

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФГБОУ ВПО «АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Г.И. Ненашева

**РАСТИТЕЛЬНОСТЬ И КЛИМАТ
ГОЛОЦЕНА МЕЖГОРНЫХ КОТЛОВИН
ЦЕНТРАЛЬНОГО АЛТАЯ**

МОНОГРАФИЯ



Барнаул

Издательство Алтайского
государственного университета
2013

УДК 58:551.58
ББК 28.5+26.234.7
Н512

Рецензенты:

канд. геогр. наук, доцент **В.П. Галахов**;
канд. геогр. наук, доцент **Л.В. Швецова**

Н512 Ненашева, Г.И.

Растительность и климат голоцена межгорных котловин Центрального Алтая : монография / Г.И. Ненашева. – Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2013. – 164 с.
ISBN 978-5-7904-1454-1

В монографии рассмотрены современные физико-географические условия Центрального Алтая, методические основы и проблемы использования спорово-пыльцевого и аэропалинологического анализа в физико-географических исследованиях. Дана палинологическая характеристика отложений голоценового возраста межгорных котловин Центрального Алтая, этапов развития природного комплекса территории.

Работа интересна для студентов географического факультета, изучающих курсы «Палеогеография», «Эволюционная география», а также специалистов в области горных стран.

УДК 58:551.58
ББК 28.5+26.234.7

*Настоящее издание опубликовано в рамках реализации
Программы стратегического развития
Алтайского государственного университета*

ISBN 978-5-7904-1454-1

© Ненашева Г.И., 2013
© Оформление. Изд-во Алтайского
государственного университета, 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
Глава 1. Современные физико-географические условия Центрального Алтая	7
1.1. Тектоническое, геологическое строение и рельеф территории.....	7
1.2. Климат	11
1.3. Растительность и ландшафты Центрального Алтая	21
Глава 2. Методические основы и проблемы использования спорово-пыльцевого анализа в физико-географических исследованиях	30
2.1. Особенности формирования спорово-пыльцевых спектров как основа интерпретации палинологического материала	33
2.2. Факторы формирования спорово-пыльцевых спектров	50
2.2.1. Пыльцевое и споровое продуцирование растений	50
2.2.2. Дальность рассеивания спор и пыльцы в воздухе.....	51
2.2.3. Перенос пыльцы и спор текучими водами	55
2.2.4. Степень сохранности оболочек пыльцы и спор при их захоронении.....	56
2.2.5. Переотложение пыльцевых зерен и спор.....	59
2.3. Субрецентные и рецентные спектры.....	60
2.4. Основные результаты исследования современных спорово-пыльцевых спектров в горах Алтая	66
Глава 3. Палинологическая характеристика отложений голоценового возраста межгорных котловин Центрального Алтая	79
3.1. Описание спорово-пыльцевой диаграммы разреза в урочище Ештыкколь	81
3.2. Описание спорово-пыльцевой диаграммы разреза Джангысколь (урочище Ештыкколь)	95
3.3. Описание спорово-пыльцевой диаграммы разреза в Курайской котловине	101

Глава 4. Растительность и климат голоцена Центрального Алтая	116
4.1. Этапы развития природного комплекса межгорных котловин Центрального Алтая в голоцене	116
4.2. Основные сходства и различия в развитии растительности, климата Центрального Алтая и других регионов в голоцене	121
Выводы	145
Библиографический список.....	147

ВВЕДЕНИЕ

Необходимость изучения ландшафтов голоцена обусловлена рядом причин, которые в полной мере распространяются и на территорию Центрального Алтая. Во-первых, голоцен является самым поздним геологическим этапом в истории Земли и определяет особенности развития современных природных комплексов, а значит, должен быть детально изучен. Во-вторых, рациональное природопользование высокогорных территорий должно основываться на изучении закономерностей развития природы в недалеком прошлом. Понимание современного состояния и пути будущего использования территории невозможно без знания истории ее развития в прошлом.

Для решения подобных задач используется комплекс палеогеографических методов, среди которых важное место отводится спорово-пыльцевому анализу, основанному на изучении ископаемых остатков растений – пыльцы и спор, их таксономического состава и количественных соотношений. Результаты спорово-пыльцевого исследования позволяют получить достоверную картину развития растительности, что дает возможность реконструировать изменения и других компонентов ландшафта.

Палинологические исследования, проводимые с параллельным радиоуглеродным датированием, являются ключом к прогнозированию развития растительного покрова и ландшафтов в целом. Все это делает изучение природных условий голоцена Центрального Алтая актуальным научным направлением.

Выбор объекта обусловлен наибольшей гляциологической изученностью территории. Значительный теоретический материал (Тронов, 1949; Ревякин, Ивановский, 1967; Ивановский, Паньчев, Орлова, 1982; Адаменко, 1985; Ивановский, 1993; Бутвиловский, 1993; Бутвиловский и др., 1993; Галахов, Назаров, Харламова, 2005; Назаров, 2006; Галахов, Назаров, Ловцкая, Агатова, 2012).), дополненный палинологическими и аэропалинологическими исследованиями автора, позволили уточнить и получить новые данные о ходе изменений природной обстановки.

Результаты работы могут быть использованы для изучения природных реконструкций на территории Алтая, для создания региональных биостратиграфических схем голоцена. Полученные палинологические данные могут использоваться в специальном

курсе лекций и практических занятий по эволюционной географии и палеогеографии для студентов кафедры физической географии и геоинформационных систем географического факультета АлтГУ. Аэропалинологические результаты наблюдений автора выставляются как аллергопрогноз на сайте <http://www.allergology.ru>.

Автор благодарит своих учителей за участие и становление в ее профессиональной деятельности, за их поддержку, внимание и любовь, привитую к палинологии, – это профессор, кандидат географических наук Михайлов Николай Николаевич; палинолог, кандидат географических наук Дзюба Ольга Федоровна.

