежной подзоны были смещены существенно к северу. Отличительной особенностью палиноспектров Полярного Урала является существенное уменьшение доли пыльцы *Betula* sect. *Apterokaryon*. Это однозначно свидетельствует о потеплении. Лесную растительность с участием *Pinus sylvestris*, *Betula* sect. *Albae* и *Picea obovata* можно охарактеризовать как среднетаежную.

Палинозона IV-б сопоставляется со второй половиной атлантического периода (6300-4600 ¹⁴С л. н., или 7.2-5.4 тыс. кал. л. н.). Она характеризуется дальнейшим возрастанием в спектрах доли пыльцы *Picea obovata* и широколиственных пород деревьев (*Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*).

Средний Урал



Горбуновский торфяник 57°47' с.ш.; 59° 57' в. д.

Рисунок 6.3 – Сопоставление спорово-пыльцевых диаграмм разрезов Горбуновского торфяника

Палинокомплексы этого времени на спорово-пыльцевых диаграммах Среднего и Северного Урала описывают преобладание хвойных елово-сосновых лесов с примесью *Abies sibirica* и широколиственных пород деревьев, а на Приполярном Урале – елово-березовых лесов с примесью *Pinus sylvestris*.

Палинозона V-а, соответствующая отложениям первой половины суббореального периода (4.9-3,8 тыс. ^{14}C л. н., или 5.8-4.2 тыс. кал. л. н.), характеризуется максимальным участием пыльцы *Picea obovata* на спорово-пыльцевых диаграммах всех изученных разрезов на Среднем Урале. Особенно наглядно это показали результаты анализов Горбуновского торфяника и разреза Шигирское А: максимум пыльцы *Picea obovata* в них достигает 40-60 % и маркируется датами: 4753 ± 70 ^{14}C л. н. (SPb-510), 4350 ± 80 ^{14}C л. н. (SPb-508), а уровень последующего резкого уменьшения ее содержания до 10 % отмечен ^{14}C датами: 3900 ± 40 л. н. (СОАН-5808) и 3838 ± 70 л. н. (SPb-501). В палинокомплексах этой палинозоны заметно увеличивается присутствие пыльцы *Abies sibirica*, *Tilia*, *Ulmus*, *Quercus*, что позволяет охарактеризовать климатические условия еще более теплыми, по сравнению с концом атлантического периода. В палиноспектрах Северного и Приполярного Урала также отмечается максимальное участие пыльцы *Picea obovata* и единичное присутствием пыльцы *Ulmus*, *Tilia*, а на Северном Урале и *Quercus*.

Палинозона V-б сопоставляется со второй половиной суббореального периода (3,8-2,5 тыс. ^{14}C л. н., или 4.2-2.6 тыс. кал. л. н.). В спорово-пыльцевых спектрах этого периода выражена общая тенденция – уменьшение доли пыльцы *Picea obovata* и увеличения – пыльцы *Pinus sylvestris*. В целом палиноспектры отражают распространение елово-сосновых и березово-сосново-еловых лесов с *Abies sibirica* и небольшой примесью широколиственных деревьев.

Палинозона VI характеризует субатлантический период (от 2500 тыс. ^{14}C л. н., или 2.6 тыс. кал. л. н. до 300 – 400 кал. л. н.). В спорово-пыльцевых диаграммах торфяников Среднего и Северного Урала наблюдается доминирование пыльцы *Pinus sylvestris*, колебания содержания пыльцы *Picea obovata* и *Betula sect. Albae*, постоянное невысокое присутствие пыльцы *Abies sibirica*, единичное – пыльцы

широколиственных. Они отражают формирование в региональной растительности светлохвойных сосновых лесов.

На Приполярном Урале отложения субатлантического периода также отличаются доминированием пыльцы *Pinus sylvestris*. При этом увеличивается доля пыльцы *Pinus sibirica*, уменьшается доля пыльцы *Picea obovata* и *Abies sibirica*, полностью отсутствует пыльца широколиственных деревьев. Палинокомплекс свидетельствует о наличии в растительности Приполярного Урала среднетаежных кедрово-сосновых лесов.

Последние 300 – 400 кал. л. н. в СПД пыльца широколиственных исчезает почти во всех изученных разрезах, кроме южной части Среднего Урала (разрезы Песчаное 1, Палатки IV), где отмечается пыльца *Tilia* и *Ulmus*. Эти породы произрастают в лесах региона и в настоящее время.

Выделенные палинозоны отражают общую динамику развития региональной растительности от господствующих травяно-кустарниковых сообществ в позднеледниковье до современных таежных лесов, обусловленную глобальными климатическими изменениями в голоцене. При этом полученные нами данные свидетельствуют о том, что максимальное развитие еловых лесов с примесью широколиственных древесных растений на Среднем Урале было не в конце атлантического, как считал Н.А. Хотинский [1977], а в первую половину суббореального периода [Panova, Antipina, 2016; Панова, Антипина, 2017]. По-видимому, расхождения объясняются перерывом в осадконакоплении опорного разреза Аятского торфяника, исследованного Н.А. Хотинским. В результате этого большая часть отложений начала суббореального периода не нашла отражения в его пыльцевой диаграмме.

Первое климатическое изменение глобального масштаба (событие 8.2 ka), определившие границу между ранним и средним голоценом [Walker et al., 2019], во время которого во многих районах Северной Евразии наблюдалось похолодание и уменьшение влажности, не нашли четкого отражения в спорово-пыльцевых диаграммах изученных разрезов на Среднем и Северном Урале.

Северный Урал

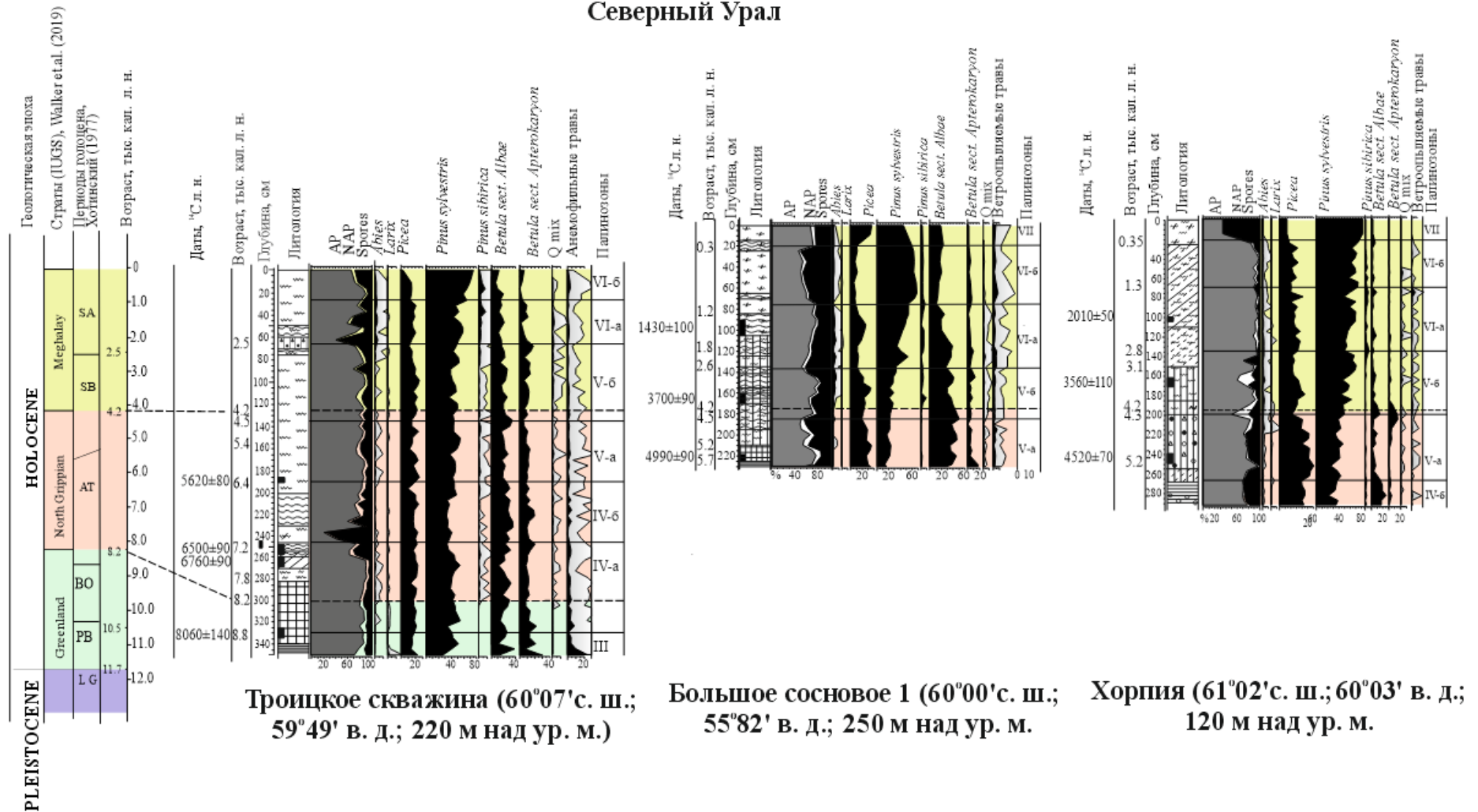


Рисунок 6.4 – Сопоставление спорово-пыльцевых диаграмм разрезов: Троицкое скважина, Большое сосновое, Хорпия

Событие 8.2 ka также не нашло убедительного отражения и в спорово-пыльцевых диаграммах разреза осадков оз. Таватуй на Среднем Урале [Масленникова и др., 2016a]. Вероятно, с этим периодом можно связать резкое уменьшение содержания пыльцы *Picea obovata* на диаграмме разреза Береговая XIII (Средний Урал) в период, предшествующий событию 8.2 ka (8.2-8.6 тыс. кал. л. н.), которое могло быть связано с более сухими климатическими условиями. Более наглядно, это событие проявилось на Приполярном Урале. Здесь в спорово-пыльцевых диаграммах (разрез Кулемья) в период около 8.0 тыс. кал. л. н. (на глубине 75 см) отмечается резкое снижение содержания пыльцы *Picea obovata* и повышение – *Betula* sect. *Apterokaryon*, что могло быть следствием предшествующего сухого похолодания.

Второй глобальный климатический сдвиг, на рубеже среднего и позднего голоцена (событие 4.2 ka), отразился похолоданием в Северной Атлантике и наиболее ярко проявился в усилении аридизации в средних и низких широтах обоих полушарий [Walker et al., 2019]. Это событие прослеживается в палиноспектрах на Среднем и Северном Урале. Оно отражается в снижении содержания пыльцы *Picea obovata* и отсутствии пыльцы широколиственных деревьев, что можно рассматривать следствием сухого похолодания.

По расчетным данным, в разных разрезах эти изменения происходили в период от 4.5 до 4.0 тыс. кал. л. н. В диаграмме разреза Маньинский Хартым на Приполярном Урале на временном отрезке 4.2 тыс. кал. л. н. существенных изменений не выявлено, а уровень наибольшего падения пыльцы *Picea obovata* и исчезновения пыльцы *Tilia* и *Ulmus* датируется временем около 5.0 тыс. кал. л. н.

Полученные новые палинологические и радиоуглеродные данные позволяют существенно расширить хронологические рамки климатического оптимума голоцена на Урале. Ранее временной период климатического оптимума голоцена указывался до 5.4 тыс. кал. л. н. Согласно нашим данным, этот период завершился позднее – 4.2 тыс. кал. л. н.

