

*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)**

1.5.9. Ботаника

**Автореферат**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Екатеринбург – 2026

Диссертационная работа выполнена в лаборатории популяционной биологии древесных растений и динамики леса Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ботаническом саду Уральского отделения Российской академии наук

**Научный руководитель:** **Петрова Ирина Владимировна,**  
доктор биологических наук

**Официальные оппоненты:** **Ивченко Татьяна Георгиевна,**  
доктор биологических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории общей геоботаники Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ботанического института им. В.Л. Комарова Российской академии наук

**Носова Мария Борисовна**  
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории гербарий Федерального государственного бюджетного учреждения науки Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Югорский государственный университет», г. Ханты-Мансийск

Защита диссертации состоится «22» апреля 2026 г. в 14.00 часов на заседании диссертационного совета 24.2.479.01, созданного на базе ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», по адресу: 450008, г. Уфа, ул. Карла Маркса, 12.  
E-mail: dis-bio-uust@yandex.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», адрес сайта: <http://uust.ru>.

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2026 г.

Учёный секретарь  
диссертационного совета,  
к. б. н.

Григориади Анна Сергеевна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Современный облик растительных формаций Северной Евразии сформировался в течение последнего этапа геологической истории – голоцена. Изучение закономерностей динамики 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 позднеледниковые основных лесообразующих видов растений и путей их распространения в послеледниковый период. Послойный ботанический и спорово-пыльцевой анализ отложений торфяников позволяет проследить изменения в составе болотной и окружающей лесной растительности и сопоставить их с глобальными изменениями климата в голоцене.

**Степень разработанности темы исследования.** Обширная и сложная территория восточных предгорий Урала в этом отношении изучена неравномерно и совершенно недостаточно. Имеется 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 растительного покрова. Для территории Приполярного и Северного Урала известны лишь единичные, фрагментарные данные [Федорова, 1951; Маковский, 1964 и др.; Лаптева, 2005 и др.]. Необходимость восполнения отмеченных пробелов в изучении голоценовой истории растительности на Урале послужила обоснованием темы наших исследований.

**Цель исследования** – реконструкция динамики лесной и болотной растительности в таежной зоне 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 торфяных залежей;
- 2) провести детальный спорово-пыльцевой анализ позднеледниковых 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 в таежной зоне восточных предгорий Урала на фоне климатических изменений в позднем плейстоцене и голоцене.

**Научная новизна исследования.** Более детально на хронологической основе реконструирована динамика растительности на Среднем Урале. Впервые выполнена реконструкция этапов развития лесной и болотной растительности в голоцене на Северном и Приполярном Урале на основе 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 пород 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 использован комплекс биоиндикационных методов. Основным фактическим материалом для реконструкции стали результаты палинологического и ботанического анализов, а также радиоуглеродного датирования торфосапелевых отложений. В ряде разрезов дополнительно использованы результаты карпологического анализа, а также археологические данные коллег из других институтов - ИИиА УрО РАН, СОКМ им. О. Е. Клера. Комплексное применение различных методов позволяло получить 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 (4.2 тыс. кал. л. н. - наши дни).

**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.

Проанализировано 11 колонок разрезов, расположенных в подзоне южной тайги (Средний Урал), средней тайги (Северный Урал) и северной тайги (Приполярного Урала). В основу исследований положен комплекс традиционных и современных методов,

апробированных при проведении палеоботанических исследований. Автором также выполнена статистическая обработка материала. Реконструкция хронологии климатических и природных изменений базируется на 63 радиоуглеродных датировках. 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 научных работах, в 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 автора.** Автор лично принимал участие в постановке задач и планировании исследования, проанализировал литературу, осуществил сбор материала, камеральную и статистическую обработку данных и анализ собранных данных.

**Объем и структура диссертации.** Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения и списка литературы, включающего 206 наименования (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 приложения вынесены данные радиоуглеродного датирования и аннотированный список таксонов растений, определенных в процессе ботанических и палинологических исследований.

**Благодарности.** Автор выражает глубокую признательность к. б. н. – Натэ Константиновне Пановой за всестороннюю помощь в подготовке и написании диссертации. Автор благодарен и д.б.н. Санникову Станиславу Николаевичу, научному руководителю д.б.н. Петровой Ирине Владимировне, д.б.н. Третьяковой Алёне 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, Алексееву Валерию Леонидовичу за помощь в сборе полевого материала.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

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

В главе рассматривается состояние изученности голоценовой истории растительности таежной зоны Уральского региона к началу наших исследований. Отмечена значимость работ В.Н. Сукачева и Г.И. Поплавской [1946], Н. А. Хотинского [1968, 1977] и других исследователей на территории восточных предгорий Среднего Урала. Показан значительный вклад Н.К. Пановой и В.Н. Маковского [1977, 1979, 1981, 1982, 2000, 2002 и др.] в изучение торфяных болот и истории растительности в голоцене в

горных районах Южного и Среднего Урала. Учтены работы Е. Г. Лаптевой [2007, 2009] по результатам палинологического анализа пещерных отложений на Северном Урале и А.В. Масленниковой по изучению озерных отложений на Южном и Среднем Урале [Масленникова и др., 2012, 2016, 2018 и др.]. Обращено внимание на недостаточность данных об абсолютном возрасте изученных отложений и почти полное отсутствие сведений по истории растительности в голоцене на Приполярном Урале.

## **Глава 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ**

В главе дается краткая характеристика современных природных условий районов исследования по литературным источникам: геологического строения и рельефа, климата, гидрологического режима, почвенно-растительного покрова.

Особое внимание уделено описанию современной растительности в разных таежных подзонах. Климатические условия территории изменяются от умеренно-континентальных в южнотаежной подзоне, континентальных – в среднетаежной, резко континентальных – в северотаежной.

Исследования проведены в пределах Свердловской области и Ханты-Мансийского автономного округа. Протяженность 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.). Исследованные ключевые участки 1-4, 10 расположены в подзоне южной тайги; 5-6 – в подзоне средней тайги; 7-9 – в подзоне северной тайги (Рисунок 1). Согласно схеме ботанико-географического районирования П.Л. Горчаковского Н.Н., Никоновой и Т.В. Фамелис [1994] с изменениями П.В. Куликова с соавторами [2013] участки 1-4 подзоны южной тайги, расположены в Белоярском ботанико-географическом округе Свердловской области). Здесь распространены южнотаежные сосновые с лиственницей (*Larix sibirica* Ledeb.) зеленомошные, травяно-кустарничковые, травяные леса, вторичные березовые и сосново-березовые травяные леса [Куликов и др., 2013]. Участки 5-6 расположены в подзоне средней тайги, в Нижнетагильском ботанико-географическом округе Свердловской области. В растительном покрове преобладают среднетаежные сосновые с лиственницей (*Larix sibirica*) травяно-кустарничковые, южно-таежные сосновые с липой травяные леса. Участок 7 расположен в Ивдельском ботанико-географическом округе Свердловской области, в экотоне средне- и северотаежных подзон, где распространены средне- и северотаежные сосновые с лиственницей (*Larix sibirica*) травяно-кустарничковые леса, вторичные березовые и сосново-березовые леса. Участки 8-9 находятся на территории Ханты-Мансийского автономного округа. В растительном покрове преобладают северотаежные сосновые с лиственницей, кедром (*Pinus sibirica* Du Tour.) травяно-кустарничковые леса.