Глава 1

СОВРЕМЕННЫЕ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО АЛТАЯ

Территория исследования расположена в западной части Алтае-Саянской горной страны. На севере Алтай граничит с Западно-Сибирской равниной. Западная и юго-западная границы выражены менее четко. Веерообразно расположенные снижающиеся хребты постепенно сменяются казахским мелкосопочником. На юге и юго-востоке Алтай примыкает к Монгольскому Алтаю по линии пограничного массива Табын – Богдо – Ола и хребтов, отходящих от него. На востоке Алтай граничит с горным районом Тувы. Северо-восточная граница Алтая проведена условно по водоразделам бассейнов рек Бии, Абакана и Томи с Западным Саяном и Горной Шорией. Горные цепи Алтая разделены глубокими речными долинами и межгорными котловинами и повышаются в направлении с севера и северо-запада к югу и юго-востоку. Наиболее приподнятой частью Алтая является Центральный Алтай (Атлас Алтайского края, 1978).

1.1. Тектоническое, геологическое строение и рельеф территории

Своеобразие природных условий во многом определяет рельеф и геологическое строение территории. Центральный Алтай состоит из двух горных цепей: северной и южной. Южная цепь образована Южно-Чуйским, Катунским хребтами и хребтом Листвяга; северная – Северо-Чуйским и Теректинским хребтами. Севернее к ним примыкают менее высокие хребты Айгулакский и Сальджар. Для Центрального Алтая характерны большие контрасты в облике рельефа отдельных территорий. Основное ядро – Катунский хребет с высшей точкой Алтая 4506 м (г. Белуха), Северо-Чуйский (4173 м) и Южно-Чуйский (3960 м) хребты. Все эти хребты имеют альпийский облик, сильно расчленены и несут на себе вечные снега и ледники. Другие хребты Центрального Алтая менее высоки и несут на себе следы интенсивного сглаживания. Особенностью географического строения территории является наличие межгорных котловин: Уймонская, Катандинская, Абайская, Коксинская (Горный Алтай, 1971).

Курайская впадина представляет собой крупную межгорную депрессию, ограниченную с юга и северо-востока Северо-Чуйским и Курайским хребтами. С северо-запада впадину замыкают Эстулинский, Айгулакский и Кубадринский горные массивы. Впадина имеет ромбовидную форму, характерную для впадин со сбросово-сдвиговыми тектоническими границами. Восточная ее часть представляет собой бассейн кайнозойской седиментации, выраженный в рельефе в виде равнины, плоской в центральной части и наклонной вблизи хребтов. В западной части впадины палеозойский фундамент выходит на поверхность. Здесь он сводообразно изогнут и отделен с севера и юга от хребтов относительно небольшими Ештыккольским и Ярлыамринским прогибами. В осевой части свода образовалась система грабенов, использованная долиной р. Чуй. О надвигании горного обрамления на впадину наряду с деформацией фундамента свидетельствуют вытянутые вдоль подножий хребтов тектонические выступы, прорывающие кайнозойские отложения аккумулятивной части впадины и формирующие передовые хребтики, такие как «карбонный горст» в междуречье Курайки и Сухого Тыдтугема и выступы междуречья Балтыргана и Ардыжана (Новиков, 2004).

Все многообразие аккумулятивного рельефа впадины образовано позднеплейстоценовыми и голоценовыми породами, слагающими сложно построенный комплекс ледниковых, водно-ледниковых, озерных и аллювиальных отложений. Наиболее древними отложениями, формирующими аккумулятивные формы рельефа рассматриваемой территории, являются позднеплейстоценовые ледниковые осадки максимума последнего оледенения, образующие в местах раскрытия долин во впадину моренные поля. На северном борту впадины хорошо выраженные небольшие моренные поля расположены на выходе во впадину долин Таджилу, Ортолыка и Курайки. Крупное моренное поле, отложенное на средней ступени Курайского хребта в междуречье Курайки и Сухого Тыдтугема ледником, спускавшимся по системе коротких долин с плато осевой части хребта в районе верховий Нижнего Ильдугема, достигает впадины только двумя незначительными языками. Моренные поля южного борта впадины более значительны по размерам. Самые крупные из них расположены на выходах во впадину долин Актуру и Тюте. Несколько меньшие поля расположены на окончаниях горных частей долин северного склона массива Биш-Иирду (Корумду, Куркурук и др.) (Новиков, 2004).

Межгорные котловины сложены рыхлыми отложениями (песками, суглинками, валунно-галечниковым материалом), и только кое-где возвышаются невысокие останцы из коренных пород или цепочки кряжей, разделяющих котловину на несколько более или менее обособленных участков, например, Абайская котловина.

Хребты Центрального Алтая имеют альпийский облик. Пикообразные вершины гор покрыты снегами и ледниками, склоны крутые и обрывистые, прорезаемые ущельями рек. В результате длительного и интенсивного воздействия ледниковой экзарации, нивальных и гравитационных процессов сформировались альпийские формы рельефа. Альпийский рельеф на территории Центрального Алтая поднимается над поверхностью древнего пенеппена и занимает более высокие участки хребтов Катунского, Курайского. Хребты с альпийскими формами рельефа – наиболее приподнятые в осевой части, сильно расчлененные эрозией и морозным выветриванием. Основными формами рельефа здесь являются островершинные пики и карлинги, кары, троговые долины с озерными котловинами, моренные холмы и гряды, обвалы, осыпи, морозно-солифлюкционные образования. Общая закономерность высокогорного альпийского рельефа на Алтае – выравнивание междуречий и уменьшение глубины долин по мере удаления от осевых частей хребтов к их периферии (Алтае-Саянская..., 1969).

На Алтае выделяется несколько центров оледенения, и наиболее крупные из них группируются также в Центральном Алтае. Оледенение Центрального Алтая объединяет ледниковые комплексы Катунского, Южно-Чуйского и Северо-Чуйского хребтов. Для этой территории характерно оледенение альпийского типа с преобладанием по площади долинных и карово-долинных ледников. Ледники по территории распространены неравномерно и группируются вокруг наиболее высоких вершин и массивов (г. Белуха, массив Биш-Иирду, г. Иикту).

На Катунском хребте самым крупным ледниковым комплексом является массив г. Белухи, с которого спускается несколько крупных долинных ледников: Большой и Малый Берельский, Катунский (Геблера), Менсу, Аккемский, Мюштуайры. К западу и востоку от г. Белухи оледенение становится более рассеянным, преобладают карово-долинные и каровые ледники. Всего в Катунском хребте насчитывается 390 ледников площадью 283,1 км² (Ревякин, Галахов, Голещихин, 1979).