Приполярный Урал

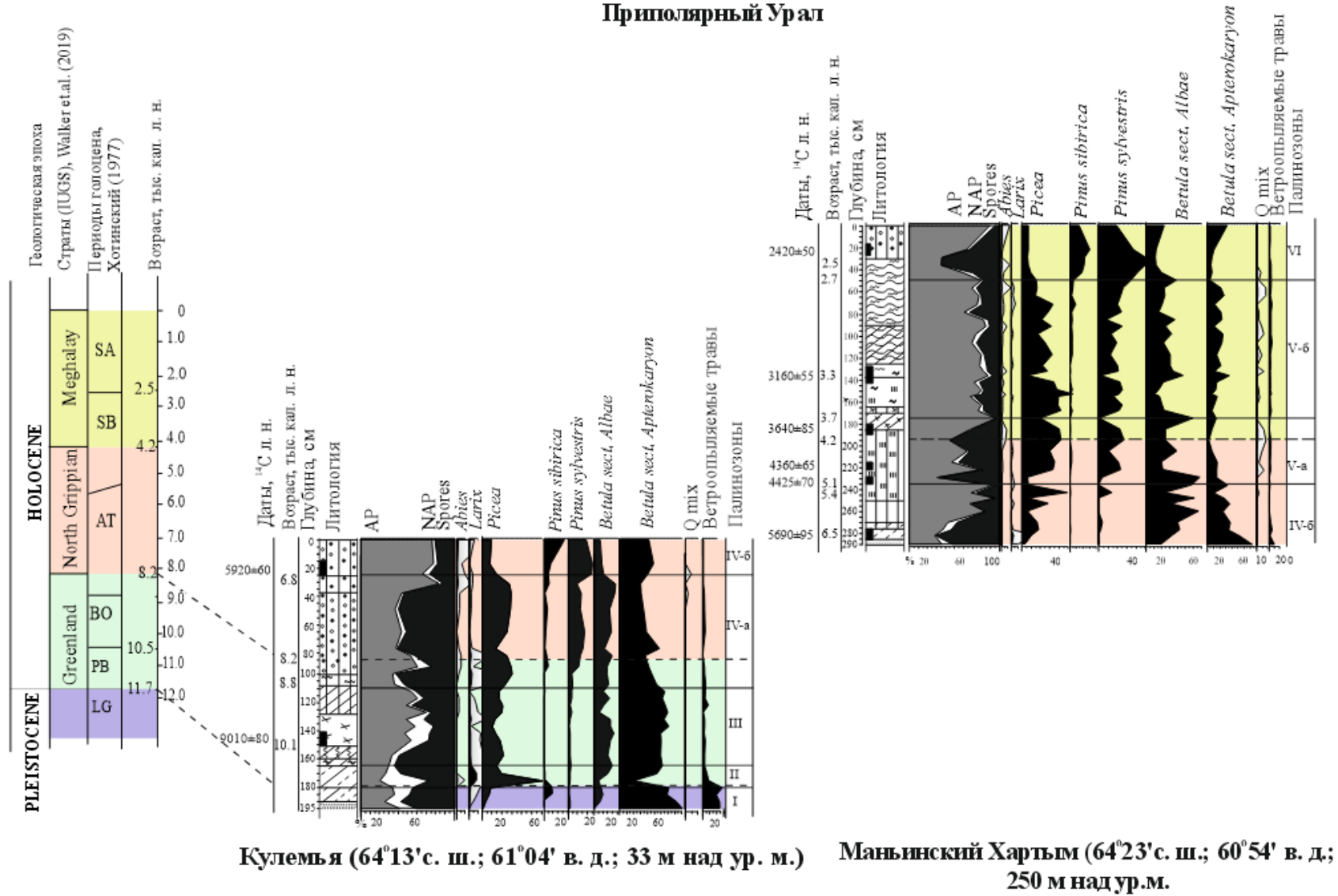


Рисунок 6.5 – Сопоставление спорово-пыльцевых диаграмм разрезов: Кулемья, Маньинский Хартым

6.2. История растительности таежной зоны восточных предгорий Урала за последние 12000 лет

Выделенные палинозоны отражают общую динамику развития региональной растительности от господствующих травяно-кустарниковых сообществ в позднеледниковье до современных таежных лесов, обусловленную глобальными климатическими изменениями в голоцене.

Позднеледниковье (более 11.7 тыс. кал. л. н.). Климат конечных стадий позднеледниковья оставался холодным и сухим. На всей исследуемой территории Среднего Урала преобладала безлесная травяно-кустарниковая растительность. В этот период в спорово-пыльцевых спектрах (разрезы Песчаное 1, Варга 2 скважина) отмечается высокое содержание пыльцы травянистых растений (*Artemisia*, представители семейств *Chenopodiaceae*, *Roaceae* и *Cyperaceae*) до 214 %, *Betula* sect. *Apterokaryon*, *Salix*, присутствует пыльца *Ephedra* (см. рис. 6.1, 6.2). В то же время, на месте большинства современных торфяников существовали холодные водоемы, в которых накапливались глины и обитали зеленые водоросли – *Pediastrum kawraiskyi*, *P. boryanum* [Panova, Antipina, 2016]. Подобный перигляциальный растительный комплекс в позднеледниковье существовал и на Южном Урале, где преобладали степные сообщества [Панова, 1982; Масленникова и др. 2012а, 2012б; Maslennikova et. al., 2017], а также на многих территориях Русской равнины и Западной Сибири [Хотинский, 1977; Борисова и др., 2005; Бляхарчук, 2012; Новенко, 2016 и мн. др.].

По данным палинологического анализа пещерных отложений на Северном Урале, в современной подзоне средней тайги, заключительные стадии позднеледниковья (13–10.3 тыс. ¹⁴С л. н.) характеризовались господством перигляциальных лесостепей. На плакорных участках произрастали разнотравно-злаковые сообщества, на северных склонах и по заболоченным местам – ерниковые

заросли, по речным долинам – березовые редколесья с участием *Picea obovata* [Лаптева, 2005; 2009].

На Приполярном Урале, по палинологическим данным придонных отложений разреза Кулемья (Рисунок 6.5), в позднеледниковье также были распространены тундровые кустарниковые сообщества с доминированием *Betula* sect. *Apterokaryon* (более 40 %), с участием *Salix*, *Duschekia fruticosa*, а также гипново-моховые ассоциации. При этом травянистых растений было значительно меньше – около 25 %.

Результаты исследования свидетельствуют, что в условиях холодного и сухого климата позднеледниковья на всей исследуемой территории восточных предгорий Урала преобладала безлесная травяно-кустарниковая растительность из *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Salix*, *Duschekia fruticosa*, *Betula* sect. *Apterokaryon*. На юге территории доминировали степные травянистые сообщества, а на севере – тундровые кустарниковые.

В то же время, как показали исследования в горных районах Южного и Среднего Урала [Панова, 1982; Панова и др., 2001], многообразие экотопов в горах способствовало сохранению в позднеледниковье всех ныне живущих на Урале и даже некоторых исчезнувших в позднем голоцене (*Carpinus*) лесообразующих видов древесных растений [Панова, 2017]. Так, по результатам палинологического изучения отложений торфяников в районе Висимского заповедника основные виды древесных растений – *Picea obovata*, *Abies sibirica*, *Pinus sibirica*, *Pinus sylvestris* L., *Larix*, *Betula* sect. *Albae* – сохранялись в позднеледниковье в западных предгорьях Среднего Урала. Под пологом *Abies sibirica* и *Picea obovata* могли переживать неблагоприятные климатические периоды и широколиственные виды. Основные убежища *Abies sibirica* и широколиственных видов (*Ulmus*, *Tilia*, *Quercus*, *Corylus*, *Carpinus*) находились в юго-западных предгорьях Южного Урала [Панова, 1982]. С потеплением в голоцене лесная растительность распространилась на восточный склон и на север. Позднее исследования на Северном и Приполярном Урале показали, что такие древесные виды, как *Picea obovata*, *Larix sibirica* и *Betula* sect. *Albae*, могли переживать суровые условия позднеледниковья и в более северных

горных районах [Лаптева, 2005; Антипина, Панова, 2016]. Об этом свидетельствуют также более ранние исследования на северо-востоке Европейской части СССР.

Наши данные подтверждаются генетическими исследованиями, согласно которым, *Larix sibirica*, *Abies sibirica*, *Pinus sylvestris* в неблагоприятные периоды плейстоцена могли сохраняться в средних широтах в нескольких рефугиумах, в том числе на Урале [Семерикова, Семериков, 2011; Semerikov et al., 2013; 2018, 2019].

Ранний голоцен (11.7-8.2 тыс. кал. л. н.). Начало голоцена повсеместно характеризуется резким увеличением в спорово-пыльцевых диаграммах пыльцы древесных растений [Хотинский, 1977; Никифорова, 1982; Blyakharchuk, Sulerzhitsky, 1999; Борисова и др., 2005; Borisova et.al., 2011; Бляхарчук, 2012; Новенко, 2016].

В пребореальном периоде раннего голоцена на Среднем Урале, по мере отступления ледников и потепления климата, расширялись площади, занятые лесной растительностью. На равнинных водораздельных пространствах произрастали, в основном, редкостойные елово-лиственничные леса, участие *Betula sect. Albae* было значительно меньше, а на дренируемых возвышенных формах рельефа встречалась *Pinus sylvestris* (Песчаное 1, Варга 2 скважина, рис.б.1, б.2).

В палинозоне 2 разреза оз. Песчаное 1 (Рисунок 6.1) четко выделяется две фазы, которые, вероятно, отражают «половецкое потепление» и «переславское похолодание» в пребореальном периоде на Русской равнине и на Среднем Урале [Хотинский, 1970; 1977]. В первую, теплую и относительно сухую фазу («половецкое потепление») резко уменьшается доля травянистой растительности и кустарниковых берез и увеличивается – *Pinus sylvestris*. Во вторую фазу, связанную с похолоданием и повышением увлажнения («переславское похолодание») участие *Pinus sylvestris* уменьшается, наоборот увеличивается встречаемость *Larix sibirica* и *Picea obovata*.

В районе Шигирского торфяника, расположенного в 50 км севернее (Рисунок 6.2), четкое деление пребореального периода на аналогичные фазы не

выражено. Резкое уменьшение травянистых сообществ сразу сменяется доминированием *Larix sibirica* и увеличением доли *Picea obovata*.

В бореальном периоде раннего голоцена, в растительном покрове Среднего Урала доминировали березовые леса, а площади еловых древостоев сократились. Начиная со второй половины бореального периода увеличивается экспансия *Pinus sylvestris*. В начале атлантического периода (8.8-8.2 тыс. кал. л. н.) она становится доминирующим лесообразующим видом. В составе лесов также появляются *Abies sibirica* и *Pinus sibirica*.

Растительный покров Северного Урала в пребореальный период формируют кедрово-еловые и сосново-березовые редколесья северо-таежного типа с участками мезофильных лугов [Лаптева, 2005; 2009]. Уже в бореальном периоде здесь распространились березово-еловые древостои (разрез Троицкое скважина, рисунок 6.4). Далее увеличивается распространение *Pinus sylvestris* и формируются березово-сосновые леса.

На Приполярном Урале (разрез Кулемья, рисунок 6.5) раннем голоцене резко увеличилось количество пыльцы *Picea obovata* и уменьшилось – *Betula* sect. *Apterokaryon*. Соответственно, в составе растительности преимущественно были представлены редкостойные березово-еловые леса, с примесью *Larix sibirica*, а площади кустарниковых тундр сократились.

Средний голоцен (8.2-4.2 тыс. кал. л. н.). К среднему голоцену относится почти весь атлантический период и первая половина суббореального.

В это время на Среднем и Северном Урале преобладали сосновые леса с примесью *Betula* sect. *Albae* и *Picea obovata*, в подлеске появляются широколиственные (*Tilia*, *Ulmus*, *Quercus*, *Corylus*). Во второй половине атлантического периода присутствие широколиственных увеличивается: на Среднем Урале до 1.6 % (Варга 2 скважина, рисунок 6.2), на Северном Урале – до 1.2 % (Троицкое скважина, рисунок 6.4). Состав растительности второй половины атлантического периода соответствует умеренно влажным и теплым климатическим условиям. На Среднем Урале в это время преобладают хвойные сосновые и еловые леса с участием *Abies sibirica* и широколиственных древесных

растений (Рисунок 6.2, 6.3). В южной части Среднего Урала (разрез Песчаное1, рисунок 6.1) произрастали березово-сосновые леса с примесью *Picea obovata*, *Abies sibirica* и широколиственных видов (*Tilia*, *Ulmus*, *Quercus*, *Corylus*, *Carpinus*) и *Alnus glutinosa*.

На Северном Урале были распространены березово-еловые и сосновые леса с примесью *Pinus sibirica* и *Abies sibirica* южно-таежного облика. На Приполярном Урале, судя по появлению пыльцы *Abies sibirica*, *Tilia* и *Ulmus* (Маньинский Хартым, рисунок 6.5), леса приобретают средне- и южно-таежный облик. Судя по единичному присутствию пыльцы *Ulmus*, *Tilia* и *Quercus* в спектрах, эти широколиственные виды в конце атлантического периода доходили до Северного и даже Приполярного Урала. По литературным данным *Quercus* на восточном склоне Урала в голоцене достигал 61° с. ш. [Лаптева, 2007].

На рубеже атлантического и суббореального периодов произошло изменение климата – похолодало и стало суше [Хотинский, 1987]. Это кратковременное сухое похолодание, датируемое в разных разрезах около 4600 и 5000 ¹⁴C л. н. (5.4-5.8 тыс. кал. л. н.), фиксируется в палиноспектрах разрезов Среднего и Северного Урала по уменьшению доли в спектрах пыльцы *Picea obovata* и широколиственных растений, увеличением количества пыльцы *Pinus sylvestris*, а на Приполярном – уменьшением участия пыльцы *Picea obovata* и увеличением доли пыльцы *Betula sect. Albae*.