## **Глава 3. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В главе приводится описание методик полевых и камеральных работ, статистических методов обработки полученных результатов ботанического анализа торфа и спорово-пыльцевого, глубинно-возрастной модели реконструкции возраста отложений (калиброванные даты на вынесены на диаграммы. Предпочтение отдавалось торфяникам верхового и переходного типа.

Всего исследовано 9 торфяников (Рисунок 1), на которых проведено зондирование торфяной залежи, бурение скважин, отбор образцов из кернов и шурфов, а в северной тайге – из зачищенных стенок береговых обнажений. Образцы отбирались сплошной колонкой с интервалом 5-7 см. Всего и проанализировано 482 образца торфосапропелевых отложений из 11 колонок.



На месте разрезов сделано геоботаническое описание современной растительности. Для 63 образцов получены радиоуглеродные датировки (по содержанию изотопов  $^{14}\text{C}$ ) в специализированных лабораториях институтов и научных центров Москвы, Санкт-Петербурга, Новосибирска. Все  $^{14}\text{C}$  даты были откалиброваны, значения календарного возраста приведены на основании калибровочной кривой IntCal20 [OxCal 2020] и представлены в тексте в формате – тысяч калиброванных лет назад (тыс. кал. л. н.). Для всех датированных разрезов строились глубинно-возрастные графические модели [Reimer P. J., et.al., 2013], которые позволяли определить возраст каждого образца и время изменений спорово-пыльцевых комплексов. Расчетный калиброванный возраст пограничных слоев палинозон вносился в диаграммы, для возможности корреляции хронологии синхронных событий в разных разрезах.

Обработка проб для спорово-пыльцевого анализа осуществлялась щелочным методом Л. Фон Поста [Палеопалинология, 1966] и сепарационным методом [Гричук, Заклинская, 1948]. Ботанический анализ макроостатков торфа сделан по стандартной методике [ГОСТ 28245-89]. Просмотр препаратов выполнен на микроскопах БИОЛАМ-И и «AXIO Scope A1 ZEISS при увеличении Ч200. Определение ископаемых пыльцы и спор проводилось при увеличении микроскопа Ч400–Ч630 с использованием атласов – определителей, а также эталонных препаратов пыльцы и спор. Подсчет пыльцы и спор выполнялся по группам: AP, NAP, Spores. Счет продолжался обычно до набора 500 зерен пыльцы древесных растений. Процентное содержание каждого выявленного таксона высчитывалось по отношению к сумме пыльцы деревьев и кустарников, принятой за 100 %, в диссертации обосновывается выбор данного способа [Левковская, 1965]. По результатам построены спорово-пыльцевые диаграммы с использованием программ TILIA-2 и TILIA-GRAPH [Grimm, 1990; Grimm, 1992].

Названия растений даны в соответствие с базами данных [Флора мхов России, British Bryological Society, GBIF, IPNI, PPG, Neotoma, WFO]. В спорово-пыльцевых диаграммах унифицированы названия таксонов *Betula* sect. *Albae* Regel – 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].

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. Диаграммы сопоставлены также с новой схемой периодизации голоцена, основанной на хронологии глобальных климатических изменений, фиксируемых в гренландских ледовых ядрах кислородно-изотопным методом и в кальцитовых образованиях пещеры Мавмлух в северо-восточной части Индии [Walker et. al., 2019], и календарным возрастом осадков.

Палеорастительность реконструирована на основе эколого-ценотического анализа ископаемой флоры, определенной по пыльце, спорам и макроостаткам в торфе с выделением, локального, сублокального и зонального компонентов спорово-пыльцевых спектров, с учетом пыльцевой продуктивности, дальности разноса, сохраняемости в осадках пыльцы разных видов растений [Хотинский, 1964; Кабайлене, 1976 и др.; Березина, Тюремнов, 1971; Борисова, 2007, 2009 Борисова, Новенко, 2002 и др.]. При реконструкции количественных долей разных таксонов за основу принималось соотношение между субрецентным спорово-пыльцевым спектром в каждом изучаемом разрезе и составом окружающей его современной растительности; учитывались литературные данные по соотношению состава поверхностных СПС с продуцирующей их растительностью в различных ботанико-географических зонах на территории России [Гричук, 1942; 1950; Пьявченко, 1963, 1968; Климанов, 1976; 1981; 1996; Лаптева, 2005; 2007; 2009; Новенко, 2016 и др.].

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

В главе приведены результаты ботанического анализа торфа 8 исследованных торфяников. Для каждого болота даны описания современной растительности, построены диаграммы ботанического состава торфа, реконструирована динамика болотообразовательного процесса.

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 изученных 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. Заторфовывание на Горбуновском водоеме, по нашим данным (Береговая XIII), началось в конце бореального периода (около 9.5 тыс. кал. л. н.), в озере Ельничном – на рубеже раннего и среднего голоцена (около 8.2 кал. л. н.). На Шигирском палеозере (Варга 2 скважина) конец озерной стадии датируется серединой атлантического периода, около 7 тыс. кал. л. н. В большинстве разрезов смена сапропеля торфом зафиксирована на рубеже атлантического и суббореального периодов (Песчаное 1, разрезы IV и VI Горбуновского торфяника, Шигирское А) в пределах 5.4 – 5.8 тыс. кал. л. н. Это подтверждает выводы Н.К. Пановой о повсеместном заторфовывании озер на этом рубеже на Среднем Урале [Panova, 2000; Панова, 2001].

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 динамика болот от низинной к переходной и верховой стадии. В глубоководных озерах, таких как Песчаное, процесс торфообразования к настоящему времени еще не достиг верховой стадии.

В условиях арктического климата позднеледниковья распространенными отложениями озер были глины, органика практически не аккумуляровалась. С потеплением в раннем голоцене (11.7 тыс. кал. л. н.) озера заселяются водорослями и другими микроорганизмами, начинается процесс образования и накопления сапропелей. Отложения этого периода обнаружены в разрезе Песчаное 1. Резкое потепление в начале раннего голоцена сопровождалось заболачиванием озер и заселением прибрежно-водными макрофитами (*Potamogeton sp.*, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Carex* и др.) мелководий с формированием преимущественно низинных тростниково-осоковых торфов. Об этом свидетельствуют отложения Горбуновского торфяника (Береговая 2 и Береговая XIII), Ельничное 1-А. Низинный торф формировался в условиях богатого минерального питания поверхностно-сточными и паводковыми водами.

В дальнейшем, на заболоченных участках с поселением зеленых и сфагновых мхов, хвощей (*Equisetum*), пушицы (*Eriophorum*) и древесной растительности, наступает переходная стадия развития болота. С распространением олиготрофных сфагновых мхов (*Sphagnum fuscum* (Schimp.) H. Klinggr.) болото переходит к верховой стадии развития.

С аридизацией климата от 4.5 до 4.0 тыс. кал. л. н., понизился уровень болотных вод, по-видимому, произошел перерыв в торфонакоплении. Например, в торфянике Ельничном 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 разрезах трех торфяников накопление органогенных осадков началось позднее, по сравнению с территорией Среднего Урала. В более глубоком торфянике у озера Троицкого отложение сапропелей начинается 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 – заболачивание мелководных озер (Большое сосновое и Троицкое). В этом случае заболачивание и торфообразование почти сразу начинается с переходной стадии, с зарастания мелководий пушицей и сфагновыми мхами. Второй путь болотообразовательного процесса наблюдается на примере торфяника 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 заболачивание 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 ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗУЧЕННЫХ РАЗРЕЗОВ ТОРФЯНИКОВ**

В главе излагается основной фактический материал: результаты палинологического анализа 11 разрезов торфяников, представленные в виде спорово-пыльцевых диаграмм (СПД). Дано подробное описание изученных разрезов и их местонахождения. По изменению спорово-пыльцевых комплексов на СПД каждого разреза выделены локальные палинозоны, на основе которых реконструированы состав растительности и его изменения во времени для соответствующего района. Локальные палинозоны сопоставлены с хронологическим эталоном периодизации голоцена [Хотинский, 1977, с. 16], нумерация зон в разных разрезах унифицирована I – позднеледниковье (Late Glacial – LG); в голоцене в соответствии с периодами: II – пребореальный (PB); III – бореальный (BO); IV – атлантический (AT); V – суббореальный (SB); VI – субатлантический (SA).