На Южно-Чуйском хребте насчитывается 243 ледника площадью 222,8 м². Все крупнейшие ледники располагаются на склонах горного массива Иикту (3941 м). Здесь находится самый крупный ледник Алтая – Большой Талдуринский (длина 7,5 км, площадь – 28,2 км²) (Ревякин, Галахов, Голещихин, 1979).

Ледники Северо-Чуйского хребта приурочены в основном к центральной части хребта, массиву Биш-Иирду. Здесь наряду с малыми ледниками развиты крупные. Самый большой из них – ледник Большой Маашейский. Его длина равна 8,2 км, а площадь – 16,0 км² (Ревякин, Галахов, Голещихин, 1979).

Современный рельеф сформировался в результате длительной истории развития земной коры. Здесь распространены горные породы различного возраста: докембрия, палеозоя и мезокайнозоя, они представлены гранитами, кристаллическими сланцами, красноцветными эффузивами, известняками и мраморами. В речных долинах и межгорных котловинах встречаются рыхлые отложения – песок, гравий, глина, являющиеся продуктами разрушения гор. Территория сложена кристаллическими и метаморфическими сланцами протерозоя, песчаниками и сланцами ордовика, туфогенными породами девона, гранодиоритами и гранитами различного возраста.

Древний пенеплен представляет собой высокие горные массивы с широким развитием поверхностей выравнивания и крутыми ступенчатыми, измененными регрессивной эрозией склонами. Над поверхностями выравнивания возвышаются отдельные вершины и небольшие хребты, сложенные более твердыми породами с относительными превышениями 200–400 м. Древний пенеплен располагается в интервале высот 2000–3500–3700 м и является переходным звеном между среднегорными и альпийскими формами рельефа. Древний пенеплен – реликт мезозойского времени, приподнятый на большую высоту и хранящий яркие черты холмисто-равнинной поверхности. Характерными пенепленами являются широкие водораздельные участки хребтов, например, Теректинского, Айгулакского (Ивановский, 1967).

В создании морфоструктур межгорных котловин Центрального Алтая первостепенное значение имели события неоген-четвертичного времени. Именно они привели к значительной контрастности рельефа. Котловины Центрального Алтая лежат на различных высотных уровнях, что позволяет подразделить их на низ-

кие (средневысотные) и высокие. Высокий тип котловин характеризуется древними оледенениями, где характерными элементами рельефа являются камовые террасы-холмы, увалы моренного материала. В пределах Уймонской котловины встречаются следы абразионной и аккумулятивной деятельности. В ледниковое время она являлась глубоким озерным бассейном (Новиков, 2004).

1.2. Климат

Географическое положение Алтая почти в центре Азиатского континента, удаленность от берегов Атлантического океана, являющегося основным поставщиком влаги, открытый доступ сухим северным ветрам с Ледовитого океана и непосредственная близость сухих безводных пространств Северной Монголии и Казахстана определяют общие черты климата этого большого географического района как резко континентального. К Алтаю с запада подходят массы атлантического воздуха. На стыке с передними хребтами происходит замедление движений циклонов, увеличение восходящих потоков воздуха перед хребтами и как следствие – резкое возрастание количества выпадающих осадков. Летом воздушные массы свободно преодолевают преграды сравнительно невысоких хребтов, пронося влагу в центральные районы Алтая. Зимой отмечается преобладание антициклонов.

Разница в обеспечении осадками внутренних районов Алтая и склонов передовых хребтов и высоких горных массивов, открытых воздействию влагонесущих западных ветров, определяет одну из основных особенностей климатической характеристики Алтая, позволяющую подразделить всю его территорию на две части – с резко континентальным и более умеренным (условно циклоническим) типами климата.

Своеобразие климата отдельных частей Алтая целиком связано с горным рельефом и конкретным сочетанием форм поверхности. На характер климата Алтая влияют расположение его горных хребтов, их высота, массивность, ширина и направление долин рек, крутизна и экспозиция склонов. В зависимости от этих факторов те или иные особенности климата отличают не только крупные районы, но и на небольшой территории склоны различной экспозиции, долины и водоразделы резко разнятся между собой по климатическим условиям.

Высокие горные хребты определяют вертикальное распределение климатических зон, своеобразное для каждого хребта, а порой различное даже для отдельных его частей. Большое влияние на общий климат Центрального Алтая оказывают высокие приподнятые пространства древнего пенеплена, характеризующиеся чрезвычайно суровыми климатическими условиями. Влияние оказывают также и современные ледники, реки и озера. Для каждого высотного пояса характерен особый комплекс природных условий, в связи с чем можно говорить и о климатических различиях.

Климат Центрального Алтая неоднороден. Наибольшей континентальности он достигает в межгорных котловинах, где минимальные температуры могут опускаться ниже -50°C , а максимальные – превышать $+30^{\circ}\text{C}$. Средние температуры января в высокогорьях составляют минус $17-22^{\circ}\text{C}$, а в котловинах – минус $19-23^{\circ}\text{C}$. Летние температуры колеблются от $+6-10$ до $+14-15^{\circ}\text{C}$. Наименьшее количество осадков за год характерно именно для межгорных котловин – $330-500$ мм; (ниже, например, 127 мм – Кош-Агач), наибольшее – для высокогорья – от 700 до 1500 мм. Для хребтов, поднимающихся выше ветровой тени передовых цепей, характерна автономность термического режима и условий увлажнения. Климат в горно-ледниковых долинах характеризуется уменьшением континентальности климата по сравнению с широкими межгорными степями, что связано с уменьшением влияния азиатского антициклона (Кривоносов, Ревякин, 1971). Над замкнутыми котловинами Центрального Алтая в холодный период года усиливается стационарирующийся здесь монгольский антициклон. Господствуют антициклональные типы циркуляции атмосферы, поддерживающие меридиональное движение воздушных масс. В котловинах Центрального Алтая формируются локальные центры с несколько повышенным на общем фоне давлением. При интенсивном развитии азиатского антициклона весь Алтай оказывается в сфере его влияния. Оседающий в антициклоне воздух образует антициклональные инверсии сжатия или антициклональные фены. Слои инверсии охватывают склоны высокогорных хребтов Центрального Алтая. В отличие от классических фенов при антициклональном господстве безветренная погода. Признаком фенов является понижение влажности и повышение температуры воздуха. Феновые явления характерны как для высокогорных областей, так и для меридионально-ориентированных, глубоковрезанных долин высокогорного и сред-

негорного поясов рельефа (табл. 1.2.1). В Абайской и Канской котловинах признаки фенон характерны для 40–50 дней в году, в Курайской котловине фены практически отсутствуют.