Первая половина суббореального периода является наиболее теплым временем голоцена. В это время максимальные площади на всем исследуемом пространстве таежной зоны Урала занимают еловые и сосновые леса с участием широколиственных древесных растений. Участие *Betula sect. Albae* было минимальным. Максимум пыльцы *Picea obovata* в отложениях этого периода прослеживается почти во всех спорово-пыльцевых диаграммах Среднего, Северного и Приполярного Урала. Только в южной части Среднего Урала (разрез Песчаное 1), *Picea obovata* не играла существенной роли в составе древостоев на протяжении всего голоцена. Здесь в первой половине суббореального периода преобладали сосновые леса с примесью *Ulmus*, *Tilia*, *Quercus*, *Corylus*.

Более мягкий климат способствовал смещению растительных зон в северном направлении. Согласно нашим данным, граница подзоны южно-таежных лесов располагалась к северу не менее чем на 500 км, по сравнению с ее расположением в середине прошлого века [Лесорастительные условия... 1973]. Опираясь на климатические характеристики соответствующих современных подзон Западной Сибири [Савина, Хотинский, 1982], можно предположить, что в это время на Северном Урале летние температуры были примерно на 1°, а зимние – на 3-4° выше, чем в настоящее время; в исследуемом районе предгорий Приполярного Урала средние летние и зимние температуры были примерно на 2° выше современных [Антипина и др., 2014; Антипина, Панова, 2016].

Наши выводы согласуются с литературными данными о широкой экспансии еловых лесов с примесью широколиственных пород в середине суббореального периода на прилегающей к Уралу территории северо-востока Европейской части России. Этот период рассматривается как суббореальный термический максимум. Содержание пыльцы широколиственных древесных растений в спорово-пыльцевых спектрах в это время в 2–3 раза выше, чем в атлантическом периоде, соответственно северная граница южной тайги могла достигать 64° с. ш. [Никифорова, 1982]. Максимальное развитие еловых лесов обнаружено в это же время и в Предуралье [Лаптева и др., 2017], и в центральных районах Европейской части России [Хотинский, 1977; Новенко, 2016].

Поздний голоцен (от 4.2 тыс. кал. л. н.). Позднему голоцену соответствуют вторая половина суббореального и субатлантический период голоцена.

На рубеже среднего и позднего голоцена (около 4.2 тыс. кал. л. н.) произошло кратковременное сухое похолодание, вызвавшее на Урале резкое сокращение *Picea obovata* и широколиственных древесных растений.

Во второй половине суббореального периода (4.2-2.6 тыс. кал. л. н.) на Среднем Урале в растительном покрове представлены сосновые и пихтово-еловые леса, с примесью *Tilia*, *Ulmus*, *Quercus*. На Северном Урале в среднетаежной подзоне (разрез, рисунок 6.4) большей частью были распространены березово-еловые и сосновые леса с небольшим участием *Ulmus*, *Tilia*, *Quercus*, а в северо-

таежной (разрез Хорпия, рисунок 6.4) – сосновые и еловые с *Abies sibirica*, *Tilia* и *Ulmus* в подлеске.

На Приполярном Урале, судя по спорово-пыльцевым диаграммам разреза Маньинский Хартым (Рисунок 6.5), преобладали березово-еловые леса с участием *Abies sibirica*. Возможно, единично встречались *Ulmus* и *Tilia*. *Pinus sylvestris* в лесной растительности играла менее значительную роль. В то же время заметное место в растительном покрове по заболоченным местам занимали *Betula* sect. *Apterokaryon*.

В субатлантическом периоде (от 2.6 тыс. кал. л. н.) на восточном склоне Среднего Урала доминируют сосновые леса. Еловые древостои занимают значительно меньшее место в лесной растительности, но заметная роль в темнохвойных формациях принадлежит *Abies sibirica*. Встречается *Pinus sibirica* (Рисунок 6.1-6.3).

На Северном и Приполярном Урале в составе лесной растительности преобладает *Pinus sylvestris*. Встречаются *Pinus sibirica*, *Abies sibirica* и *Betula* sect. *Apterokaryon*. В северном направлении уменьшается участие *Picea obovata* (Рисунок 6.4-6.5).

Таким образом, в течение последнего этапа голоцена на восточном склоне Урала происходило постепенное обеднение состава лесов теплолюбивыми древесными породами. Из растительных сообществ исчезали широколиственные древесные растения – *Quercus*, *Corylus*. *Ulmus* и *Tilia*, в настоящее время, эти виды, кроме лещины, местами сохранились в подлеске и представляют реликтовый элемент (со среднего голоцена) в современном растительном покрове Среднего Урала [Горчаковский, 1969]. Темнохвойные формации с участием широколиственных древесных растений сменились светлохвойными сосновыми, близкими по облику современным таежным лесам региона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате сопряженного палинологического и ботанического анализов и дробного радиоуглеродного датирования отложений торфяников таежной зоны восточных предгорий Урала получен большой фактический материал, который позволил детально реконструировать историю региональной растительности и природной среды в регионе на фоне изменяющихся климатических условий позднеледниковья и голоцена и установить календарный возраст выявленных сукцессий.

Полученные новые данные внесли существенные изменения и дополнения в имевшиеся ранее представления о динамике растительности в голоцене на Среднем Урале.

На территории Северного Урала впервые детально реконструирована динамика растительности в голоцене по результатам комплексного палеоботанического анализа датированных отложений торфяников.

Для территории Приполярного Урала впервые получены данные по истории растительности в голоцене на основе палинологического и радиоуглеродного методов анализа и установлены основные этапы развития растительности от позднеледниковья до современности на геохронологической основе.

На основе ботанического анализа торфа детально исследована динамика болотной растительности и особенности болотообразовательного процесса в голоцене в разных подзонах тайги.

Начало болотообразовательного процесса относится к раннему голоцену (около 10 тыс. кал. л. н.). В изученных разрезах на Северном Урале торфообразование началось позднее – около 7.4 тыс. кал. л. н. Выявлено 2 пути болотообразования: заторфовывание мелководных озер и суходольное заболачивание лесов. В течение голоцена в средне- и северотаежной подзонах болота прошли все стадии развития от эвтрофной до олиготрофной; в южной подзоне верховой стадии достигли отдельные болотные массивы или их части.

По результатам спорово-пыльцевого анализа и с учетом радиоуглеродного датирования проведено сопоставление спорово-пыльцевых диаграмм опорных разрезов озерно-болотных отложений. Выделено 7 основных унифицированных палинозон, сопоставленных с хронологическим эталоном периодизации голоцена [Walker et.al. 2019]. Изменения в составе спорово-пыльцевых комплексов одной палинозоны разных разрезов синхронны, отражают отклик на климатические изменения.

Реконструированы глобальные катастрофические события – резкие сухие похолодания (события 8.2 ka и 4.2 ka) определены стратиграфические рубежи между стадиями голоцена (ранним, средним и поздним). Климатические изменения повлияли на состав древостоев.

В истории лесной растительности восточных предгорий Урала в пределах таежной зоны можно выделить несколько этапов.

– В условиях холодного и сухого климата позднеледниковья (до 11.7 тыс. кал. л. н.) преобладали безлесные пространства с травяно-кустарниковыми и тундровыми сообществами. На юге территории доминировали степные травянистые сообщества из растений рода *Artemisia*, и семейств *Chenopodiaceae* и *Рoасеае*, а на севере – тундровые кустарниковые с *Salix*, *Duschekia fruticosa*, *Betula nana*.

– В раннем голоцене (11.7–8.2 тыс. кал. л. н.) с потеплением началось распространение древесной растительности с юга на север. В предбореале распространились елово-лиственничные редколесья с *Larix sibirica* и *Picea obovata*, в бореале – березовые леса с *Pinus sylvestris* на Среднем Урале, березово-еловые – на Северном Урале и разреженные лиственнично-березово-еловые – на Приполярном Урале.

– Наиболее благоприятные для развития лесной растительности гидротермические условия сложились в среднем голоцене (8.2–4.2. тыс. кал. л. н.). В это время максимальные площади на всем исследуемом пространстве таежной зоны Урала занимают еловые и сосновые леса с участием широколиственных древесных растений (*Tilia*, *Quercus*, *Ulmus*, *Corylus*).

– В течение позднего голоцена (после 4.2 тыс. кал. л. н.) происходило похолодание и усиление континентальности климата. Темнохвойные формации с участием широколиственных древесных растений сменились светлохвойными сосновыми. На Среднем Урале *Ulmus* и *Tilia* местами сохранились в подлеске как реликтовый элемент (со среднего голоцена).

Проведенное исследование показало, что при всем своеобразии природы восточных предгорий Урала динамика растительности региона в голоцене была обусловлена, главным образом, глобальными климатическими изменениями и корректировалась широтным положением, а также восточным расположением по отношению к осевой части Уральских гор.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ТЖ – тяжелая жидкость;

AP (arboreal pollen) – пыльца древесных и кустарниковых растений;

NAP (non-arboreal pollen) – пыльца трав и кустарничков;

Q mix – сумма пыльцы широколиственных древесных растений;

СПД – спорово-пыльцевой спектр;

СПС – спорово-пыльцевой спектр;

EPD - Европейской базы пыльцевых данных

LG – поздний гляциал;

Периоды голоцена:

PB – пребореальный / предбореальный;

BO – бореальный;

AT – атлантический;

SB – суббореальный;

SA – субатлантический

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ГОСТ 28245–89 Торф. Методы определения ботанического состава и степени разложения. – М. : Стандартиформ. –2006. – 7 с.

Антипина Т. Г. Динамика развития Горбуновского торфяника и окружающей растительности в голоцене по палинологическим данным / Т. Г. Антипина // Биологические системы: устойчивость, принципы и механизмы функционирования: материалы IV Всероссийской науч.-практ. конф. Ч. I. – Нижний Тагил. – 2012. – С. 20-23.

Антипина Т.Г. Особенности болотообразовательного процесса в Северном Зауралье // Вестник Пермского университета. Серия Биология – 2025. – Вып. 1. – С. 5-13. DOI: 10.17072/1994-9952-2025-1-5-13

Антипина Т. Г. Голоценовая динамика растительности и формирование болот на восточном склоне Приполярного и Полярного Урала / Т. Г. Антипина, Н. К. Панова // Торфяники Западной Сибири и цикл углерода: прошлое и настоящее: материалы II междунар. полев. симпозиума. – Томск. – 2007. – С. 21.

Антипина Т.Г. Палинологическое исследование торфяников на Приполярном Урале / Т. Г. Антипина, Н. К. Панова // Палинология: стратиграфия и геоэкология: сб. науч. тр. XII Всерос. палинологической конф, Санкт-Петербург, 29 сент. – 4 окт. 2008 г. – СПб. – 2008. – С. 49-55.

Антипина Т. Г. Новые данные о динамике лесных сообществ на Северном Урале в голоцене / Т. Г. Антипина, Н. К. Панова, И. В. Петрова // Вопросы экологии лесных экосистем: материалы науч. конф., Сочи, 17–20 окт. 2011г. – Сочи. – 2011. – С. 13-17.

Антипина Т. Г. Динамика природной среды в голоцене по данным комплексного анализа VI разреза Горбуновского торфяника / Т. Г. Антипина, Н. К. Панова, Н. М. Чаиркина // Известия Коми науч. центра УрО РАН. – 2013. – Вып. 4 (16). – С. 89-97.

Антипина Т. Г. Голоценовая динамика растительности и природных условий на Восточном склоне Северного Урала / Т. Г. Антипина, Н. К. Панова, О. М. Корона // Экология. – 2014. – №5. – С. 353–361.

Антипина Т. Г. Голоценовая динамика растительности и климатических условий на восточном склоне Приполярного Урала / Т. Г. Антипина, Н. К. Панова // Экология. – 2016. – №4. – С. 1–9.

Карта растительности //Атлас СССР. – М.: ГУГК, 1983.

Березина Н. А. Некоторые факторы, определяющие формирование спорово-пыльцевого спектра и использование спорово-пыльцевого анализа при

геоботанических исследованиях : автореф. дисс. к. г. н. / Н. А. Березина. – М., 1969. – 24 с.

Березина Н. А. Разрушение пыльцы – важный фактор формирования спорово-пыльцевого спектра / Н. А. Березина, С.Н. Тюремнов // Методические вопросы палинологии. – 1971. – С. 5–7.