Разрезы сгруппированы по четырем ключевым участкам: в южнотаежной подзоне проанализировано шесть разрезов, три из которых вскрыты на Горбуновском торфянике, остальные – в окрестностях г. Екатеринбурга; в среднетаежной – три разреза и в северотаежной – два (Рисунок 1).

Самый полный разрез непрерывных последовательных отложений, включая заключительные стадии позднего плейстоцена, исследован в южнотаежной подзоне в окрестности г. Екатеринбурга – Песчаное 1 [Панова, Коротовская, 1990, Панова, Антипина, 2007]. Глубина разреза 7.2 м (3.25 – торф и 3.75 м сапропель, нижние 20 см – тонкозернистая серая глина). К сожалению, отложения не были датированы на абсолютный возраст. Выделенные на СПД палинозоны, четко отражающие смены растительности, сопоставлены с СПД датированных разрезов близлежащих торфяников Среднего Урала – Аятского и Шигирского [Хотинский, 1977; Панова и др., 2008].

Палинозона I выделена в подстиляющей глине, на диаграмме видны три максимума трав рода *Artemisia*, семейства *Chenopodiaceae*, кустарниковых растений *Betula* sect. *apterokaryon* и *Salix*, характеризующие сухие и холодные периоды, между ними расположены максимумы пыльцы *Pinus sylvestris*, соответствующие периодам потепления. Палинозона, очевидно, отражает резкие климатические колебания в заключительную фазу позднеледниковья.

Палинозона II (нижний слой сапропеля) показывает резкое увеличение (до 88 %) пыльцы древесных растений, в том числе *Pinus sylvestris* (60%) указывает на потепление в первой половине РВ периода. Наибольшее содержание пыльцы *Larix* (25 %) и пик пыльцы *Picea* (до 10%) в верхней части палинозоны индицирует некоторое похолодание и увлажнение в позднем РВ. Эти изменения палиноспектров соответствуют «половецкому потеплению» и «переславскому похолоданию» в пребореальном периоде, отмеченным в других разрезах Русской равнины [Хотинский, 1977].

Начиная с палинозоны III (верхняя часть сапропеля) в спектрах преобладает пыльца древесных растений, что свидетельствует о повышении теплообеспеченности. Палинозона III относится к ВО периоду, в ней доминирует пыльца *Pinus sylvestris* и *Betula sect. albae*.

Спектры палинозоны IV (слой осокового торфа) отражают условия термического оптимума АТ периода, когда пыльца древесной группы доминировала и ее состав обогатился темнохвойными (*Abies sibirica*, *Pinus sibirica*) и широколиственными (*Ulmus*, *Tilia*, *Quercus*, *Corylus*, единично *Acer* и *Carpinus*) растениями.

Начиная с V палинозоны SB период (в слоях сфагново-осокового торфа) спектры индицируют тренд на похолодание. Состав пыльцы древесных обедняется за счет широколиственных, исчезает пыльца *Quercus*, *Corylus*, снижается доля темнохвойных (*Picea*, *Abies sibirica*, *Pinus sibirica*).

Палинозона VI – SA период (сфагново-осоковый торф) верхние 2 м. В спектрах доминирует пыльца *Pinus sylvestris* (60-70 %) и *Betula sect. albae*, участие темнохвойных *Picea* и *Pinus sibirica* (5-10 %) возрастает, доля широколиственных сокращается, на глубине 1 м – исчезает. Эти особенности пыльцевого комплекса характеризуют условия климата, близкие к современным, увеличение влажности и направленное похолодание.

Другие разрезы торфяников Среднего Урала вскрывают датированные голоценовые отложения разной возрастной продолжительности, они хорошо сопоставляются по аналогичным палинозонам. Разрез Ельничное 1-А вскрывает отложения с ВО. В разрезе зафиксирован перерыв в осадконакоплении на рубеже среднего и позднего голоцена. В результате резкого сухого похолодания (событие 4.2 ka) торфяник пересыхает, происходит прекращение торфонакопления. Разрез Палатки IV, связанный с археологическим памятником, представлен отложениями позднего голоцена. На Горбуновском торфянике все исследованные разрезы заложены вблизи археологических торфяниковых памятников, они вскрывают отложения, начиная с раннего голоцена. Кроме изученных IV и VI разрезов и Береговая XIII, для корреляции представлена диаграмма разреза стоянки Береговая 2, из материалов публикации [Panova., Antipina, 2016], в которой выделена палинозона I (LG – Late Glacial) в подстилающих глинах.

В среднетаежной подзоне исследовано три болота. Разрез Троицкое скважина вскрывает отложения, начиная с раннего голоцена. Разрез Большое сосновое пробурено на водораздельном верховом торфянике. Образцы разреза Хорпия отобраны в береговом торфяном обнажении на р. Лозьва [Антипина и др., 2011, 2014; Антипина, Панова, 2017]. Последние два керна представляют отложения с конца среднего голоцена.

В северотаежной подзоне отобрано две последовательности в береговых торфяных отложениях: Кулемья в пойме р. Ляпин при впадении в нее р. Кулемья и Маньинский Хартым на р. Манья. Возраст отложений Кулемья датируется концом позднеледниковья (дриас-3) – серединой АТ, когда торфонакопление прекратилось. На СПД выделены палинозоны I-IV. В разрезе Маньинский Хартым в соответствии с датировками торфонакопление началось со второй половины АТ, как бы продолжая отложения на р. Кулемья. На СПД выделены палинозоны IV-VI.

## 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 в пределах восточных предгорий Урала проведено сравнение обобщенных пыльцевых диаграмм опорных разрезов озерно-болотных отложений по трем географическим районам: Среднего Урала (Рисунки 2-4); Северного Урала (Рисунок 5) и Приполярного Урала (Рисунок 6). Для сопоставления в диссертации также приводятся пыльцевые диаграммы трех разрезов Шигирского торфяника на Среднем Урале: Варга 2 скважина, Варга раскоп и Шигирское А (анализы Н.К. Пановой) [Panova, Antipina, 2016].

Палинозона I – (до 11.7 тыс. кал. л. н.) выделена в подстилах минерализованных отложениях самых древних голоценовых торфяников на Среднем (Песчаное 1, Варга 2 скважина, Береговая 2) и Приполярном Урале (Кулемья). В разрезах Северного Урала отложения этого периода отсутствуют. Для палинозоны I характерно доминирование в спектрах пыльцы анемофильных трав *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Roaceae*, *Cyperaceae* и криоксерофитных кустарников (*Betula sect. apterokaryon*, *Duschekia fruticosa*, *Salix*), единично встречается пыльца эфедры (*Ephedra*). В диаграммах разрезов на Среднем Урале доля пыльцы трав выше, в небольшом количестве присутствует пыльца древесных растений (*Larix sibirica*, *Picea obovata*, *Pinus sylvestris* и *Betula sect. albae*). В разрезе Кулемья на Приполярном Урале доля анемофильных трав менее значительна, преобладает пыльца тундровых кустарников, единично отмечена пыльца *Larix sibirica* и *Picea obovata*. Палиноспектры в целом отражают холодные и сухие климатические условия заключительных этапов позднеледниковья.