Таблица 1.2.1
Среднемесячная и годовая повторяемость фенон на Алтае, дн.
(Модина, 1997)

Станция	Месяц												За год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Кара-Тюрек	17,4	13,2	19,1	10,7	10,1	7,2	5,7	7,9	10,2	10,8	12,6	16,0	125,7
Усть-Кокса	2,1	2,3	2,3	2,6	2,1	3,4	2,8	3,6	0,3	0,9	1,7	1,8	25,6
Онгу-дай	2,8	2,9	2,9	3,1	2,8	1,6	1,9	2,3	1,5	1,8	2,1	2,6	27,7
Усть-Кан	4,6	3,8	3,8	4,9	4,1	2,6	3,1	3,9	3,1	3,8	4,3	5,0	47,3
Чемал	14,6	10,4	10,4	10,8	7,3	2,0	2,3	3,8	5,3	8,4	11,1	12,5	99,7
Чарышское	6,3	3,9	3,9	4,0	4,7	2,5	2,8	3,2	3,4	4,5	6,3	6,8	54,2
Яйлю	14,1	11,1	11,1	10,4	8,2	3,0	2,5	3,6	7,8	10,2	12,1	13,8	109,5
Бея	17,9	14,1	14,1	13,4	11,2	3,9	3,3	4,1	9,2	13,5	15,2	16,7	139,0
Кызыл-Озек	4,0	3,2	3,2	1,7	1,2	1,4	1,6	2,1	2,3	3,0	3,2	4,0	31,8

Во всех высотных поясах рельефа проявляется горно-долинная циркуляция. Горно-долинные ветры развиваются преимущественно в теплый период года, когда четко выражен контраст температур на одном высотном уровне между склоном и долиной (Модина, 1997; Севастьянов, 1998).

На формирование растительности оказывают влияние метеорологические факторы, важнейшими из которых являются температурный режим и количество осадков.

Температура воздуха определяется солнечной радиацией, атмосферной циркуляцией, характером подстилающей поверхности. Горный рельеф обуславливает понижение температуры с высотой, что лежит в основе высотной поясности. Таким образом, температура воздуха и ее распределение в пространстве и во времени наиболее сильно влияют на развитие почвенного и растительного покрова. Тепловой режим определяется суровой продолжительной зимой на протяжении 5–9 месяцев. Здесь преобладают антицикло-

нические условия погоды. Лето – короткое и достаточно жаркое. На днищах котловин Центрального Алтая средняя температура зимних месяцев –20, 23 °С. Днем температура поднимается до –17–18 °С, ночью понижается до –28–29 °С (табл. 1.2.2).

Таблица 1.2.2

Сумма средних суточных температур воздуха на Алтае, °С
(Справочник по климату, 1965)

Станция	Сумма температур, °С										
	ниже							выше			
	–30	–25	–20	–15	–10	–5	0	0	5	10	15
Турочак				1450	1930	2140	2200	2130	2050	1730	1120
Кызыл-Озек				790	1560	1840	1900	2290	2210	1910	1280
Чемал					920	1240	1310	2430	2330	2010	1340
Яйло						930	1040	2110	2000	1630	870
Бея						840	960	2280	2180	1810	1080
Усть-Кан				1390	1850	2070	2160	1640	1540	1210	
Онгудай			1060	1760	2140	2310	2260	2020	1920	1580	780
Усть-Улаган		720	1860	2500	2790	2960	3040	1530	1380	1140	
Усть-Кокса			1300	1980	2350	2510	2580	1910	1820	1500	550
Катанда			1380	2020	2360	2540	2600	1890	1800	1470	430
Кош-Агач	1490	2530	3121	3430	3630	3820	3890	1500	1410	1110	
Кара-Тюрек				1630	3300	2700	2800	520	360		
Ак-Кем			660	1760	2440	2700	2790	820	390		

Суровые условия зимы характерны для Курайской котловины, на протяжении всей зимы с ноября до конца марта, при этом на склонах теплее, чем на днищах долин. Разница температур составляет утром и вечером до 23 С, днем – до 18 С. Характерна зимняя инверсия температур, что сказывается на степени промерзания грунта и вызывает инверсии в распределении почвенных типов и формаций растительности. Резкие колебания температуры проявляются как в течение года, так и на протяжении одних суток. В котловинах Центрального Алтая оттепели типичны для начала и

конца зимы, их повторяемость – от 20 до 30 дней. Наименьшее количество дней с оттепелями – на высокогорных водоразделах. Короткий вегетационный период – от 130 до 190 дней. Резкие переходы от зимы к лету и наоборот, с максимальным сокращением переходных периодов, – в высокогорных районах.

На территории Центрального Алтая на протяжении почти всей зимы стоит ясная погода с сильными морозами. Переход от зимы к лету происходит быстро. Весна начинается в первых числах или в середине апреля, а уже к концу этого месяца средние суточные температуры воздуха переходят за 5 °С, что может служить условно началом вегетационного периода (Модина, 1997). Ход весны и ее сроки очень сильно зависят от расположения того или иного участка по элементам рельефа. В апреле и начале мая южные склоны зеленеют и покрываются пестрым ковром цветущих растений, тогда как по северным склонам и в ложбинах еще лежит снег, полностью стаивающий только к началу июня. В высокогорном поясе большие поля снега сохраняются до середины июня, и здесь зима еще более тесно смыкается с летом. Наиболее короткий вегетационный период имеют высокогорные котловины.