Благовещенский Г. А. Об ископаемых и современных торфяниках Среднего Урала / Г.А. Благовещенский // Сов. Ботаника. – 1940. – № 3. – С. 59–76.

Благовещенский Г. А. История лесов Восточного склона Среднего Урала / Г. А. Благовещенский // Сов. Ботаника. – 1943. – № 6. – С. 4–16.

Бляхарчук Т. А. Новые палеопалинологические данные о динамике растительного покрова и климата Западной Сибири и прилегающих территорий в голоцене / Т. А. Бляхарчук; науч. ред. А.С. Ревушкин. – Новосибирск : Изд-во «Гео», 2012. – 139 с.

Богатырев К.П. Почвы горного Урала / К.П. Богатырев, Н.А. Ногина // О почвах Урала, Западной и Центральной Сибири. – 1962. – С. 5–49.

Богданов П. Л. Определитель споровых лесных растений травяного и мохового покрова / П. Л. Богданов. – М. ; Л. : Гослесбумиздат, 1951. – 32 с.

Борисевич Д. В. Рельеф и геологическое строение // Урал и Приуралье / Общ. ред. И.П. Герасимов. М. – 1968. – С. 19–78.

Борисова О. К. Определение концентрации пыльцы и спор в осадках как инструмент реконструкций растительности / О. К. Борисова, Е. Ю. Новенко // Методические аспекты палинологии: материалы X Всеросс. палинол. конф. – М. – 2002. – С. 26-27.

Борисова О. К., Ландшафтно-климатические изменения в Западной Сибири в позднеледниковье и голоцене в свете новых палинологических данных / О. К. Борисова, Э. М. Зеликсон, К. В. Кременецкий, Е. Ю. Новенко // Известия РАН. Серия географ. Сер. геогр. – 2005. – С. 38-49.

Борисова О. К. Ледниковая эпоха позднего плейстоцена в умеренных широтах Южного полушария: ландшафтно-климатические особенности и хронология основных событий / О. К. Борисова // Изв. РАН Сер. геогр. – 2007. – С. 96-106.

Борисова О. К. Ландшафтно-климатические изменения в умеренных широтах Северного и Южного полушария за последние 130 000 лет / О. К. Борисова. – М. : ГЕОС, 2009. – 264 с.

Ваганов Е. А. Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской Субарктике / Е. А. Ваганов, С. Г. Шиятов, В. С. Мазепа. – Новосибирск : Наука, 1996. – 246 с.

Величко А. А., Миграция границы тундра-лес при изменяющемся климате / А. А. Величко, О. К. Борисова, К. В. Кременецкий // Природа. – 1997. – №2. – С. 34-47.

Герасимов Д. А. Геоботаническое исследование торфяных болот Урала / Д. А. Герасимов // Торфяное дело. – 1926. – №3. – С. 53-58.

Гладков А. Н. Пыльцевой анализ / А. Н. Гладкова, В.П. Гричук, Н.К. Стельмак. – М. : Изд-во геолог. литер., 1950. – 572 с.

Головко В. К. По рекам Урала. / В. К. Головко, В. А. Оконешников. – Свердловск : Средне-Уральское Книжное Издательство, 1973. – 172 с.

Горчаковский П. Л. Болотная растительность // // Урал и Приуралье / Общ. ред. И.П. Герасимов. М. – 1968. – С. 257–261.

Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2008 года. Торф. Сводные данные. Вып. 96. – М. – 2008. – 204 с.

Грабовик С. И. Влияние некоторых экологических факторов на споровую продуктивность сфагновых мхов / С. И. Грабовик // Ботан. журн. – 1986. – Т. 71. – №12. – С. 1652-1657.

Гребенщикова А. А. Определение сфагновых мхов в торфе / А. А. Гребенщикова // Методы исследования торфяных работ, Ч.2. Лабораторные и камеральные работы под ред. М.И. Нейштадта. – 1939. – Тр. ЦТОС, Т.VI. – С. 61-83.

Гричук В. П. Методика обработки осадочных пород бедных органическими остатками, для целей пыльцевого анализа / В. П. Гричук // Проблемы физической географии. – 1940. – Вып. 8. – С. 53-58.

Гричук В. П. Опыт характеристики состава пыльцы в современных отложениях различных растительных зон Европейской части СССР / В. П. Гричук // Проблемы физической географии. – 1942. – Вып. II. – С. 101-123.

Гричук В. П. Растительность Русской равнины в нижне- и средне-четвертичное время / В. П. Гричук // Тр. Ин-т. географии АН СССР. – 1950. – Вып. 46. – С. 5-202.

Гричук В. П. Опыт реконструкции некоторых элементов климата Северного полушария в атлантический период голоцена / В. П. Гричук // Голоцен. – 1969. – С. 41-57.

Гричук В. П. Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии / В. П. Гричук, Е. Д. Заклинская. – М. : ОГИЗ Географгиз, 1948. – 224 с.

Губанов И. А. Иллюстрированный определитель растений Средней России : в 3 т. / И. А. Губанов. – М. : Изд-во Товарищество научных изданий КМК, Институт технологических исследований, 2002. – Т. 1. – 525 с.

Денисов А. К. Послеледниковая динамика северной границы ареала дуба черешчатого в СССР и филоценогенез дубрав севера // Лесоведение. – 1980. – №1. – С. 3-11.

Доктуровский В. С. Метод анализа пыльцы в торфе / В. С. Доктуровский // Изв. Научно-экспериментального торфяного ин-та. – 1923. – № 5. – С. 5-24.

Домбровская А. В. Атлас растительных остатков, встречаемых в торфе / А. В. Домбровская, М. М. Коренева, С. Н. Тюремнов. – М. : Госэнергоиздат, 1959. – 363 с.

Дылис Н. В. О самоопылении и разносе пыльцы у лиственницы / Н. В. Дылис // Докл. АН СССР. – 1948. – Т. 60. – № 4 – С. 673-675.

Жилин М. Г. Варга 2. Ранненеолитическая стоянка в Среднем Зауралье (опыт комплексного исследования) : монография / М. Г. Жилин, Т. Г. Антипина, Н. Е. Зарецкая, Л. Л. Косинская, П. А. Косинцев, Н. К. Панова, С. Н. Савченко, О. Н. Успенская, Н. М. Чаиркина. – Екатеринбург. – 2007. – 98 с.

Жилин М. Г. Мезолитические памятники Горбуновского торфяника / М. Г. Жилин, С. Н. Савченко, К. Л. Лосинская, Ю. Б. Сериков, П. А. Косинцев, А. Л. Александровский, Е. Г. Лаптева, О. М. Корона – М. ; СПб. : Нестор-История, 2020. – 368 с.

Зарецкая Н. Е. Геохронология, стратиграфия и история развития торфяных болот Среднего Урала в голоцене (на примере Шигирского и Горбуновского торфяников) / Н. Е. Зарецкая, Н. К. Панова, М. Г. Жилин, Т. Г. Антипина, О. Н. Успенская, С. Н. Савченко // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2014. – Т. 22. – № 6. – С. 84-108.

Игнатов М. С. Флора мхов России. / М. С. Игнатов // Флора. Список видов. – URL: <http://arctoa.ru/flora/spisok-vidov.htm> (дата обращения: 06.06.2020).

Игошина К. Н. Растительность Урала / К. Н. Игошина // Растительность СССР и зарубежных стран. – 1964. – С. 83-230.

Инишева Л. И. Большой практикум: физикохимия биология и комплексная переработка: учеб. пособие / Л. И. Инишева, М. В. Гостищева, Е. В. Порохина, Л. В. Домбраускайте. – Томск : Изд-во Томского гос. пед. ун-та. – 2007. – 149 с.

Кабайлене М. В. Формирование пыльцевых спектров и методы восстановления палеорастительности / М. В. Кабайлене. – Вильнюс : Минтис. – 1969. – 148 с.

Кабайлене М. В. О дальности и количестве переноса пыльцы и особенности периодизации пыльцевых диаграмм / М. В. Кабайлене // Проблемы периодизации плейстоцена. – 1971. – С. 105-114.

Кабайлене М. В. Об оценке объема информации пыльцевых спектров и способах восстановления растительности / М. В. Кабайлене // Методические вопросы палинологии. – 1973. – С. 12-16.

Кабайлене М. В. Об определении пыльцевой продуктивности / М. В. Кабайлене // Палинология в СССР. М.: Наука. – 1976. – С. 34-38.

Кайгородов, А. И. Естественная зональная классификация климатов земного шара / А. И. Кайгородов. – М. : Изд-во АН СССР. – 1955. – 119 с.

Камелин Р.В. Растительный мир. Флора / Р.В. Камелин // Большая Российская энциклопедия. – 2004. – Т. «Россия». – С. 84-88.

Капустин В. Г. География Свердловской области: учеб. пособие для основ. и сред. шк. / В. Г. Капустин, И. Н. Корнев. – Екатеринбург : Сократ. – 2006. – 400 с.

Кеммерих А. О. Воды // Урал и Приуралье / Общ. ред. И.П. Герасимов. М. – 1968. – С. 118-157.

Кинд Н. В. Геохронология позднего плейстоцена и голоцена по изотопным данным / Н. В. Кинд. – М. : Наука. – 1974. – 256 с.

Климанов В. А. К методике восстановления количественных характеристик климата прошлого / В. А. Климанов // Вестник МГУ. География. – 1976. – № 2. – С. 92-98.

Климанов В. А. Связь субфоссильных спектров с современными климатическими условиями / В. А. Климанов // Известия АН СССР, сер. геогр. – 1981. – №5. – С. 101-114.

Климанов В. А. Климат Северной Евразии в позднеледниковье и голоцене (по палинологическим данным) / В. А. Климанов. – М. : АДД. – 1996. – 46 с.

Колесников Б. П. Леса Свердловской области / Б. П. Колесников // Леса СССР. – 1969. – Т. 4. – С. 770.

Колесников Б. П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области: практ. руководство / Б. П. Колесников, Р. С. Зубарева, Е. П. Смолоногов. – Свердловск : УНЦ АН СССР. – 1974. – 176 с.

Корде Н. В. Методика полевого исследования донных отложений озер / Н. В. Корде // Частные методы изучения истории современных экосистем. – 1979. – С. 51-65.

Крылов Г. В. Леса Западной Сибири / Г. В. Крылов, А. Г. Крылов // Леса СССР. – М. : Наука. – 1969. – Т. 4. – 770 с.

Кувшинова К. В. Климат // Урал и Приуралье / Общ. ред. И.П. Герасимов. М. – 1968. – С. 82-109.

Куликов П. В. Эндемичные растения Урала во флоре Свердловской области / П. В. Куликов, Н. В. Золотарева, Е. Н. Подгаевская науч. ред. В. А. Мухин –

Екатеринбург : Ин-т экологии растений и животных УрО РАН, Ботанический сад УрО РАН. – 2013. – 612 с.

Куницын Л. Ф. Урал / Л. Ф. Куницын // Западная Сибирь : монография – М. : Изд. АН СССР. – 1963. – 414 с.

Куприянова Л. А. Пыльца и споры растений флоры европейской части СССР : в 3 т. / Л. А. Куприянова, Л. А. Алешина. – М. : Наука. – 1972. – Т. 1. – 171 с.

Лаптева Е. Г. Реконструкция этапов развития растительности Северного Урала в позднем плейстоцене и голоцене / Е. Г. Лаптева // Экология: от генов до экосистем: Материалы конференции мол. ученых. – Екатеринбург. – 2005. – С. 141-151.

Лаптева Е. Г. Динамика климата и растительности подзоны средней тайги на восточном склоне Северного Урала в раннем и среднем голоцене на основе палинологических данных разреза пещеры «Лисья» / Е. Г. Лаптева // Вестник МГУ. Сер. 5. Геогр. – 2007. – № 2. – С. 76.

Лаптева Е. Г. Ландшафтно-климатические изменения на восточном склоне Северного Урала за последние 50 тыс. лет / Е. Г. Лаптева // Экология. – 2009. – № 4. – С. 284-290.

Лаптева Е. Г. Палинологические исследования на VI Разрезе Горбуновского торфяника в 2007 г. / Е. Г. Лаптева // Древности Горбуновского торфяника. Охранные археологические исследования на Среднем Урале: сборник статей. – 2010. – Вып. 6. – С. 157-163.

Лаптева Е. Г. Первые данные о динамике растительности Верхнего Прикамья в среднем и позднем голоцене / Е. Г. Лаптева, Н. Е. Зарецкая, П. А. Косинцев, Е. Л. Лычагина, А. В. Чернов // Экология. – 2017. – № 4. – С. 267-276.