Палинозона II, соответствующая предбореальному периоду (11.6-10.5 тыс. кал. л. н.), выделена в тех же разрезах. Для нее характерно увеличение доли пыльцы древесных растений, что свидетельствует о начавшемся потеплении. В разрезах среднеуральских торфяников преобладает пыльца *Larix sibirica*, ее доля составляет до 25% (Песчаное 1) и до 95 % (Варга 2 скважина). Содержание пыльцы других древесных растений существенно ниже: *Picea obovata* – 5-18 %, *Betula sect. albae* – 13-27 %. В разрезе Кулемья на Приполярном Урале в спектрах резко увеличивается содержание пыльцы *Picea obovata* до 60%), и *Larix sibirica* (до 8.5 %) и уменьшается доля кустарниковых берез (*Betula sect. Apterokaryon*). В палинозоне разреза Песчаное 1 четко выделяется две фазы, которые, по-видимому, отражают «половецкое потепление» и «переславское похолодание», отмеченные ранее в предбореальном периоде на Русской равнине и на Среднем Урале [Хотинский, 1970; 1977]. В первую, более теплую и относительно сухую фазу резко сокращается доля пыльцы трав и *Betula sect. Apterokaryon* и увеличивается – *Pinus sylvestris*. Во вторую, более холодную и влажную, вклад *Pinus sylvestris* в формирование палиноспектров уменьшается, *Larix sibirica* и *Picea obovata* – увеличивается.

Палинозона III соответствует отложениям бореального периода (10.5-8.8 тыс. кал. л. н.). На СПД изученных разрезов Среднего Урала в составе пыльцы древесных растений резко уменьшается доля *Larix sibirica* и *Picea obovata*, *Betula sect. albae* и *Pinus sylvestris* – повышается. В разрезах некоторых торфяников появляется пыльца *Pinus sibirica*. На Северном Урале в СПД разреза Троицкое скважина доминирует пыльца *Betula sect. Albae* (до 62 %) и *Pinus sylvestris* (до 51 %), содержание пыльцы *Picea obovata* 8-23 %, *Larix sibirica* – до 2 %. В разрезе Кулемья на Приполярном Урале в спектрах возрастает участие древесных растений: доминирует пыльца *Betula sect. apterokaryon* (50-60 %), *Picea obovata* и *Betula sect. albae* в пределах (10-20 %). Палинокомплексы свидетельствуют об изменении климатических условий в сторону потепления и уменьшения влажности.

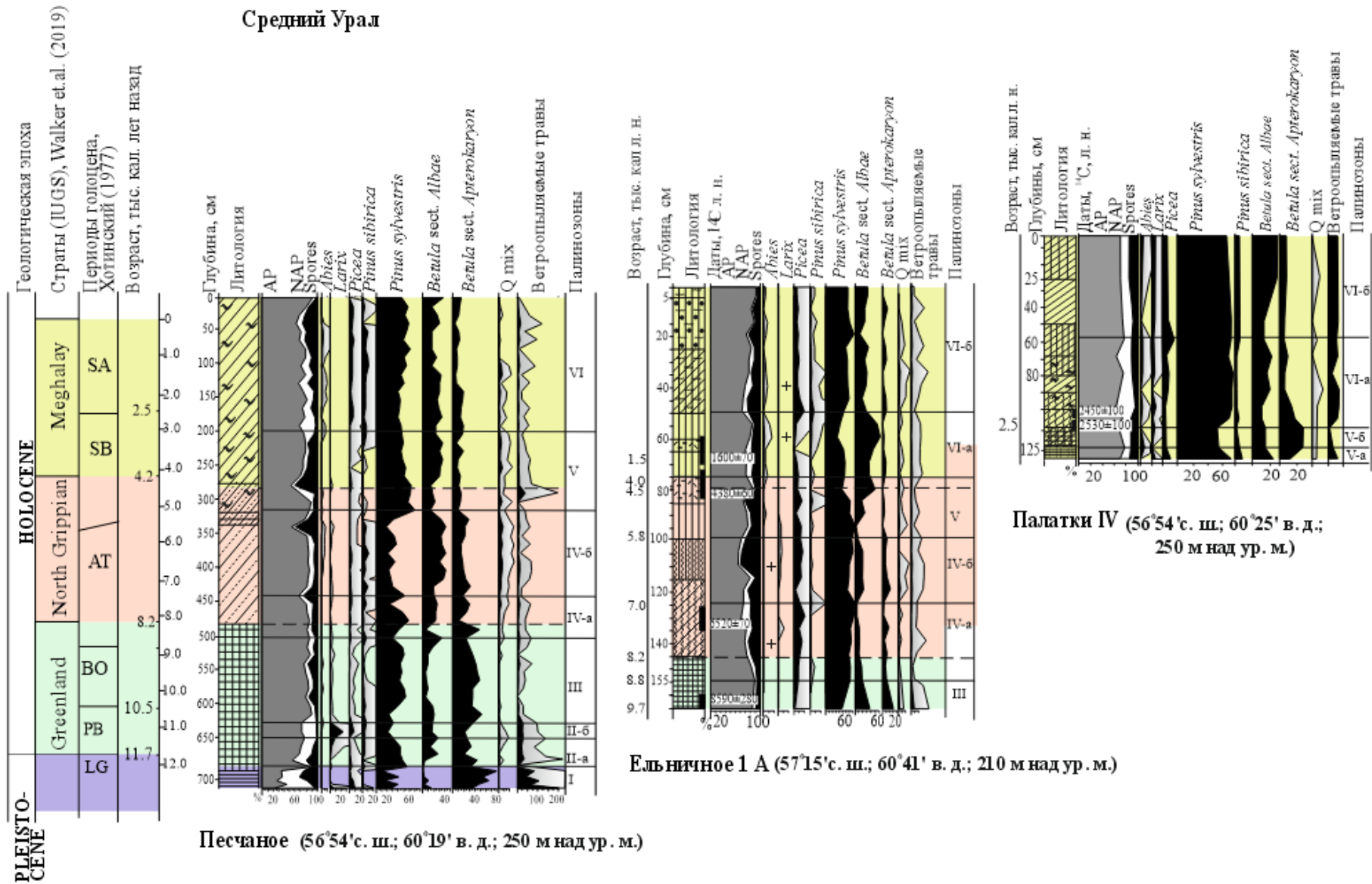


Рисунок 2 – Сопоставление спорово-пыльцевых диаграмм разрезов: Песчаное, Ельничное 1-А, Палатки IV