В отдельные годы вегетационный период сильно сокращается устойчивыми заморозками, которые в высокогорных котловинах, как и в высокогорном поясе, отмечаются в июле и августе (Жуминова, 1960). Лето – период между последними весенними и первыми осенними заморозками, такое определение лета наиболее подходит для днищ долин и котловин, где продолжительность безморозного периода варьирует от 60 до 120 дней. Высокогорное лето начинается с третьей декады июня и продолжается до третьей декады августа. В летний период самым теплым месяцем является июль, средняя температура в котловинах Центрального Алтая +13–14 °С, на водоразделах +9–11 °С. Начало осени обнаруживается в быстром падении температуры воздуха. Осень начинается на границе между августом и сентябрем после ненастья и вторжения холодного воздуха в тылу циклона. Осенняя погода изменчива. Сентябрьское тепло существенно дополняет недостаток тепла за лето. В конце первой декады сентября ночные заморозки прекращают вегетацию растений. Переход среднесуточной температуры через 0 °С (фаза предзимья) приходится на начало октября, на водоразделах – на середину сентября (Севастьянов, 1998). Термический режим определяет особенности развития растительности территории.

Атмосферные осадки. Количество выпадающих осадков зависит от особенностей строения поверхности – высоты и направления горных хребтов, взаимоотношений между хребтами и долинами. Веерообразное расположение хребтов Алтая способствует проникновению влажных западных ветров. Западный перенос способствует тому, что основная часть влаги остается на наветренных склонах, а на противоположных склонах создается так называемая «дождевая тень». Западные склоны получают до 600 мм осадков, а котловины – от 100 мм (Харламова, 1995). По сезонам года осадки распределяются неравномерно, сохраняется отчетливо выраженный летний максимум. Наибольшее количество осадков получают летние месяцы, из которых самый влажный – июль. Самыми бедными в этом отношении являются январь, февраль и март. В этот период за месяц может выпасть менее 10 мм осадков. Ранняя весна более сухая, чем осень, но в большинстве случаев май влажнее, чем сентябрь. Осенью в связи с понижением температур уменьшается влагосодержание воздушных масс. Месячные суммы осадков в котловинах Центрального Алтая падают с 80 до 30 мм, Курайской котловине – до 10–15 мм. Наиболее увлажнены западные и юго-западные склоны Катунского, Северо-Чуйского и Южно-Чуйского хребтов. В летние месяцы в межгорных котловинах и долинах рек обычно наблюдаются сильные туманы. На высоких горных хребтах нередко выпадают град и снег. Большие кратковременные снегопады в горах отмечаются в июле и августе. Различаются по увлажнению наветренные и подветренные склоны. Показателем различного количества выпадающих осадков служит растительный покров, характеризующийся в наиболее влажных районах распространением тайги, а в наиболее сухих – развитием степей (Модина, 1997; Сухова, Русанов, 2004).

Высота снежного покрова зависит от количества зимних осадков, условий рельефа и силы ветра. Устойчивый снежный покров раньше формируется на склонах северной экспозиции, наиболее неустойчивый режим накопления снега характерен для южных, юго-восточных и юго-западных экспозиций. В долинах Центрального Алтая высота снежного покрова составляет 10–35 см. Степные котловины зимой бывают лишены снежного покрова. Толщина снежного покрова влияет на развитие почв и растительности. Бесснежье степных районов Алтая связано с малым количеством выпадающего снега и со сдуванием его ветрами. Разрушение снежно-

го покрова наблюдается в долинах, подверженных действию фенів, снег сходит до прекращения устойчивых морозов. В котловинах Центрального Алтая снег сходит на 10–15 дней раньше, таяние снега затягивается в районах с обильными его запасами, особенно в лесной зоне, что и определяет раннее прогревание почв (Ревякин, 1980).

Влажность воздуха является одним из элементов увлажнения. Наибольший практический интерес представляет относительная влажность, характеризующая процентное содержание влаги в воздухе. Влажность воздуха особенно велика в районах с большим количеством осадков. В межгорных степных долинах влажность воздуха снижается и нередко как летом, так и зимой не превышает 50%. Самая высокая повторяемость числа влажных дней характерна для вершин гор и водоразделов. На днищах долин и котловин число дней с высокой влажностью составляет от 75 до 30 и менее, наибольшее число дней с низкой влажностью – в мае. В теплый период года число влажных дней в котловинах Центрального Алтая не превышает 1–2 месяца.

Низкая влажность характерна для конца весны и начала лета. На вершинах гор и водоразделах максимальное число сухих дней – в зимние месяцы, когда господствуют фены свободной атмосферы. А в котловинах Центрального Алтая среднее число сухих дней изменяется от 30 до 50 (Ревякин, 1980). В межгорных котловинах за холодный период осадков выпадает 50–200 мм. Повторяемость циклонической погоды с ноября по март в различных районах Алтая приводится в таблице 1.2.3. За теплый период года в котловинах Центрального Алтая выпадает незначительное количество осадков.

Ветер также является одним из ведущих климатических факторов условий горной страны (табл. 1.2.4). Ветер играет большую роль в распределении осадков, изменении температуры, распределении снежного покрова. В высокогорном поясе ветер препятствует росту древесной растительности. У границы леса распространены флаговые формы деревьев, не имеющие ветвей на стороне стволов, обращенной к господствующему ветру. Выше всего по склону растут высокоствольные деревья под защитой скал. Высота скал около верхней границы леса лимитирует высоту деревьев. Экологические формы тундровых растений, располагающие основную массу побегов в приземном слое, также возникают под влиянием приспособления против губительного действия ветра (Куминова, 1960).