Левковская Г. М. Современные представления о способах подсчета результатов спорово-пыльцевого анализа четвертичных отложений и построение диаграмм / Г.М. Левковская; под ред. А. И. Зубакова // Проблемы палеогеографии. – 1965. – С. 314.

Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области // Практическое руководство. – Свердловск : УНЦ АН СССР. – 1973. – 176 с.

Любимова Е. Л. Ботанико-географические исследования южной части Приполярного Урала / Е. Л. Любимова // Материалы по физ. Географии СССР // Тр. ин-та географ. – 1955. – LXIV. – С. 201-241.

Маковский В. И. Условия, причины и характер заболачивания лесов междуречья Лозьвы-Пелым / В. И. Маковский // Природа и лесная растительность северной части Свердловской области. – 1964. – С. 73-83.

Маковский В. И. О возрасте торфяников и формировании лесной растительности в подзоне северной тайги (междуречье Лозьвы и Пелыма) / В. И. Маковский // Вопросы физиологии и геоботаники. – 1966. – Вып. 4. – С. 53-63.

Маковский В. И. Подзональные особенности болотных массивов таежного Зауралья / В. И. Маковский // Типы болот СССР и принципы их классификации. – 1974. – С. 154-161.

Маковский В. И. Формирование растительности горного пояса Южного Урала в голоцене / В. И. Маковский, Н. К. Панова // Развитие лесообразовательного процесса на Урале. – 1977. – С. 3-17.

Масленникова А. В. Реконструкция условий осадконакопления оз. Иткуль (Средний Урал) на базе комплексного анализа донных отложений / А. В. Масленникова, В. В. Дерягин // Вопросы современной науки и практики. ин-т им. Вернадского. – 2009. – №12. – С. 8-18.

Масленникова А. В. Реконструкция условий голоценовой озерной седиментации на восточном склоне Южного Урала / А. В. Масленникова, В. В. Дерягин, В. Н. Удачин // Литосфера. – 2012а. – №2. – С. 21-32.

Масленникова А. В. Корреляция голоценовых разрезов донных отложений озер Южного и Среднего Урала / А. В. Масленникова, В. В. Дерягин, В. Н. Удачин // Вестн. ин-та Геологии Коми науч. центра РАН. – 2012б. – №3. – С. 6-8.

Масленникова А. В. Реконструкция обстановок озерного седиментогенеза в позднеледниковье и голоцене Среднего Урала / А. В. Масленникова, В. Н. Удачин, Д. В. Пирогов, П. В. Хворов // Литосфера. – 2016. – № 6. – С. 166-176.

Масленникова А. В. Отражение глобальных осцилляций палеоклимата позднеледниковья и голоцена в палинологической летописи донных отложений озера Таватуй (Средний Урал) / А. В. Масленникова, В. В. Дерягин, В. Н. Анфилов, В. Н. Удачин // Докл. АН. – 2016а. – № 468 (4). – С. 433-436.

Монозон М. Х. Описание пыльцы видов полыней, произрастающих на территории СССР (Для целей пыльцевого анализа) / М. Х. Монозон // Тр. ин-та географии: матер. по геоморф. и палеогеогр. СССР. – 1950. – Т. XLVI. – С. 271-359.

Монозон М. Х. Морфология пыльцы семейства Chenopodiaceae / М. Х. Монозон // Тр. ин-та географии: матер. по геоморф. и палеогеогр. СССР. – 1951а. – Т. L. – С. 142-166.

Монозон М. Х. Морфологическое описание пыльцы главнейших видов дуба, произрастающих на территории СССР / М. Х. Монозон // Тр. ин-та географии: матер. по геоморф. и палеогеогр. СССР. – 1954. – Т. LXI. – С. 93-118.

Монозон М. Х. Описание пыльцы представителей семейства Ulmaceae, произрастающих на территории СССР / М. Х. Монозон // Тр. ин-та географии: матер. по геоморф. и палеогеогр. СССР. – 1959. – Т. 21. – С. 157-165.

Нейштадт М. И. История лесов и палеогеография СССР в голоцене / М. И. Нейштадт; под ред. Е. М. Лавренко. – М. – 1957. – 404 с.

Немкова В. К. История растительности Предуралья за поздне- и послеледниковое время / В. К. Немкова // Актуальные вопросы современной геохронологии. – 1976. – С. 259-275.

Никифорова Л. Д. Динамика ландшафтных зон голоцена северо-востока Европейской части СССР / Л. Д. Никифорова // Развитие природы территории СССР в позднем плейстоцене и голоцене. – 1982. – С. 154-162.

Новенко Е. Ю. Изменения растительности и климата Центральной и Восточной Европы в позднем плейстоцене и голоцене в межледниковые и переходные этапы климатических макроциклов // Е. Ю. Новенко. – М. : ГЕОС. – 2016. – 228 с.

Ногина Н. А. Уральская провинция / Н. А. Ногина // Почв.-геогр. районирование СССР: (В связи с с.-х. использованием земель). – 1962. – С. 107-110.

Орлов В. И. Ход развития природы лесоболотной зоны Западной Сибири / В. И. Орлов. – Л. : Недра. – 1968. – 172 с.

Палеопалинология / под общ. ред. И. М. Покровской. – Л. : Изд-во Недра. – 1966. – Т. I. – 352 с.

Панова Н. К. Формирование растительного покрова среднегорного высотного пояса Южного Урала с изменениями климата в голоцене / Н. К. Панова // Взаимосвязи среды и лесной растительности на Урале. – 1981а. – С. 40-57.

Панова Н. К. Роль природных и антропогенных факторов в формировании растительности горных темнохвойных лесов Среднего Урала / Н. К. Панова // Антропогенные факторы в истории современных экосистем – 1981б. – С. 149-157.

Панова Н. К. История горных лесов центральной части Южного Урала в голоцене / Н. К. Панова // Лесоведение. – 1982. – № 1. – С. 26–34.

Панова Н. К. Голоценовая динамика растительности по данным спорово-пыльцевого анализа торфяника на горе Шайтан-Камень / Н. К. Панова // Горные экосистемы Урала и проблемы рационального природопользования (информ. мат-лы). – 1986. – С. 58.

Панова Н. К. Палинологическая характеристика Ольховского болота / Н. К. Панова // Влияние болота на экологическое состояние района расположения Белоярской АЭС. – 1991. – С. 42-50.

Панова Н. К. История развития лесной растительности на Урале в голоцене / Н. К. Панова // Лесообразовательный процесс на Урале и в Зауралье. – 1996. – С. 26-50.

Панова Н. К. История озер и растительности в центральной части Среднего Урала в поздне- и послеледниковое время / Н. К. Панова // Охранные археологические исследования на Среднем Урале. – 2001. – Вып. 4. – С. 48-59.

Панова Н. К. Исследование динамики лесной растительности в голоцене / Н. К. Панова // Лесоводственная наука на Урале: моногр. Екатеринбург : Ур. гос. лесотех. ун-т. – 2006. – С. 40-47.

Панова Н. К. Реконструкция природной среды в голоцене по результатам палинологического исследования археологических памятников на Среднем Урале / Н. К. Панова // Этноистория и Археология Северной Евразии: теория, методология и практика исследования : сб. науч. тр. межд. конф. Иркутск, 2007. – С. 351-356.

Панова Н. К. Динамика природной среды в голоцене по данным палинологического анализа стоянки Береговая 2 на Горбуновском торфянике (Средний Урал) / Н. К. Панова // Экология древних и традиционных обществ. – 2011. – Вып. 4. – С. 62-64.

Панова Н. К. Трансформация растительных сообществ таежной зоны Урала в голоцене / Н. К. Панова // Экология и география растений и растительных сообществ : материалы IV Международной научной конференции. – Екатеринбург. – 2018. – С. 648 - 652.

Панова Н. К. К истории горных лесов Висимского заповедника в голоцене / Н. К. Панова, В. И. Маковский // Темнохвойные леса Среднего Урала. – 1979. – Вып. 128. – С. 25-33.

Панова Н. К. О голоценовой динамике растительности и возрасте болот в верхнем таежном поясе горы Яман-Тау / Н. К. Панова, В. И. Маковский // Восстановительная и возрастная динамика таежных лесов Среднего Урала: сб. науч. тр. – 1987. – С. 95-101.

Панова Н. К. Палинологические исследования торфяника у оз. Песчаное / Н. К. Панова, Т. Г. Коротовская // Лесоэкологические и палинологические исследования болот на Среднем Урале. – 1990. – С. 47-55.

Панова Н. К. Палинологическая характеристика отложений Игнatieвской пещеры / Н. К. Панова, Г. В. Быкова; под ред. В. Т. Петрин // Палеолитическое святилище в Игнatieвской пещере на Южном Урале. – 1992. – Прил. 8. – С. 191-196.

Панова Н. К. Динамика растительности предлесостепного Зауралья в голоцене / Н. К. Панова, В. И. Маковский, В. А. Хижняк // Лесообразовательный процесс на Урале и в Зауралье: сб. науч. трудов. – 1996 – С 94 –101.

Панова Н. К. Голоценовая динамика растительности в районе Красноуфимской лесостепи / Н. К. Панова, В. И. Маковский, Н. Г., Ерохин // Лесообразовательный процесс на Урале: сб. науч. тр. – 1996. – С. 81-94.

Панова Н. К. Динамика растительности на верхней границе леса Полярного Урала в голоцене / Н. К. Панова, В. Янковска // Динамика болотных экосистем Северной Евразии в голоцене. – 2000. – С. 11-15.

Панова Н. К., Итоги изучения болот и развития лесной растительности Висимского заповедника в голоцене / Н. К. Панова, В. И. Маковский, В. А. Хижняк // Исследования эталонных природных комплексов Урала : мат. науч. конф., посв. 30-летию Висимского заповедника. Екатеринбург. – 2001. – С. 349-365.

Панова Н. К., Реконструкция природной среды эпохи энеолита по результатам палинологического и карпологического исследований торфяниковых памятников на Среднем Урале / Н. К. Панова, С. С. Трофимова // Экология древних и современных обществ. – 2003. – Вып. 2. – С. 76-79.

Панова Н. К., Динамика растительности и экологических условий на Полярном Урале в голоцене / Н. К. Панова, В. Янковска, О. М. Корона, Е. В. Зиновьев // Экология. – 2003. – N 4. – С. 248-260.

Панова Н. К. К динамике природной среды в верховьях реки Исети в железном веке / Н. К. Панова, Т. Г. Антипина // Пятые Берсовские чтения к 100-летию Е.М Берс. – 2006. – С. 209-211.

Панова Н. К. Динамика растительности и природной среды в голоцене по данным палинологического и ботанического исследования археологических памятников Шигирского торфяника / Н. К. Панова, Т. Г. Антипина // Экология древних и традиционных обществ. – 2007а. – Вып. 3. – С. 48-50.

Панова Н. К. Голоценовая динамика растительности и экологических условий формирования Шигирского торфяника вблизи археологического памятника Варга 2 (по результатам палинологического и ботанического анализов) / Н. К. Панова, Т. Г. Антипина // Своеобразие и особенности адаптации культур лесной зоны Северной Евразии в финальном плейстоцене – раннем голоцене. – 2007б. – С. 234-243.

Панова, Н. К. К палеоэкологии и динамике растительности в голоцене на Полярном Урале / Н. К. Панова, В. Янковская, Т. Г. Антипина // Фауны и флоры Северной Евразии в позднем кайнозое: сб. науч. работ. Екатеринбург – Челябинск. – 2008. – С. 260-265.

Панова Н. К. Сравнительная динамика растительности на Южном Ямале, Полярном и Приполярном Урале в голоцене / Н. К. Панова, Т. Г. Антипина // Биологическое разнообразие северных экосистем в условиях изменяющегося климата : материалы межд. конф., Апатиты. – 2009. – С. 25-26.

Панова Н. К. Палинологический анализ динамики хвойных в предлесостепи Западной Сибири и южной тайге Зауралья в голоцене / Н. К. Панова, Т. Г. Антипина // Генетика, экология и география дендропопуляций и ценоэкосистем. – 2010. – С. 99-108.

Панова Н. К. Торфяные болота – аккумуляторы и источники палеоэкологической информации / Н. К. Панова, Т. Г. Антипина / Болота и

биосфера : матер. Седьмой Всерос. с межд. уч. науч. шк. – Томск. – 2010. – С. 75-79.

Панова Н. К. Голоценовая динамика развития болот в предлесостепи Западной Сибири и южной тайге Зауралья / Н. К. Панова, Т. Г. Антипина // Западно-Сибирские торфяники и цикл углерода: прошлое и настоящее : матер. Третьего межд. полевого симпозиума, Ханты-Мансийск, 27 июня – 5 июля 2011 г. – Новосибирск. – 2011. – С. 63-64.