Средний Урал

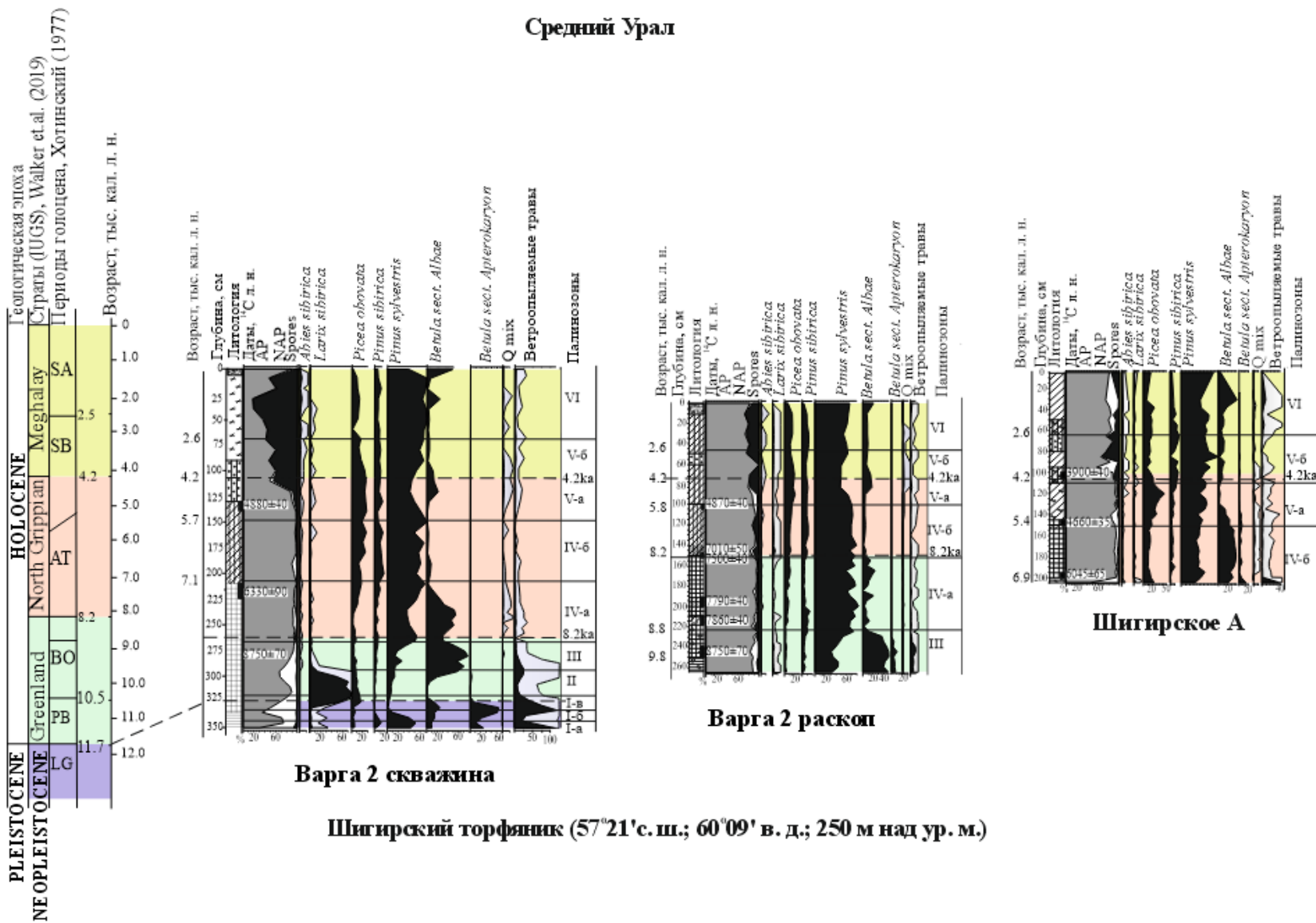
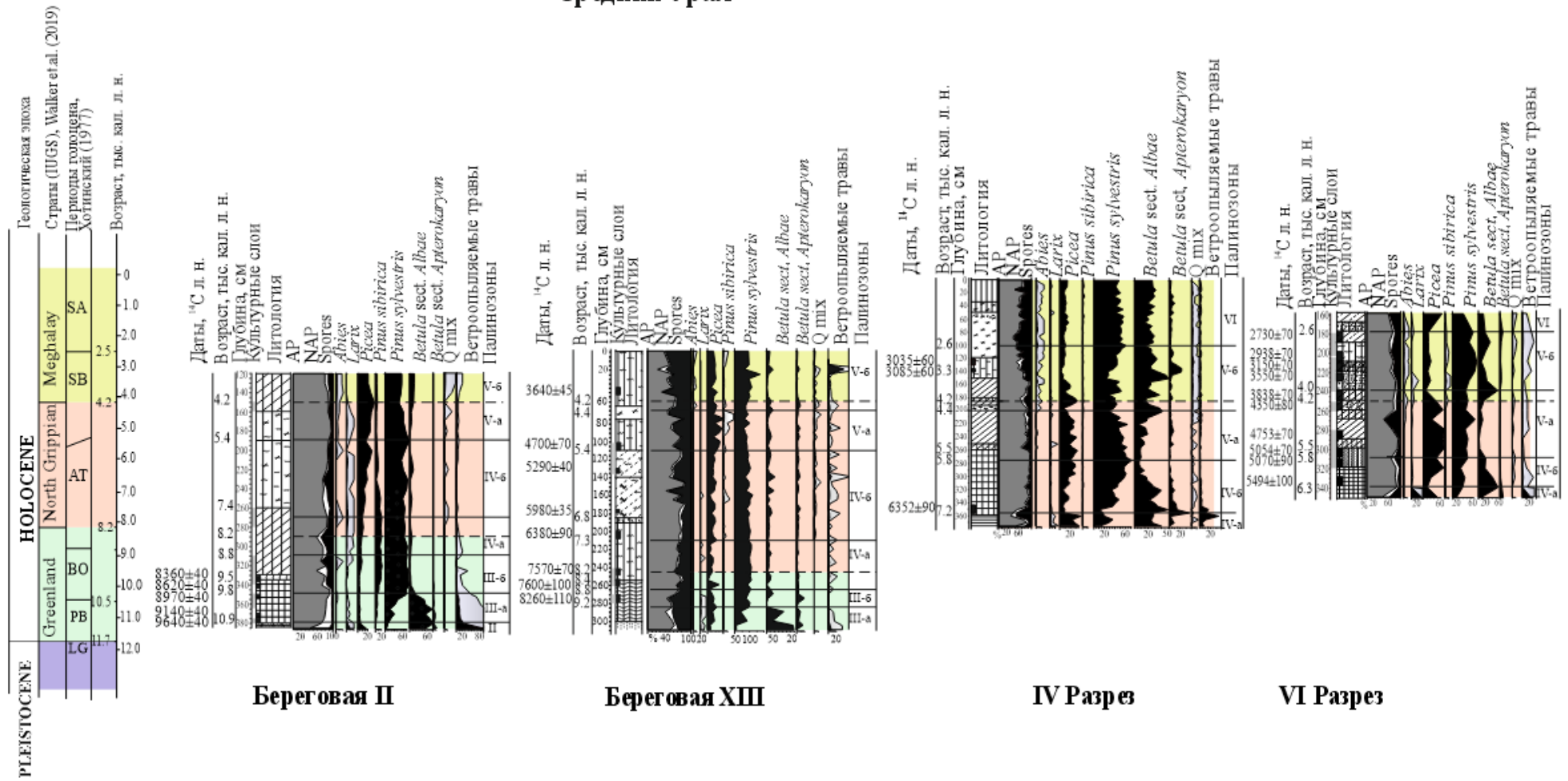


Рисунок 3 – Сопоставление спорово-пыльцевых диаграмм разрезов Шигирского торфяника

Средний Урал



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

Рисунок 4 – Сопоставление спорово-пыльцевых диаграмм разрезов Горбуновского торфяника