Таблица 1.2.3

Среднее количество осадков на Алтае, приведенное к показаниям осадкомера, мм (Справочник по климату СССР, 1969)

Станция	Месяц															За год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XI-III	IV-X		
Турочак	31	25	36	61	81	99	108	90	76	78	79	62	233	593	826	
Кызыл-Озек	21	19	29	48	77	104	104	95	67	60	51	36	156	555	711	
Яйлю	18	13	23	63	108	128	132	133	87	66	52	32	138	717	855	
Чемал	8	8	11	27	60	83	102	85	44	29	19	14	60	430	450	
Бея	12	10	12	28	65	83	83	80	47	29	25	20	79	415	494	
Усть-Кан	3	4	6	24	44	60	68	56	33	23	14	8	35	308	343	
Онгудай	6	6	8	16	39	61	70	64	32	18	15	10	45	300	345	
Усть-Улаган	9	6	7	15	29	44	58	55	26	15	16	12	50	242	292	
Усть-Кокса	11	9	9	23	52	61	73	69	36	28	26	21	76	342	418	
Кош-Агач	4	2	2	4	8	18	25	24	8	3	6	6	20	90	110	
Кара-Тюрек	8	10	15	34	52	80	94	88	46	37	26	19	78	431	508	
Ак-Кем	13	10	11	31	63	78	89	83	47	36	31	26	90	427	518	
Солонешное	22	19	22	41	62	81	94	75	59	62	50	37	150	474	624	
Тоурак	11	7	11	34	75	85	99	76	53	46	19	16	64	468	532	
Чарышское	11	13	19	44	74	79	97	78	64	60	36	24	103	496	599	
Змеиногорск	23	19	29	38	61	60	70	59	48	76	53	40	164	412	576	
Белокуриха	22	23	27	55	72	94	102	82	60	67	55	44	171	532	703	

Микроклиматические условия для горной территории особенно важны. А.В. Куминовой (1960) проведены наблюдения за температурой воздуха на Каракольском стационаре (хребет Иолго, 1765 м над у.м.) во второй половине июля 1947 г. Наблюдения велись на высоте 20, 50, 100 и 200 см над поверхностью почвы и на поверхности почвы. Высота в 20 см соответствовала основной высоте травостоя альпийского луга. Покрытие почвы растениями – 80%.

Таблица 1.2.4

Периодичность горно-долинных ветров на Алтае
(Модина, Сухова, 1995)

Метео-станция	Месяц	Время, ч			
		1	7	13	19
Турочак	I	16	18	17	18
	IV	12	42	13	38
	VII	22	36	28	27
	X	12	20	22	21
Кызыл-Озек	I	25	21	53	15
	IV	52	59	74	38
	VII	70	42	61	39
	X	34	26	54	18
Чемал	I	10	18	21	6
	IV	44	52	58	51
	VII	53	71	42	46
	X	31	29	30	16
Беля	I	8	12	16	4
	IV	38	51	52	44
	VII	45	53	64	37
	X	22	21	33	20
Онгудай	I	10	8	18	7
	IV	6	21	34	18
	VII	24	32	28	34
	X	11	12	15	21
Усть-Кокса	I	44	46	52	58
	IV	28	19	10	26
	VII	31	14	36	27
	X	19	8	42	31
Кош-Агач	I	6	12	41	3
	IV	38	24	26	43
	VII	46	65	44	38
	X	31	46	35	27
Ак-Кем	I	28	12	17	6
	IV	20	18	31	16
	VII	28	42	26	23
	X	6	10	22	5

Суточный ход температуры на каждом уровне наблюдений имел свои особенности. Выделялось два основных деятельных слоя – поверхность почвы и поверхность основной массы травостоя (20 см). Поверхность травостоя днем нагревалась сильнее, давая

средний максимум (по наблюдениям в 13 ч.) 18,0 °С, но и быстрее охлаждалась, показывая наиболее низкие температуры (по наблюдениям в 1 час ночи 4,5 °С).

За период наблюдений в этом слое температура воздуха три раза понижалась до 0 °С, наблюдалось выпадение инея, тогда как в других слоях температура сохранялась положительной. На поверхности почвы днем температура также высокая (в среднем 16,8 °С), но охлаждение ночью происходит слабее и температуры здесь выше, чем во всем приземном слое воздуха (абсолютный минимум 4,0 °С). Наименьшая амплитуда температуры наблюдалась у поверхности почвы (11,0 °С). Разница в показаниях температуры на различных уровнях приземного слоя воздуха более заметно сказывается при ясной погоде, когда днем происходит сильный нагрев, а ночью – большая потеря тепла. В пасмурную погоду эти различия менее значительны. А.В. Кумина (1960) выявила, что характер растительного покрова и его высота над поверхностью почвы влияют на распределение температуры в приземном слое воздуха.

Склоны различной экспозиции характеризуются неодинаковыми температурами, причем здесь имеются в виду формы микро-рельефа и участки, расположенные друг от друга на расстоянии всего нескольких метров. А.В. Кумина (1960) проводила наблюдения за температурой и на склонах различной экспозиции. В ясный летний день температура воздуха в деятельном слое, соответствующем основной массе травостоя, на южном склоне по сравнению с северным была выше на 8–10 °С, а на поверхности почвы эта разница возрастала до 20–25 °С. Затенение поверхности почвы от непосредственного воздействия солнечных лучей особенно сказывается на изменении температуры и влажности в засушливых районах высокогорий. Температурный режим почвы зависит от температуры подпочвенного слоя, определяющейся наличием сезонной и вечной мерзлоты грунта.

Таким образом, частным выражением микроклимата является *фитоклимат*, где растительный покров корректирует метеорологические показатели. В высокогорье распределение температуры на высоте основного травяного полога характеризуется днем более высокой температурой, чем слои воздуха, лежащие несколько выше. В лесных сообществах солнечные лучи практически не проникают через поверхность крон на поверхность почвы, и испарение происходит через кроны деревьев. Каждый тип леса в зависимости

от состава древесных пород, структуры насаждения и экологических условий участка имеет свой особый климат. Климат приземного слоя в густом хвойном лесу отличается большой влажностью, малым количеством света, благодаря чему на поверхности почвы развивается моховой покров, а из травянистых растений поселяются только таежные тенелюбы, приспособленные к существованию при малых дозах света. В отличие от темнохвойной тайги черневая тайга имеет более развитый травянистый покров с ясно выраженной синузией весенних эфемероидов, что связано с наличием в древесном пологе, кроме вечнозеленой пихты, также лиственных пород (главным образом осины), весной, до распускания листьев, пропускающих через свои кроны к поверхности почвы значительное количество солнечного света. Климат лиственных лесов, составленных породой, сбрасывающей хвою на зимнее время, приближается по своей характеристике к климату лиственных (березовых и березово-осиновых) лесов. В широко распространенных на Алтае парковых лиственных и березово-лиственных лесах, в связи с редким расположением деревьев, условия климата приближаются к суходольным лугам, и основным деятельным слоем здесь уже выступает не поверхность кроны, а высота основного яруса травянистой растительности. В степях днем в результате усиленной транспирации растений на поверхности травостоя температура ниже, чем в воздухе, и еще ниже на поверхности почвы. Температура у поверхности почвы зависит от густоты травостоя. Моховой покров значительно снижает амплитуды колебаний температуры – днем под моховой подушкой гораздо прохладнее, а ночью теплее (Сапожникова, 1950).