Панова Н. К. Голоценовая динамика растительности и природной среды в бореальной лесной зоне восточных предгорий Урала и Зауралья / Н. К. Панова, Т. Г. Антипина // Региональный отклик окружающей среды на глобальные изменения в Северо-Восточной и Центральной Азии : матер. межд. конф. – Иркутск. – 2012. – С. 48-50.

Панова Н. К. История развития Горбуновского торфяника на Среднем Урале и освоение его территории человеком в голоцене / Н. К. Панова, Т. Г. Антипина // Динамика современных экосистем в голоцене : матер. Третьей Всерос. науч. конф. (с международным участием), Казань, 12–15 марта 2013 г. – Казань. – 2013. – С. 273-276.

Панова Н. К. Сопряженное применение разных биоиндикационных методов для палеоэкологических реконструкций (на примере исследования торфяников Урала) / Н. К. Панова, Т. Г. Антипина // Методы палеоэкологических исследований : палинолог. школа-конф. с межд. Участием, Москва, 16–19 апреля 2014 г. – М., 2014. – С. 61.

Панова Н. К. Голоценовая История лесов на восточном склоне Среднего Урала / Н. К. Панова, Т. Г. Антипина // Леса России и хозяйство в них. – 2017. №3 (62). – С. 53-64.

Погодина Г. С., Розов Н.Н. Почвы // Урал и Приуралье / Общ. ред. И.П. Герасимов. М. – 1968. – С. 167-210.

Гафуров Ф. Г. Почвы Свердловской области / Ф. Г. Гафуров. – Екатеринбург : Изд-во Урал ун-та. – 2008. – 396 с.

Пьявченко Н. И. Лесное болотоведение / Н. И. Пьявченко. – М. : Изд-во АН СССР. – 1963а. – 192 с.

Пьявченко Н. И. К методике интерпретации спорово-пыльцевых спектров голоцена / Н. И. Пьявченко. // Изв. СО АН СССР сер. биол.-мед. наук. – 1963б. – № 8. – Вып.2. – С. 25-33.

Пьявченко Н. И. Отражение современного состава лесов в рецентных спорово-пыльцевых спектрах / Н. И. Пьявченко // Ботан. журн. – 1968. – Т. 53. – № 2. – С. 174-189.

Пыльцевой анализ / Под ред. А. Н. Криштофовича. – М. : Гос. из-во геолог. Литер. – 1950. – 572 с.

Раушенбах В. М. Среднее Зауралье в эпоху неолита и бронзы / В. М. Раушенбах // Тр. ГИМ. М. : Гос. Изд-во культ.-просвет. литер. – 1956. – Вып. 29. – 152 с.

Ревердатто В. В., Куминова А. В., Соболев Л. Н. Растительность // Западная Сибирь: моногр. / отв. ред. Г.Д. Рихтер. – М.: Изд. АН СССР. – 1963. – С. 207-208.

Рудая Н. А. Палинологический анализ: Учебно-методическое пособие / Н. А. Рудая. – Новосибирск : НГУ. – 2010. – 48 с.

Рудая Н. А. Глава 6. Палинологический анализ // В кн. Методические подходы к использованию биологических индикаторов в палеоэкологии / научн. ред. Л. Б. Назарова. – Казань : Казан. ун-т. – 2011. – 280 с.

Савина С. С. Зональный метод реконструкции палеоклиматов голоцена / С. С. Савина, Н. А. Хотинский // Развитие природы территории СССР в позднем плейстоцене и голоцене. – 1982. – С. 231-244.

Савина Л. Н. Сохранность пыльцы лиственницы в лесных почвах и отражение состава лиственничных лесов Монголии в рецентных спектрах / Л. Н. Савина, Т. А. Буренина // Палеоботанические исследования в лесах Северной Азии. Новосибирск : Наука СО РАН. – 1986. – 189 с.

Семерикова С. А. Генетическая изменчивость пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.), изученная по AFLP маркерам / С. А. Семерикова, В. Л. Семериков // Генетика. – 2011. – Т. 47. – № 2. – С. 272-278.

Семерикова С. А., Исаков И. Ю., Семериков В. Л. Изменчивость хлоропластной ДНК отражает историю *Tilia cordata* s.l. в восточной части ареала / С. А. Семерикова, И. Ю. Исаков, В. Л. Семериков // Генетика. – 2020. – Т. 56. – № 2. – С. 188-200.

Семерикова С. А. Изменчивость хлоропластной ДНК и филогеография дуба черешчатого *Quercus robur* L. в восточной части ареала / С. А. Семерикова, И. Ю. Исаков, В. Л. Семериков // Генетика. – 2021. – Т. 57. – № 1. – С. 56-71.

Сладков А. Н. Морфологическое описание пыльцы грушанковых, вертляницевых, вересковых, брусничных и ворониковых Европейской части СССР / А. Н. Сладков // Тр. ин-та географии: матер. по геоморф. и палеогеограф. СССР. – 1954. – Т. LXI. – С. 119-156.

Сладков А. Н. Введение в спорово-пыльцевой анализ. – М. : Наука. – 1967. – 270 с.

Смолоногов Е. П. Леса северной части Пелымского экономического района / Е. П. Смолоногов, А. В. Юрчиков // Сб. по обмену опытом на предпр-х лесн. хоз-ва Свердловской обл. – 1959. – С. 41-43.

Смолоногов Е. П. Комплексное районирование лесов Тюменской области (Методические рекомендации) / Е. П. Смолоногов, А. М. Вегерин ; отв. ред. В. А. Кирсанов. – Свердловск. – 1980. – 88 с.

Справочник по климату СССР. Вып. 9. Пермская, Свердловская, Челябинская, Курганская области и Башкирская АССР. Ч. II. Температура воздуха и почвы. – Л. : Гидрометеиздат. – 1965. – 362 с.

Сторожева М. М. Характеристика болот Северного Урала (восточный склон и Зауралье) / М. М. Сторожева // В кн.: материалы по классификации растительности Урала. – 1959. – С. 95-98.

Сторожева М. М. Особенности болотообразовательного процесса в Северном Зауралье / М. М. Сторожева // Зап. Свердл. отд. Всесоюз. бот. общ. – 1960а. – С. 89–95.

Сторожева М. М. К типологии болот Северного Зауралья / М. М. Сторожева // Тр. ин-та биологии УФ АН СССР. – 1960б. – Вып. 14. – С. 67–81.

Сторожева М. М. О положении южной границы северотаежной подзоны на Восточном склоне Уральского хребта / М. М. Сторожева // Вопросы физиологии растений и геоботаники: записки Свердл. бот. общ. – 1966. – Вып. 4. – С. 65-69.

Сукачев В. Н. Очерк истории озер и растительности Среднего Урала в течение голоцена, по данным изучения сапропелевых отложений / В. Н. Сукачев, Г. И. Поплавская // Бюлл. Комиссии по изуч. четвертичного периода. – 1946. – №8. – С. 5-37.

Сукачев В. Н. К вопросу об интерпретации результатов спорово-пыльцевых анализов / В. Н. Сукачев // К Первой международной палинологической конференции, Таксон, США : докл. советских палинологов (расширенные тезисы). – М. : АН СССР. – 1962. – С. 44-48.

Сурова Т. Г. О развитии растительности Полярного Урала в голоцене // Вестник МГУ. Биология-почвоведение. – 1967. – № 2. – С. 66-74.

Сурова Т. Г. О динамике растительного покрова, климата и оледенения на Полярном Урале в голоцене (по данным палинологических исследований) / Т. Г. Сурова, Л. С. Троицкий // Палинология голоцена. – 1971. – С. 121-135.

Сурова Т. Г. Палеогеография и абсолютная хронология голоцена Полярного Урала / Т. Г. Сурова, Л. С. Троицкий, Я. М. Пуннинг // Изв. АН ЭССР. Химия-геология. – 1975. – Т 24. – № 2. – С. 152-159.

Тахтаджян Л. А. Флористические области Земли / Л. А. Тахтаджян. – Л. : Наука. – 1978. – 248 с.

Торфяной фонд РСФСР / Свердловская область // № 409 – М. : Гл. управ. торфяного фонда при Совете Министров РСФСР. – 1955. – 419 с.

Торфяные месторождения Западной Сибири // Гл. управ. торфяного фонда при Совете Министров РСФСР и Московский торф. ин-т. – М. – 1957. – 149 с.

Торфяные месторождения Свердловской области // Мин-во. геологии РСФСР / Трест Геологоразведка. – М. – 1976. – 790 с.

Тюремнов С. Н. Торфяные месторождения / С. Н. Тюремновым. – М. : Недра. – 1976. – 485 с.

Тюремнов С. Н. Торфяные месторождения и их разведка / С. Н. Тюремнов и др. // Руководство по лабораторно практическим занятиям. – 1977. – С. 153-264.

Федорова Р. В. Материалы палеоботанического исследования погребенных торфяников Приполярного Урала / Р. В. Федорова // Изв. Всесоюз. геогр. о-ва. – 1951. – Т. 83. – Вып. 6. – С. 635-640.

Федорова Р. В. Некоторые вопросы методики спорово-пыльцевого анализа и их значение в интерпретации спорово-пыльцевых спектров / Р. В. Федорова // Систематика и методы изучения ископаемой пыльцы и спор. – 1964. – С. 148-157.

Хотинский Н. А. Некоторые вопросы интерпретации спорово-пыльцевых комплексов перигляциальных отложений Русской равнины / Н. А. Хотинский // Доклады к палинологическому совещанию по вопросам таксономии и номенклатуры ископаемых спор и пыльцы и методике споров-пыльцевого анализа. – 1962. – С. 117-125.

Хотинский Н. А. Некоторые вопросы хронологии и палеогеографии голоцена Среднего Урала / Н. А. Хотинский // Бюлл. Комисс. по изуч. четвертич. периода АН СССР. – 1968. – №35. – С. 165-166.

Хотинский Н. А. Об изменении растительности и климата в начале послеледникового времени / Н. А. Хотинский // Изв. АН СССР, сер. геогр. – 1970. – С. 112-117.

Хотинский Н. А. Голоцен Северной Евразии / Н. А. Хотинский – М. : Наука. – 1977. – 199 с.

Хотинский, Н. А. Радиоуглеродная хронология и корреляция природных и антропогенных рубежей голоцена / Н. А. Хотинский // Новые данные по геохронологии четвертичного периода. – 1987. – С. 39-45.

Чаиркина Н. М. Археологические памятники Шигирского торфяника / Чаиркина Н. М., Савченко С. Н., Литвяк А. С., Сериков Ю. Б. – Екатеринбург : Банк культурной информации. – 2001. – 194 с.

Чаиркина Н. М. Энеолит Среднего Зауралья / Чаиркина Н. М. – Екатеринбург : УрО РАН. – 2005. – 314 с.

Чаиркина Н. М. Археологические исследования Стоянки VI Разрез Горбуновского торфяника в 2007 году / Н. М. Чаиркина // Древности Горбуновского торфяника. Охранные археологические исследования на Среднем Урале: сб. науч. статей. – 2010. – Вып. 6. – С.134-156.

Чикишев А. Г. Климат Среднего Урала / А. Г. Чикишев // Зап. Башк. фил. Геогр. о-ва СССР. – 1959. – Вып. 2. – С. 17-47.

Чикишев А. Г. Природное районирование // Урал и Приуралье / Общ. ред. И.П. Герасимов. М. – 1968. – С. 305-350.

Шахова О. В. Сопоставление спорово-пыльцевых спектров поверхностных проб с растительностью севера Якутии / О. В. Шахова, В. В. Колпаков // Бюлл. МОИП. Отд. Биол. – 1966. – Т. LXXI. – № 6. – С. 92–102.

Шварева Ю. Н. Климат Приполярного и Полярного Урала / Ю. Н. Шварева // Исследования ледников и ледниковых районов. – 1962. – С. 176-199.

Шиятов С. Г. Дендрохронология верхней границы леса на Урале / С. Г. Шиятов. – М. : Наука. – 1986. – 136 с.

Шиятов С. Г. Влияние климатических факторов на радиальный прирост деревьев в высокогорьях Урала / С. Г. Шиятов, В. С. Мазепа, Г. Фритс // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 1992. – Т. 14. – С. 125-134.

Экология Ханты-Мансийского автономного округа // Под ред. В. В. Плотникова. – 1997. – С. 288.

Blaauw M. Methods and code for ‘classical’ age-modelling of radiocarbon sequences / M. Blaauw // Quaternary geochronology. – 2010. – V. 5. – № 5. – P. 512-518.