## Северный Урал

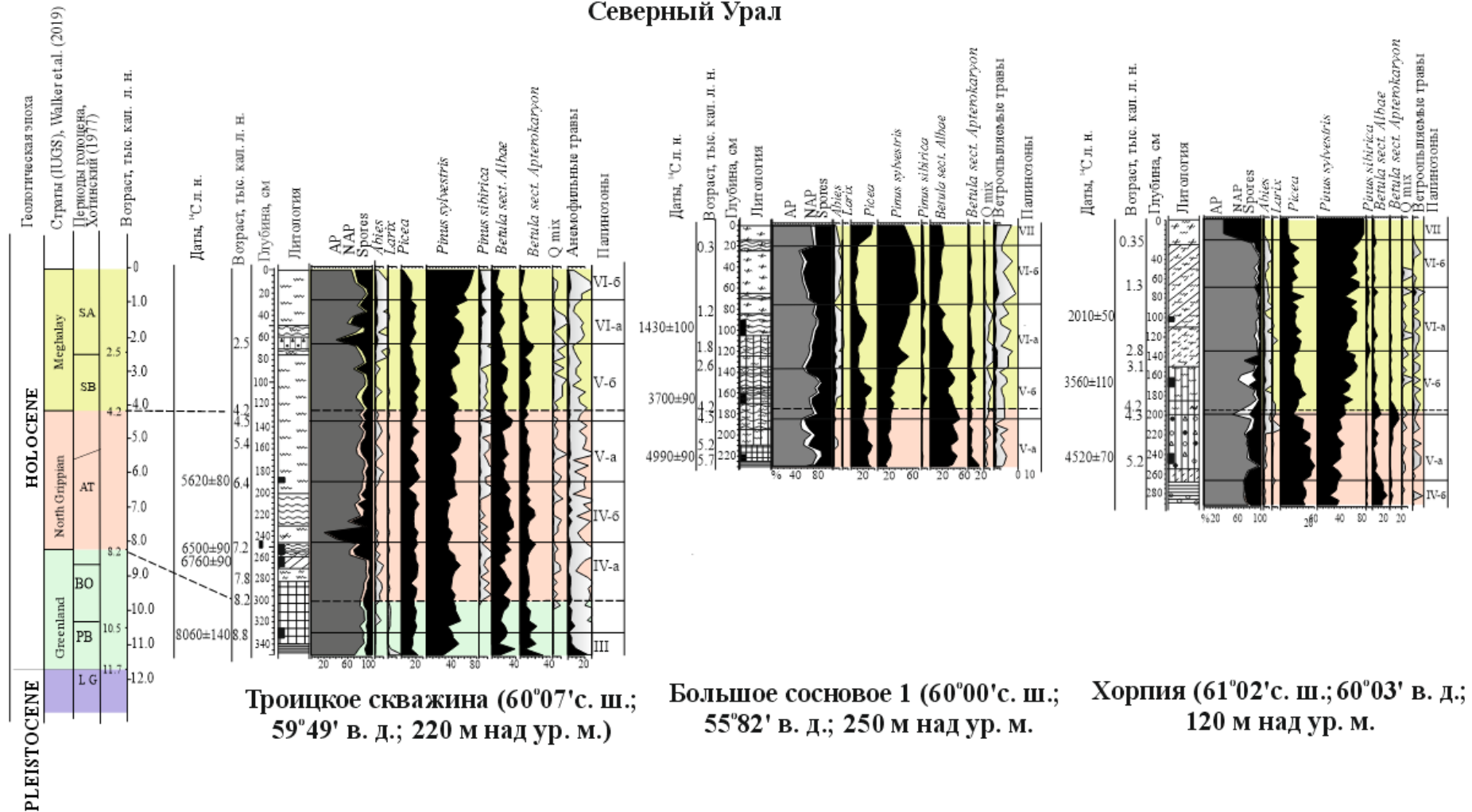


Рисунок 5 – Сопоставление спорово-пыльцевых диаграмм разрезов: Троицкое скважина, Большое сосновое, Хорпия

Приполярный Урал

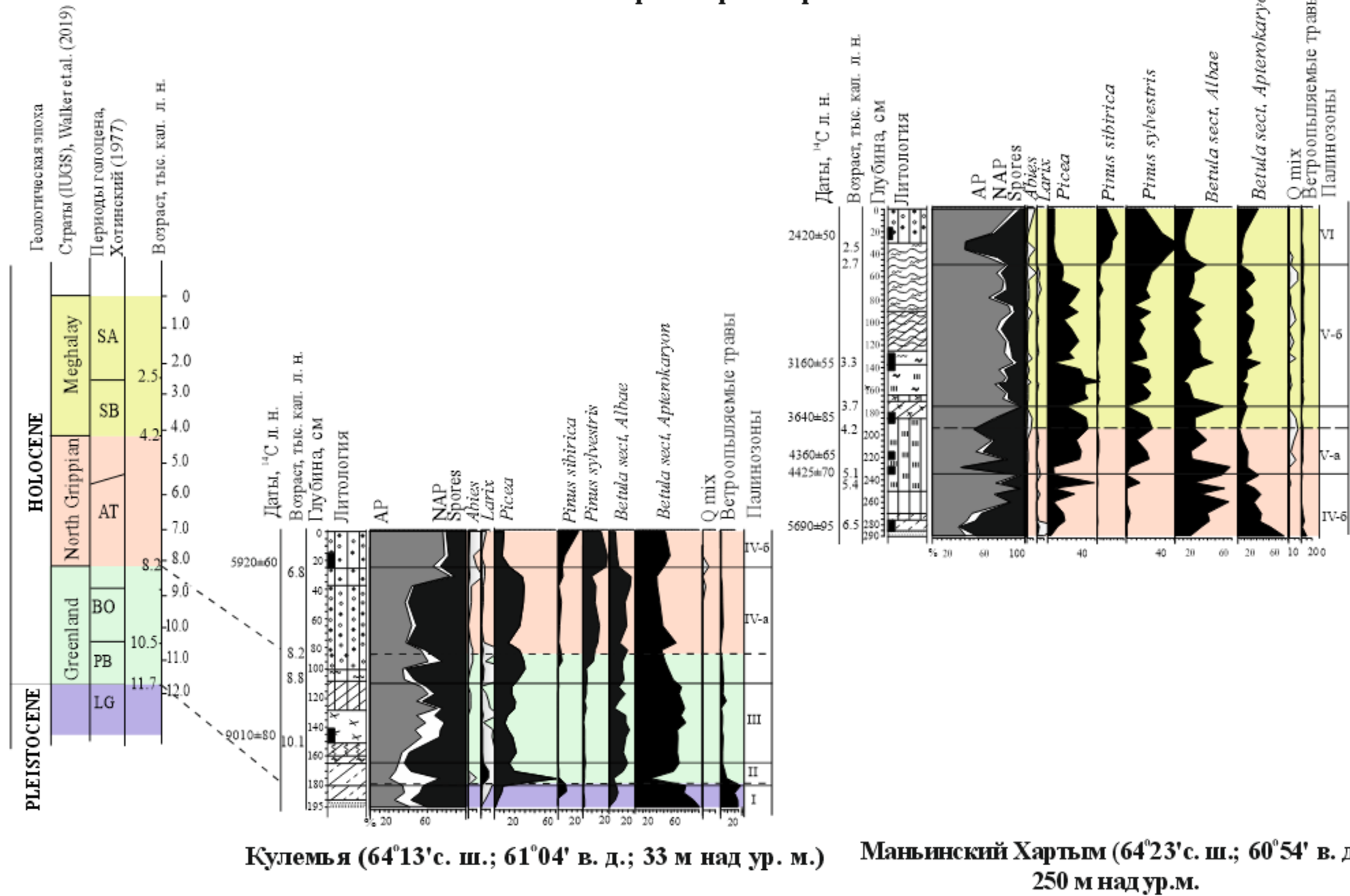


Рисунок 6 – Сопоставление спорово-пыльцевых диаграмм разрезов: Кулемья, Маньинский Хартым

Палинозона IV-а выделяется в отложениях первой половины атлантического периода (8.8–7.2 тыс. кал. л. н.). В спорово-пыльцевых диаграммах торфяников Среднего и Северного Урала наблюдается повышение содержания пыльцы *Picea obovata*, появляется пыльца *Abies sibirica* и широколиственных древесных растений (*Tilia*, *Quercus*, *Ulmus*), что свидетельствует о прогрессирующем потеплении. Отличительной особенностью палинозоны IV-а в разрезе Кулемья на Приполярном Урале является появление пыльцы *Pinus sylvestris*, увеличение *Betula sect. albae* и *Picea obovata*, уменьшение *Betula sect. apterokaryon*.