Анализ метеорологических характеристик и микроклиматических условий горной страны необходимо учитывать при описании растительности исследуемого района, что важно в дальнейшей работе по интерпретации спорово-пыльцевых спектров.

1.3. Растительность и ландшафты Центрального Алтая

Учитывая общий внешний облик хребтов, их абсолютные и относительные высоты М.В. Петкевич, П.А. Окишев (1988) выделяют следующие морфологические типы рельефа Алтая:

– высокогорье (абс. высоты более 2000 м, относительные превышения – 800–1200 м);

- среднегорье (абс. высоты – 1000–2000 м, относительные превышения до 800 м);
- низкогорье (абс. высоты менее 1000 м, относительные превышения – 300–600 м);
- межгорные котловины (абсолютные высоты дна от 800 до 2250 м).

На исследованной территории Центрального Алтая (рис. 1.3.1) представлены высокогорные, среднегорные типы ландшафтов и ландшафты межгорных котловин. **Межгорные котловины** – характерная особенность Центрального Алтая. Дно котловин располагается на различных высотах – от 1000 до 3000 м (чаще 2000 м) (Самойлова, 1973). Межгорно-котловинные ландшафты представляют аккумулятивные пологоувалистые днища, сложенные щебнисто-суглинистыми пролювиальными, аллювиальными и озерными отложениями, с ковыльными, разнотравно-ковыльными степями на горных черноземах обыкновенных и южных, а также днища, сложенные галечниковыми, суглинисто-щебнистыми и суглинистыми ледниковыми делювиальными и аллювиальными отложениями, с лапчатково-полынно-мелкодерновиннозлаковыми степями на горных темно-каштановых и каштановых почвах. *Сухостепные низкогорья* встречаются по окраинам Курайской межгорной котловины.

Уймонская, Канская, Курайская степи расположены в межгорных впадинах, выходящих за пределы современных речных долин. До распашки Уймонской степи на территории котловины были развиты преимущественно ковыльные и разнотравные луговые степи, в настоящее время сохранившиеся на небольших участках. Вода рек, протекающих по Уймонской котловине, в значительной степени разбирается для орошения полей, а целинные участки между многочисленными рукавами заняты растительностью луговой степи, на состав которой влияет повышенная влагообеспеченность участков. По склонам террас располагаются мелкодерновинные и каменистые степи (Куминова, 1960; Огуреева, 1980).

Мелкодерновинные (мелкотравные) злаковые степи распространены в Канской и Курайской степях на каштановых, темнокаштановых и светло-каштановых почвах. Среди мелкотравных степей встречаются ассоциации: *тонконоговая мелкотравная*

степь (в Курайской и Канской степях по пологим склонам и междуречным плато), где ведущая роль в травостое принадлежит тонконогу изящному – *Koeleria cristata*; *типчак* (характерна для Канской степи), в которой основной фон растительности составляют типчак и осочка твердовая; *полынно-осочково-злаковая мелкотравная степь* (встречается по террасам рр. Чуя, Катунь, Иня, Урсул и других в пределах Центрального Алтая) представлена осочками – *Carex duriuscula*, *C. supina*, полынью – *Artemisia frigida*, на отдельных участках почва покрыта бесстебельной лапчаткой – *Potentilla acaulis*. Для мелкотравных степей характерно присутствие в травостое *Allium tenuissimum*, *Schizonepeta multifida*, *Centaurea sibirica*, *Leontopodium campestre*, *Hedysarum gmelinii*, *Veronica incana*, *Aster alpinus*. Площади мелкотравных степей с каждым годом сокращаются.

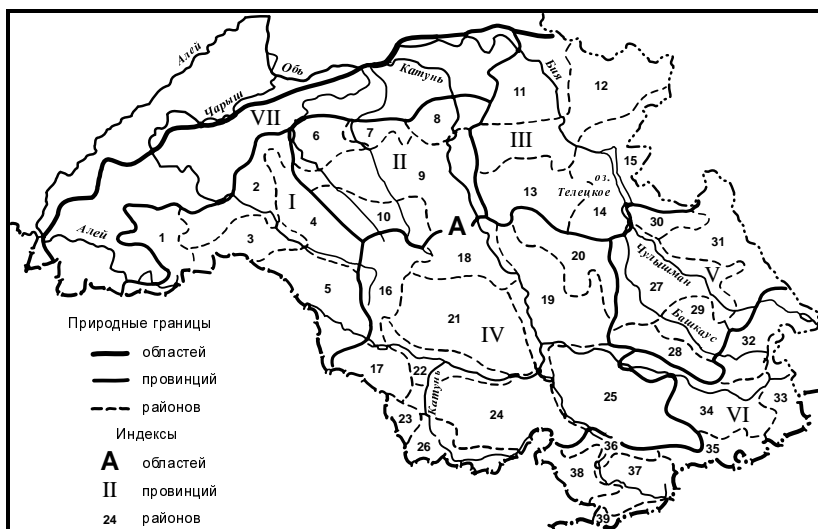


Рис. 1.3.1. Физико-географическое районирование Алтая (Самойлова Г.С., 1982). А – Алтайская горная область; I – Северо-Западная Алтайская провинция; II – Северо-Алтайская провинция; III – Северо-Восточная Алтайская провинция; IV – Центрально-Алтайская провинция; V – Восточно-Алтайская провинция; VI – Юго-Восточная Алтайская провинция; VII – Северо-Предалтайская провинция