Blyakharchuk T. A. Holocene vegetational and climatic changes in the forest zone of Western Siberia according to pollen records from the extrazonal palsa bog Bugristoye / T. A. Blyakharchuk // The Holocene 9.5.– 1999. – P. 62-628.

Borisova O. K. Lateglacial and Holocene vegetational and climatic changes in the southern taiga zone of West Siberia according to pollen records from Zhukovskoye peat mire / O. K. Borisova, E. Y. Novenko, E. M. Zelikson, K. V. Kremenetski // Quaternary International. – 2011. – P. 65–73.

British Bryological Society. – URL: <https://www.britishbryologicalsociety.org.uk/learning/species-finder> (access date: 06.06.2020).

Davis, B. A. The Eurasian Modern Pollen Database (EMPD), Version 2 / B. A. Davis, et al. (Antipina, Galimov, Panova) // Earth system science data. – 2020. – Т. 12. – №. 4. – С. 2423-2445.

Fægri K., Textbook of Pollen Analysis / K. Fægri, J. Iversen. – Hoboken : Wiley. – 1989. – 4th ed. – 328 pp.

GBIF / Global Biodiversity Information Facility. – URL: <https://www.gbif.org/ru/> (access date : 06.06.2020).

Grimm E. C. TILIA and TILIA. GRAPH: PC spreadsheet and graphics software for pollen data / E. C. Grimm // INQUA Commission for the Study of the Holocene. Working Group on Data–Handling Methods. Newsletter 4: July. – 1990. – P. 5-7.

Grimm E. C. TILIA and TILIA. GRAPH: PC spreadsheet and graphics program // 8th International palynological congress. Program and abstracts. – Aix–en–Provence, France. – 1992. – P. 56.

International Plant Names Index (IPNI). – URL: ipni.org/index.html (access date: 06.06.2020).

Jankovska V. Holocene environmental history on the eastern slope of the Polar Ural Mountains, Russia / V. Jankovska, A. A. Andreev, N. K. Panova // *Boreas*. Oslo. – 2006. – Vol. 35. – P. 650-661.

Komarek J. Review of the Green Algae Genus *Pediastrum*; Implication for Pollen-analytical Research / J. Komarek, V. Jankovska. – Berlin : Stuttgart. – 2001. – 127 pp.

Morphologic Kremp G.O.W. Encyclopedia of Palynology / G.O.W. Kremp // 2nd ed. – Tucson: Univ. Moore Arizona Press. – 1968. – 263 pp.

Lapteva E. G., The Early Holocene vegetation changes in the vicinity of the Gorbunovo peat bog in the Middle Urals (Russia)/ E. G., Lapteva, O. M. Korona, M. G. Zhilin // The 5th International Conference “Ecosystem dynamics in the Holocene”. Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2020. P. 438

Maslennikova A. V., Lateglacial and Holocene environmental changes in the Southern Urals reflected in palynological, geochemical and diatom records from the Lake Syrytkul sediments / A. V. Maslennikova, V. N. Udachin, P. G. Aminov // *Quaternary International*. – 2015. – V. XXX. – P. 1-11.

Moore P. D., Pollen analysis. Second edition. Blackwell Science / P. D. Moore, J. A. Webb, M. E. Collinson. – Oxford : Blackwell Scientific Publications. – 1991. P. 216.

Neotoma– Database Design Concepts: Kremp. – URL: <https://open.neotomadb.org/manual/database-design-concepts.html> (access date: 06.06.2020).

Panova N. K. Holocene history of the environment and development of bogs on the eastern slope of the Polar and Pre-Polar Urals (Russia) / N. K. Panova, T. G. Antipina, V. Jankovska // *Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата*. – 2010. – Вып. 2. – С. 104-117.

Panova N. K. Late Glacial and Holocene environmental history on the eastern slope of the Middle Ural Mountains, Russia / N. K. Panova, T. G. Antipina // *Quaternary International*. – 2016. – V. 420. – P. 76-89.

PPG – The Pteridophyte Phylogeny Group / A community-derived classification for extant lycophytes and ferns // *J. Syst.* – 2016 – *Evol.* 54 (6) – P. 563-603.

Semerikov V. L. Southern montane populations did not contribute to the recolonization of West Siberian Plain by Siberian larch (*Larix sibirica*): a range-wide analysis of cytoplasmic markers / V. L. Semerikov, S. A. Semerikova, M. A. Polezhaeva, P. A. Kosintsev, M. Lascoux // *Molecular Ecology*. – 2013. – V. 22. – P. 4958-4971.

Semerikov V. L., From America to Eurasia: a multigenomes history of the genus *Abies* / V. L. Semerikov, S. A. Semerikova, Y. Y. Khrunyk, M. Lascoux, V. L. Semerikov // *Molecular Phylogenetics and Evolution*. – 2018. – P. 14-28.

Semerikov V. L. Mitochondrial DNA in Siberian conifers indicate multiple postglacial colonization centers / V. L. Semerikov, S. A. Semerikova, Y. A. Putintseva., N. V. Oreshkova, K. V. Krutovsky // Canadian Journal of Forest Research. – 2019. – Vol. 49. – N 8. – P. 875-883.

Species records in the GRIN database // GRIN Taxonomy for Plants. – URL: <https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxonomygenus>. (access date: 06.06.2020).

Walker M., Subdividing the Holocene Series /Epoch: formalization of stages/ages and subseries/subepochs, and designation of GSSPs and auxiliary stratotypes / M. Walker, M. J. Head, J. Lowe, M. Berkelhammer, S. Björck, H. Cheng, L. C. Cwynar, D. Fisher, V. Gkinis, A. Long, R. Newnham, O. S. Rasmussen, H. Weiss // Journal of Quaternary Science. – 2019. – № 34 (3). – P. 173-186.

World Flora Online (WFO) – 2012. – URL: <https://www.worldfloraonline.org> (access date: 21.06.2024).

Приложение А

Данные радиоуглеродного датирования

№ п/п	Лабораторный номер	Глубина, см	Датируемый материал	¹⁴ C дата, лет	Календарный возраст, лет назад (IntCal20)
	2	3	4	5	6
Береговая XIII					
1	Ле-10434	40–50	Торф	3640±45	3963±72
2	Ле-10435	100–110	Торф	4700±70	5431±88
3	Ле-10436	130–135	Торф	5290±40	6078±71
4	Ле-10438	175–180	Торф	6065±145	6929±179
5	Ле-10439	180–185	Торф	5980±35	6815±52
6	Ле-10440	200–210	Торф	6380±90	7290±100
7	Ле-10441	240–250	Торф	7570±70	8362±79
8	Ле-10442	250–260	Торф	7600±100	8396±106
9	Ле-10443	270–280	Торф	8260±110	9231±142
Береговая 2					
10	ГИН-14080	325–330	Древесно-осоковый торф	8360±40	9375±64
11	ГИН-14080	330–335	Сапрпель	8620±40	9591±47
12	ГИН-14081	350–355	Сапрпель	8970±40	10 104±95
13	ГИН-14082	370–375	Сапрпель	9140±40	10 308±61
14	ГИН-14083	375–380	Сапрпель	9640±40	10 994±122
IV Разрез					
15	СОАН-8934	123–133	Торф	3035±60	3227±87
16	СОАН-8935	133–141	Торф	3085±65	3281±81
17	СОАН-8936	342–356	Сапрпель	6352±90	7260±106
VI Разрез					
18	SPb-500	180–190	Торф	2730±70	2855±68
19	SPb-505	200–210	Торф	2938±70	3106±89
20	SPb-509	211–220	Торф	3150±70	3366±79
21	SPb-503	221–230	Торф	3550±70	3841±98
22	SPb-501	241–250	Торф	3838±70	4245±108
23	SPb-508	251–260	Торф	4350±80	4974±139
24	SPb-510	281–290	Торф	4753±70	5470±83
25	SPb-504	301–310	Торф	5054±70	5791±84
26	SPb-507	311–320	Торф с сапрпелем	5070±90	5806±104
27	SPb-506	330–340	Сапрпель	5494±100	6275±121
Ельничное 1-А					
28	Ле-10445	60–73	Торф	1600±70	1479±75
29	Ле-10446	73–85	Торф	4380±60	4995±116
30	Ле-10447	127–136	Торф	6520±70	7421±73
31	Ле-10448	160–165	Сапрпель	8590±280	9639±364
Палатки IV					
32	СОАН-6190	100–105	Торф	2450±100	2530±128
33	СОАН-6191	105–110	Торф	2530±100	2583±124

Приложение А
Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6
Варга 2 скважина					
34	GIN-13866	130–140	Торф	4800±40	5522±50
35	GIN-13867	210–225	Сапропель / торф	6330±90	7236±109
Варга 2 раскоп					
36	GIN-13858	100	Торф	4870 ± 40	5598±54
37	GIN-13860	148–150	Осоково-тростниковый торф	7010±50	7839±62
38	GIN-13861	151–152	Сапропель оливковый	7500±40	8300±57
39	GIN-13862	180–190	Сапропель оливковый	7930±70	8788±118
40	GIN-13863	190–200	Осоково-тростниковый торф	7790±40	8557±52
41	GIN-13864	210–220	Осоково-тростниковый торф	7860±40	8670±88
36	GIN-13858	100	Торф	4870 ± 40	5598±54
Шигирское А					
43	СОАН-5808	100–105	Осоковый переходный торф	3900±40	4327±65
44	СОАН-5809	145–150	Древесный торф	4660±35	5397±48
45	СОАН-5810	195–200	Сапропель	6045±65	6901±99
Большое сосновое 1					
46	ГИН-13875	90–105	Торф	1430 ±100	1335±102
47	ГИН-13876	160–170	Торф	3700±90	4048±134
48	ГИН-13877	220–227	Сапропель	4990±90	5741±101
Троицкое (скважина)					
49	IGAN-7618	185–190	Торф	5620±80	6414±85
50	IGAN-7619	250–260	Торф	6500±90	7399±88
51	IGAN-7620	260–270	Торф	6760±90	7615±80
52	IGAN-	325–335	Глина	8060±140	8951±210
Разрез Хорпия 1					
53	ЛУ-6431	100–105	Торф	2010±50	1947±69
54	ЛУ-6430	163–172	Торф	3560±110	3857±155
56	ЛУ-6428	240–250	Торф	4520±70	5160±118
Разрез Кулемья					
57	ГИН-13873	20–31	Торф	5920±60	6747±76
58	ГИН-13874	142–152	Торф	9010±80	10 116±131
Разрез Маньинский Хартым					
59	СОАН-7090	18–28	Торф.	2420±50	2503±108
60	СОАН-8926	127–142	Торф	3160±55	3372±66
61	СОАН-7091	180–190	Торф	3640±85	3966±123
62	СОАН-8928	229–236	Торф	4425±70	5065±128
63	СОАН-7092	275–285	Торф	5690±95	6490±104
Итого:					63 образца

СОАН – Институт геологии и минералогии СО РАН, лаборатория геологии и палеоклиматологии кайнозоя (г. Новосибирск).

SPb – Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, факультет географии, кафедра геологии и геоэкологии, изотопный центр (г. Санкт-Петербург).

Лу – Санкт-петербургский государственный университет, Институт Наук о Земле, лаборатория палеогеографии и геохронологии четвертичного периода (г. Санкт-Петербург).

Ле – Институт истории материальной культуры (ИИМК) РАН, (г. Санкт-Петербург).

IGAN – ЦКП «Лаборатория радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии» Института географии РАН

Значения календарного возраста приведены на основании калибровочной кривой IntCal20

Приложение Б

Аннотированный список водорослей и сосудистых растений, представленных в работе

CHLOROPHYTA

Hydrodictyaceae Dumortier,

1. *Pediastrum boryanum* (Turpin) Meneghini: 2, 5, 6, 10
2. *P. integrum* Nägeli: 5, 6
3. *P. kawraiskyi* (Schmidle) E. Hegewald: 5, 6, 10
4. *P. musteri* Tell et Mataloni: 6
5. *P. orientale* (Skuja) В. Янковска и Й. Комаре: 5

BRYOPHYTA

Sphagnaceae Dumort.

6. *Sphagnum angustifolium* (C.E.O. Jensen ex Russow) C.E.O. Jensen: 5, 7, 8, 10, 11
7. *S. balticum* (Russow) C.E.O. Jensen: 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
8. *S. centrale* C.E.O. Jensen: 5, 6,
9. *S. divinum* Flatberg & K. Hassel: 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
10. *S. flexuosum* Dozy & Molk: 2
11. *S. fuscum* (Schimp.) H. Klinggr.: 4, 5, 7, 8, 9, 11.
12. *S. obtusum* Warnst.: 11
13. *S. squarrosum* Crome: 4, 5, 10, 11
14. *S. subsecundum* Nees: 5, 7, 8, 10
15. *S. teres* (Schimp.) Ångstr.: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
16. *Sphagnum* sp.: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11

Bryales: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

Aulacomniaceae Schimp.