Палинозона IV-б может быть сопоставлена со второй половиной атлантического периода (7.2–5.4 тыс. кал. л. н.). На диаграммах Среднего и Северного Урала возрастает доля пыльцы *Picea obovata* и широколиственных деревьев (*Tilia*, *Quercus*, *Ulmus*), постоянно присутствует пыльца *Abies sibirica*. На СПД разрезов Приполярного Урала палинозона IV-б возрастает участие пыльцы *Picea obovata*, *Pinus sylvestris*, появляется *Pinus sibirica* и *Abies sibirica*, доминирует *Betula sect. albae*, *Betula sect. apterokaryon* (разрез Маньинский Хартым) – уменьшается. Некоторое увеличение доли пыльцы *Betula sect. apterokaryon* в начале палинозоны, очевидно, отражает похолодание в середине атлантического периода [Хотинский, 1987].

Палинозона V-а, соответствует первой половине суббореального периода (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 %. В палинокомплексах этой палинозоны заметно увеличивается участие пыльцы *Abies sibirica*, *Tilia*, *Quercus*, *Ulmus*, что позволяет описать климатические условия как наиболее благоприятными для произрастания мезофильной растительности. В палиноспектрах Северного и Приполярного Урала также отмечается максимальное участие пыльцы *Picea obovata* и единичное участие пыльцы *Ulmus*, *Tilia*, а на Северном Урале и *Quercus*.

Палинозона V-б сопоставляется со второй половиной суббореального периода (4.2–2.6 тыс. кал. л. н.). В спектрах большинства разрезов отмечено уменьшение пыльцы *Picea obovata* и возрастание *Pinus sylvestris*. В то же время отмечается увеличение пыльцы *Abies sibirica* и единичное присутствие в разных разрезах пыльцы *Ulmus*, *Tilia*, *Corylus*, *Quercus* и даже *Carpinus*.

Палинозона VI охватывает субатлантический период (от 2.6 тыс. кал. л. н. до настоящего времени). В СПД *sylvestris*, колебания содержания пыльцы *Picea obovata* и *Betula sect. albae*, постоянное присутствие пыльцы *Abies sibirica*, единичное – пыльцы широколиственных (*Ulmus*, *Tilia*, *Quercus*). На Приполярном Урале в разрезе Маньинский Хартым палинозона VI характеризуется доминированием пыльцы *Pinus sylvestris*. При этом происходит *Pinus sibirica* увеличивается, *Picea obovata* и *Abies sibirica* – уменьшается, исчезает пыльца широколиственных древесных. Палиноспектры свидетельствуют о похолодании и усилении континентальности климата. К концу субатлантического периода пыльца неморальных видов древесных растений исчезает почти во всех исследованных разрезах, кроме южной части Среднего Урала (разрезы Песчаное 1, Палатки IV), где присутствует пыльца *Tilia* и *Ulmus*. В лесах региона можно их встретить в подлеске и в настоящее время.

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 нашло четкого отражения в спорово-пыльцевых диаграммах изученных разрезов на Среднем и Северном Урале. Более наглядно это событие проявилось на Приполярном Урале. Здесь в СПД (Кулемья) в период около 8.0 тыс. кал. л. н. (на глубине 75 см) отмечается резкое снижение участия 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) прослеживается в палиноспектрах на Среднем и Северном Урале. Он отражается в снижении содержания пыльцы *Picea obovata* и отсутствии пыльцы широколиственных деревьев (*Tilia*, *Quercus*, *Ulmus*), что можно рассматривать следствие 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 рубеже 4.2 тыс. кал. л. н. существенных изменений не выявлено, а уровень пессимума пыльцы *Picea obovata* и исчезновения пыльцы *Tilia* и *Ulmus* датируется временем около 5.0 тыс. кал. л. н.

## 6.2. Динамика 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.). Растительность этого периода отражает палинозона I. На всей исследуемой территории преобладала безлесная травяно-кустарниковая растительность, преимущественно из ветроопыляемых трав (*Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Roaceae*, *Cyperaceae*, другого разнотравья) и *Betula* sect. *apterokaryon*, *Duschekia fruticosa*, *Salix*, встречалась *Ephedra*. Редкая древесная растительность из *Larix sibirica*, *Picea obovata* и *Betula* sect. *albae* в большей степени была представлена на Среднем Урале, где произрастала также и *Pinus sylvestris* L. На Северном Урале, по данным палинологического анализа пещерных отложений, в современной подзоне средней тайги, растительность позднеледниковья (13-10.3 тыс. кал. л. н.) представлена 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, в позднеледниковье преобладали тундровые кустарниковые сообщества с доминированием *Betula* sect. *apterokaryon* с участием *Salix*, *Duschekia fruticosa* (Rupr.) Pouzar, а также гипново-моховые ассоциации, травянистых растений было значительно меньше.

Полученные данные показали, что в условиях холодного и сухого климата позднеледниковья на всей исследованной территории восточного склона Урала, как и на многих пространствах Северной Евразии, преобладал специфический перигляциальный комплекс тундростепной травяно-кустарниковой растительности. 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 лесообразующих видов древесных растений, [Панова, 2017, 2018]. 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]. Полученные данные согласуются с 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 доли пыльцы древесных растений [Хотинский, 1977; Blyakharchuk, Sulerzhitsky, 1999; Borisova et.al., 2011; Бляхарчук, 2012; Новенко, 2016]. На Среднем Урале в пребореальном периоде (палинозона II), по мере отступления ледников и потепления климата, расширились площади, занятые лесной растительностью. На равнинных водораздельных пространствах произрастали, в основном, редкостойные елово-лиственничные леса, участие берез *Betula* sect. *albae* уменьшилось, на дренируемых возвышенных формах рельефа встречалась *Pinus sylvestris*. В бореальном периоде (палинозона III), в растительном покрове Среднего Урала доминировали березовые леса, площади еловых и лиственничных древостоев резко сократились. Климатические условия более теплые и сухие. Начиная со второй половины увеличивается экспансия *Pinus sylvestris*. 8.8–8.2 тыс. кал. л. н. *Pinus sylvestris* становится доминирующим лесообразующим видом; в составе лесов 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]. По нашим данным, на Северном Урале (Троицкое скважина) в течение раннего голоцена лиственнично-еловые редколесья сменились березово-сосновыми лесами. На Приполярном Урале (разрез Кулемья) в пребореальном периоде сокращаются площади кустарниковых тундр, распространяются елово-лиственничные редколесья. В бореальном периоде они сменяются редкостойными березово-еловыми лесами с примесью лиственницы *Larix sibirica*, с ерниковым кустарниковым покровом из *Betula* sect. *apterokaryon*.