17. *Aulacomnium acuminatum* (Lindb. & Arnell) Kindb.: 2, 8, 9, 10,
18. *A. palustre* (Hedw.) Schwägr. (*A. palustre* var. *imbricatum* Bruch et al.): 4, 10
19. *Aulacomnium* sp.: 4, 5, 7,

Amblystegiaceae Kindb.

20. *Calliargon cordifolium* (Hedw.) Kindb. *sarmentosum* = *Sarmentypnum sarmentosum* (Wahlenb.) Tuom. & T. J. Kop.: 7, 11
21. *C. sarmentosum* Wahlenb. Kindb.: 2, 8, 9, 10,
22. *Campilium stellatum* (Hedw.) C.E.O. Jensen: 10
23. *Campilium* sp.: 4, 5, 11
24. *Cratoneuron* sp.: 8, 10, 11
25. *Drepanocladus exanulatus* (Schimp.) Warnst.: 10,
26. *Drepanocladus sendtneri* (Schimp. ex H. Müll.) Warnst.: 5, 6,
27. *Drepanocladus* sp.: 4, 8, 9, 11

Brachytheciaceae Schimp.

28. *Brachythecium* sp.: 9

Dicranaceae Schimp.

29. *Dicranum polysetum* Sw. ex anon.: 2, 9,

Meesiaceae Schimp.

30. *Meesia triquetra* (Jolycl.) Ångstr.: 5, 8, 9, 10, 11

Mniaceae Schwägr.

31. *Cinclidium* sp.: 10

Scorpidiaceae Ignatov & Ignatova

32. *Scorpidium* sp.: 10

Hypnaceae Definition & Meaning

33. *Tomenthypnum nitens* (Hedw.) Loeske: 8, 9, 10, 11

Hylocomiaceae M. Fleisch.

34. *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt.: 9

Polytrichaceae Schwägr.

35. *Polytrichum commune* Hedw.

36. *Polytrichum strictum* Brid.

EQUISETOPHYTA**Equisetaceae Michx. ex DC.**

37. *Equisetum palustre* L.: 1, 3, 4, 5, 6

38. *Equisetum* sp.: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

LYCOPODIOPHYTA**Lycopodiaceae Beauv. ex Mirb.**

39. *Huperzia selago* (L.) Bern. former Schrank and Mart.: 7, 11

40. *Lycopodium alpinum* (*Diphasiastrum alpinum* (L.) Holub L.

41. *L. annotinum* L.: 7

42. *L. clavatum* L.: 7

43. *L. complanatum* L.

44. *L. pungens* (Desv.) Bach. Pyl. ex Iljin: 7

45. *Lycopodium* sum.: 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11

POLYPODIOPHYTA**Athyriaceae Alston**

46. *Athyrium filix-femina* (L.) Roth: 4, 7, 8

Dennstaedtiaceae Lotsy

47. *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn.: 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11

Dryopteridaceae Herter

48. *D. Thelypteris* (L.) A. Gray (*Thelypteris palustris*): 4, 7

Ophioglossaceae Martinov

49. *Botrychium lunaria* (L.) Sw.: 3, 5

50. *Ophioglossum* sp.: 2, 4, 5, 11

Osmundaceae Martinov

51. *Osmunda* sp.: 5

Selaginellaceae Willk.

52. *Selaginella selaginoides* (L.) P. Beauv. ex Schrank & Mart.: 8

53. *Selaginella sibirica* (Milde) Hieron : 5, 7, 11

Polypodiaceae J. Presl & C. Presl : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

54. *Polypodium vulgare* L.

PINOPHYTA**Cupressaceae Rich. ex Bartl.**

55. *Juniperus communis* L.: 2, 3, 4, 5, 6, 10

Ephedraceae Dumort., nom. cons.

56. *Ephedra* sp.: 1, 5, 6, 7, 8, 11

Pinaceae Spreng. ex F. Rudolphi

57. *Abies sibirica* Ledeb.: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

58. *Larix sibirica* Ledeb.: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

59. *Picea obovata* Ledeb.: : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

60. *Pinus sibirica* Du Tour: : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

61. *P. sylvestris* L.: : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

MAGNOLIOPHYTA**Aceraceae Juss.**

62. *Acer* sp.: 5

Alismataceae Vent.

63. *Alisma plantago-aquatica* L: 1, 3, 5, 10, 11

Amaranthaceae Juss.

64. *Chenopodium* sp.: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

Apiaceae Lindl. Пыльца определена на уровне семейства: 1, 3, 4, 5, 10, 11

Asteraceae Bercht. & J. Presl: 1, 3, 4, 5

65. *Artemisia* sp.: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

Betulaceae Gray

66. *Alnus fruticosa* Rupr. = *Duschekia fruticosa* (Rupr.): 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

67. *Alnus incana* (L.) Moench: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

68. *Alnus glutinosa* (L.) Gacrtn. 1, 2, 4, 5, 7, 9

69. *Betula alba* L. (*Betula pubescens* Ehrh.) 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9

70. *Betula humilis* Schrank: 6, 8, 9

71. *Betula pendula* Roth.: 8, 9, 10,

72. *Betula pubescens* Ehrh.

73. *B. nana* L.: 1, 5, 10, 11

74. *Betula* sp.: 7, 11

75. *Betula* sect. *Albae* (по пыльце): 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

76. *Betula* sect. *Apterokaryon* (по пыльце): 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

77. *Carpinus* type: 1, 5, 6

78. *Corylus* type: 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9

Brassicaceae Burnett. Пыльца определена на уровне семейства: 1, 2, 4

Caprifoliaceae Juss.79. *Linnaea* sp.: 5, 680. *Lonicera* sp.: 4, 9,**Caryophyllaceae Juss.** Пыльца определена на уровне семейства: 1, 2, 3, 4, 5, 11**Cyperaceae Juss.:** 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 1181. *Carex acuta* L.: 8, 982. *C. canescens* subsp. *canescens* (*C. cinerea* Poll.): 5, 7, 8, 9, 1083. *C. caespitosa* L.: 5, 7, 8, 9, 10,84. *C. chordorrhiza* Ehrh.: 5, 6, 8, 9, 10,85. *C. diandra* Schrank.: 2, 5, 8, 9, 10, 1186. *C. dioica* L.: 5, 8, 9, 10,87. *C. disperma* Dewey: 288. *C. globularis* L.: 8, 9, 10,89. *C. lasiocarpa* Ehrh.: 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 1190. *C. limosa* L.: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 1191. *C. riparia* Curtis: 592. *C. rostrata* Stokes: 2, 5, 6, 9, 10, 1193. *C. vesicaria* L.: 2, 3, 5, 6,94. *Carex* sp.: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 1195. *Eriophorum vaginatum* L.: 2, 4, 5, 6, 10,96. *E. gracile* W.D.J. Koch: 4, 5, 697. *Eriophorum* sp.: 4, 5, 7, 8, 9, 10, 1198. *Scirpus lacustris* L.: 2, 5**Dipsacaceae Juss.**99. *Scabiosa* sp.: 3**Droseraceae Salisb.**100. *Drosera* sp.: 1, 5, 7, 8, 9, 10, 11**Ericaceae Durande:** 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11101. *Andromeda polifolia* L.: 7, 8,102. *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench: 1, 7, 8, 9103. *Empetrum nigrum* L.: 7, 9,104. *Pyrola* sp.: 4105. *Rhododendron tomentosum* Harmaja (*Ledum palustre* L.): 1, 2, 7, 8, 9106. *Vaccinium oxycoccos* L. (*Oxycoccus palustris* Pers.): 1, 3, 7, 8, 9,107. *V. microcarpum* (Turcz. ex Rupr.) Schmalh. (*O. microcarpus* Turcz. ex Rupr.): 1, 8108. *V. myrtillus* L.: 2109. *V. uliginosum* L.: 5, 6, 7, 8, 9110. *V. vitis-idaea* L.: 1, 2, 7, 9**Fabaceae Lindl.** Пыльца определена на уровне семейства: 1, 3, 4**Fagaceae Dumort.**111. *Quercus* sp.: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9**Iridaceae Juss.:** 4112. *Iris* sp.**Grossulariaceae DC.**

113. *Ribis nigrum* L.: 10

Haloragaceae R.Br.

114. *Myriophyllum verticillatum* L.: 4, 5, 6

115. *M. spicatum* L.: 4, 5, 6, 11

116. *Myriophyllum* sp.: 1, 10

Hydrocharitaceae Juss.

117. *Hydrocharis morsus-ranae* (Miq.) Makino: 1

Lamiaceae Martinov. Пыльца определена на уровне семейства 1

Lemnaceae Grey

118. *Lemna* sp.: 1, 7

119. *Lemna trisula* L.: 7,

Lentibulariaceae Rich.

120. *Utricularia vulgaris* L.: 4, 5, 6

Liliaceae Juss.: 1, 2, 4, 9, 11

Menyanthaceae Dumort.

121. *Menyanthes trifoliata* L.: 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

Nymphaeaceae Salisb.

122. *Nymphaea* sp.: 1

123. *Nuphar* sp.: 3, 10, 11

Onagraceae Juss.: 1, 2, 11

124. *Chamaenerion*: 3

Parnassiaceae Martynov, nom. cons.

125. *Parnassia palustris* L.: 4, 5, 6

Plantaginaceae Juss.

126. *Plantago* sp.: 1, 2, 4, 5, 6, 10

Poaceae Barnhart. Пальца определена на уровне семейства: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

127. *Calamagrostis langsдорфii* (Link.) Trin.: 2,

128. *C. canescens* (Weber) Roth.: 4, 5, 6

129. *Calamagrostis* sp.: 6, 7, 8, 9, 10

130. *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.: 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

Polygonaceae Juss.: 1

131. *Polygonum amphibium* L.: 1

132. *Polygonum aviculare* L.: 11

133. *Polygonum bistorta* L.=*Bistorta vivipara* type: 2, 4, 6, 11

134. *Rumex acetosella* L.: 1

Potamogetonaceae Rchb., nom. cons.

135. *Potamogeton* sp.: 1, 4, 5, 6, 11

Ranunculaceae Juss. 1

136. *Ranunculus* type: 3, 4, 5, 6, 7, 11

137. *Thalictrum* sp.: 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 11

Rosaceae Juss.: 1, 4

138. *Comarum palustre* L.: 2, 4, 5, 6, 8, 10, 11

139. *Dryas octopetala* L. 10, 11

140. *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.: 1, 2, 4, 5, 6, 10, 11

141. *Fragaria vesca* L.: 4, 5, 6
 142. *Padus racemose* (Lam.) Gilib, 4, 9,
 143. *Potentilla* sp.: 5
 144. *Rosa majalis* Herm.: 2, 4, 5, 6
 145. *Rubus chamaemorus* L.: 7, 8, 9,
 146. *Rubus idaeus* L.: 4, 5, 6
 147. *Rubus arcticus* L.: 4, 5, 6, 7, 9,
 148. *Sanguisorba officinalis* L.: 1, 11
 149. *Sorbus aucuparia* L.: 2, 4, 9,

Rubiaceae Juss.: 1

150. *Galium* sp.: 1, 2, 3, 4, 5

Salicaceae Mirb.

151. *Salix* sp.: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

Scheuchzeriaceae F. Rudolphi

152. *Scheuchzeria palustris* F. Muell.: 1, 8, 9, 11,

Scrophulariaceae Juss. Пыльца определена на уровне семейства: 4**Tiliaceae Juss.**

153. *Tilia* sp.: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

Thymelaeaceae Juss., nom. cons.

154. *Daphne mezereum* L. 4, 5, 6

Typhaceae Juss.

155. *Sparganium* sp.: 1, 4
 156. *Typha latifolia* L.: 1, 2, 3, 4, 5, 5, 7, 8, 9, 10, 11

Violaceae Batsch.: 1

157. *Viola* sp.

Ulmaceae Mirb., nom. cons

158. *Ulmus* sp.: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

Urticaceae Juss.

159. *Urtica* sp.: 5

Примечание: Цифры от 1 до 11- номера разрезов.

В результате исследований во флоре изученных болот выявлено 159 видов водорослей и сосудистых растений, относящихся к 46 родам, 70 семействам и 8 отделам. Сосудистые споровые растения составляют 37 % от общего количества видов флоры, основная масса видов относится к семенным растениям – 59 %. Двудольные растения значительно преобладают над однодольными – 61 вид, против 36 видов.