**Средний голоцен** (8.2-4.2 тыс. кал. л. н.). В первую половину атлантического периода на Среднем и Северном Урале преобладали сосновые леса с примесью берез (*Betula* sect. *albae*) и *Picea obovata*, в подлеске появились широколиственные (*Tilia*, *Ulmus*, *Quercus*, *Corylus*). Климатические условия умеренно теплые. Во второй половине атлантического периода доля широколиственных увеличивается. 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. В южной части Среднего Урала (разрез Песчаное I) произрастали березово-сосновые леса с примесью *Picea obovata*, *Abies sibirica* и широколиственных (*Tilia*, *Ulmus*, *Quercus*, *Corylus*, *Alnus glutinosa*, *Carpinus*), участие ели было значительно меньшим. На Северном Урале были распространены березово-еловые и сосновые леса с примесью *Pinus sibirica* и *Abies sibirica*. На Приполярном Урале леса приобретают средне- и южнотаежный облик, появляется пыльца *Abies sibirica*, *Tilia*, *Ulmus* (разрез Маньинский Хартым), в спектрах единично присутствуют *Tilia*, *Ulmus*, *Quercus*. Широколиственные в конце атлантического периода доходили до Приполярного Урала. По литературным данным *Quercus* на восточном склоне Урала в голоцене достигал 61° с. ш. [Денисов, 1980].

На рубеже атлантического и суббореального периодов произошло кратковременное сухое похолодание [Хотинский, 1987]. В палиноспектрах разрезов Среднего и Северного Урала это событие фиксируется по уменьшению доли пыльцы *Picea obovata* и широколиственных древесных растений, увеличению количества пыльцы *Pinus sylvestris*. На Приполярном похолодание выделено по резкому кратковременному падению кривой пыльцы *Picea obovata* и увеличению – *Betula* sect. *Albae*, оно датируется 5.4–5.8 тыс. кал. л. н.

Первая половина суббореального периода считается наиболее теплым временем голоцена. В это время максимальные площади на всем исследуемом пространстве таежной зоны восточных предгорий 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 СПД Среднего, Северного и Приполярного Урала. Только в южной части Среднего

Урала (Песчаное), *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*. Полученные новые данные свидетельствуют о том, что максимальное развитие еловых лесов с примесью широколиственных древесных растений на Среднем Урале было не в конце атлантического периода, как считалось ранее [Хотинский, 77], а в первую половину суббореального периода [Panova, Antipina, 2016; Панова, Антипина, 2017].

Более мягкий климат способствовал смещению растительных зон в северном направлении. Согласно полученным данным, граница подзоны южно-таежных лесов проходила севернее на 500 км, по сравнению с ее современным положением [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].

**Поздний голоцен** (от 4.2 тыс. кал. л. н. до настоящего времени). 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 в составе лесов *Picea obovata* и широколиственных древесных растений. Во второй половине суббореального периода (4.2–2.6 тыс. кал. л. н.) на Среднем Урале произрастали сосновые и пихтово-еловые леса с примесью *Tilia*, *Ulmus*, *Quercus*.

На Северном Урале большей частью были распространены березово-еловые и сосновые леса с небольшим участием *Abies sibirica*, а также *Tilia* и *Ulmus* в подлеске.

На Приполярном Урале (разрез Маньинский Хартым) преобладали березово-еловые леса с участием *Abies sibirica*. Возможно, единично встречались *Ulmus* и *Tilia*. Сосна *Pinus sylvestris* в лесной растительности играла менее значительную роль. В то же время заметное место в растительном покрове по заболоченным местам занимали березы (*Betula* sect. *apterokaryon*). В субатлантическом периоде (от 2.6 тыс. кал. л. н.) на восточном склоне Среднего Урала доминировали сосновые леса. Темнохвойные леса сократили свои площади, но заметная роль в них принадлежала *Abies sibirica*; местами *Pinus sibirica*. На Северном и Приполярном Урале в составе лесов преобладала сосна *Pinus sylvestris*, участие *Picea obovata* уменьшилось, в примеси в составе темнохвойных лесов произрастали *Abies sibirica* и *Pinus sibirica*.

Таким образом, в течение последнего этапа голоцена на территории восточных предгорий Урала происходило постепенное обеднение состава лесов за счет неморальных элементов. Из растительных сообществ поэтапно исчезали широколиственные древесные растения – *Carpinus*, *Quercus*, *Corylus*. *Ulmus* и *Tilia* 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 *Roaceae*, 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 РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### Публикации в научных изданиях из Перечня российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук

1. Антипина Т.Г., Панова Н.К., Чаиркина Н.М. Динамика природной среды в голоцене по данным комплексного анализа VI разреза Горбуновского торфяника // Известия Коми науч. центра УрО РАН. – 2013. – Вып. 4. – С. 89-97.
2. Антипина Т.Г., Панова Н.К., Корона О.М. Динамика растительности и природных условий на восточном склоне Северного Урала в голоцене // Экология. – 2014. – № 5. – С. 353-361. DOI: 10.7868/S0367059714050023.
3. 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

### Публикации в изданиях,

#### включенных в международные базы данных Web of Science, Scopus

4. Antipina T.G., Panova N.K., Korona O.M. The holocene dynamics of vegetation and environmental conditions on the eastern slope of the Northern Urals // Russian Journal of Ecology. – 2014. – Vol. 45, – N 5. – С. 351-358.
5. Panova N.K., Antipina T.G. Late Glacial and Holocene environmental history on the eastern slope of the Middle Ural Mountains, Russia // Quaternary International. – 2016. – Vol. 420. – P. 76-89.
6. Antipina T.G., Panova N.K. The holocene dynamics of vegetation and climatic conditions on the eastern slope of the Subpolar Urals // Russian Journal of Ecology. – 2016. – Т. 47, – № 4. – С. 329-337.

### Публикации в изданиях, входящих в РИНЦ

7. Panova N.K., Antipina T.G., Jankovska V. Holocene history of the environment and development of bogs on the eastern slope of the polar and pre-polar Urals (Russia) // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. Ханты-Мансийск. – 2010. – Вып. 2(2). – С. 104-117.
8. Панова, Н.К., Антипина Т.Г. Голоценовая история лесов на восточном склоне Среднего Урала // Леса России и хозяйство в них. – 2017. – №3. – С. 53-64.
9. Панова Н.К., Антипина Т.Г. Голоценовая динамика растительности и экологических условий формирования Шигирского торфяника вблизи археологического памятника Варга 2 (по результатам палинологического и ботанического анализов) // Сборник статей. Своеобразие и особенности адаптации культур лесной зоны Северной Евразии в финальном плейстоцене – раннем голоцене. – 2007. – С. 234-243.

### Глава в монографии

10. Панова Н.К., Антипина Т.Г. Динамика растительности и природных условий по данным палинологического и ботанического анализов // в кн. Варга 2. Раннеолитическая стоянка в Среднем Зауралье (опыт комплексного исследования). – Екатеринбург, 2007. – С. 27-34.

Подписано в печать 11.02.2026. Формат 60x84 1/16

Бумага офсетная. Печать лазерная. Тираж 100 экз. заказ 0354

Гарнитура «TimesNewRoman». Отпечатано в копировальном салоне  
«Симетрика»

Объём 1,4 п.л. г.Екатернбург, ул.Куйбышева 32. Т +7 (343) 257-7797,  
+7 (912) 635-7395