Крупнодерновинные (ковыльные) степи наиболее широко распространены по окраинам котловин. Эдификаторами крупнодерновинных степей являются ковыли. Наибольшее распространение имеет ковыль-волосатик – *Stipa capillata*. Среди ковыльных степей выделяют *разнотравно-ковыльные* и *бобово-ковыльные*. Из видов разнотравья на более сухих участках характерны володушка двустебельная – *Vupleurum bicaule*, шизонепета – *Schizonepeta multifida*, мордовник – *Echinops ruthenicus*, гвоздика степная – *Dianthus versicolor*. На влажных участках – володушка многонервная – *Vupleurum multinerve*, василистник – *Thalictrum petaloideum*, полынь-эстрагон – *Artemisia dracunculus*, лапчатка липкая – *Potentilla longifolia*, лабазник – *Filipendula vulgaris*. Из бобовых обильны люцерна серповидная – *Medicago falcata*, астрагал южно-сибирский – *Astragalus austrosibiricus*.

Каменистые настоящие степи на территории Центрального Алтая представлены *разнотравными каменистыми степями*. Основу травостоя представляют злаки и копеечниковые ассоциации из копеечника Гмелина – *Hedysarum gmelinii* и полукустарничковые и травянистые формы астрагалов и остролодочников. Здесь же встречаются *караганниковые каменистые степи* на щебнистых склонах со слабо развитыми почвами каштанового типа. Типичными представителями таких степей являются карагана карликовая – *Caragana pygmaea* и карагана алтайская – *Caragana altaica*, присутствуют дерновинные степные злаки – *Festuca pseudovina*, *Koeleria cristata*, *Stipa capillata*, *Poa transbaicalica*, *P. attenuata*, виды, характерные для мелкотравной злаковой степи – *Artemisia frigida*, *Potentilla acaulis*, *Aster alpinus*, *Veronica incana*.

Луговые степи Центрального Алтая простираются по северным и восточным склонам, спускаясь иногда в долины рек. Основу растительного покрова луговых степей создают злаки и согосподствующие виды: бузульник сизый – *Ligularia glauca*, борец желтый – *Aconitum barbatum*, живокость редкоцветная – *Delphinium laxiflorum*, володушка многонервная – *Vupleurum multinerve*, горичвет сибирский – *Adonis sibirica*. *Разнотравно-злаковые луговые степи* распространены по окраинам котловин. Центральные части степного «острова» заняты болотными массивами, постепенно усыхающими и переходящими в низинные заболоченные и несколько засоленные луга.

Опустыненные степи встречаются на небольших участках Курайской степи и в основном по террасам р. Катунь от устья

р. Аргута до нижнего течения р. Ильменя. Ассоциации характеризуются редким растительным покровом на каштановых почвах. На отдельных участках степь имеет характер четырехзлаковой ассоциации, так как основа создается из ковыля, типчака, тонконога и змеевки. Кроме злаков, в ассоциациях преобладают полынь холодная и лапчатка бесстебельная, а из ксерофитных кустарников – степной караганник, отмечается и *Lonicera microphylla*, *Cotoneaster melanocarpus*, *Caragana arborescens*.

По окраинам Уймонской межгорной котловины распространены *березово-лиственничные леса*. Подлесок составлен таволгой средней, караганой древовидной, с примесью шиповника, кизильника. Травы – это в основном злаки, а в местах выпаса скота – ирис, осока стоповидная, герань луговая. Также в травостое отмечается *Sanguisorba officinalis*, *Saussurea controversa*, *Crepis lyrata*, *Polemonium caeruleum*, *Rubus saxatilis*, *Angelica sylvestris*, *Ligularia glauca*, *Galium boreale*, *Adenophora liliifolia*.

Характерной особенностью островных степей Алтая, вне зависимости от размеров, является образование их на месте заполненных наносами озерных впадин. Современные островные степи Алтая – это остаток более широкого распространения степной растительности в одну из послеледниковых ксеротермических эпох. Современные климатические условия высокогорий не благоприятствуют развитию степной растительности, и она постепенно вытесняется тундровыми ассоциациями, полнее сохраняясь по склонам, экспонированным на юг, наиболее распространены мелкодерновинные мятликовые степи и на всех участках отмечается присутствие в травостое тундровых видов (Куминова, 1960; Огуреева, 1980).

Среднегорные ландшафты Центрального Алтая характеризуются наличием лесостепного пояса. Горная лесостепь образована сочетанием степных и лесных формаций. Лесные формации лесостепи – это лиственничные леса. В Центральном Алтае проявление нижней границы леса выражено ограничением ее островными степями и определяется сочетанием степных ассоциаций и лиственничных лесов. Лесными формациями, непосредственно соприкасающимися со степной растительностью, являются парковые лиственничные леса по пологим нижним склонам и широким днищам долин и лиственничные перелески в ложках южных склонов (Огуреева, 1980). *Парковые лиственничные леса* распространены по долинам рек и пологим склонам на черноземной и черноземовид-

ной почве. Они представляют собой насаждения из крупных старых деревьев, произрастающих на значительном расстоянии друг от друга. Сомкнутого кустарникового подлеска не образуется, но травостой развивается хорошо и составлен лесными, луговыми и степными формами. По сравнению с прилегающими безлесными участками травяной покров более мощный, так как развивается в оптимальных условиях увлажнения, и, кроме того, почва получает некоторый дополнительный запас органических веществ за счет опадающей хвои лиственницы. Среди доминантов травянистого покрова выделяются злаки. Из видов других семейств здесь распространены *Polemonium caeruleum*, *Hesperis sibirica*, *Galium verum*, *G. boreale*, *Cruciata krylovii*, *Phlomis tuberosa*, *Tragopogon orientale*, *Aguilegia sibirica*, *Vicia cracca*, *V. megalotropis*, *Lathyrus pisiformis*. В парковых лиственничных лесах возобновление растительности происходит слабо, этому препятствует общий климатический режим настоящего времени. А.В. Кумина (1960) относит парковые леса к реликтовой формации.

Лиственничные леса с кустарниковым подлеском – распространенная формация среднегорий Центрального Алтая. Ярус кустарникового подлеска включает рододендрон, маральник, таволгу, сибирку, жимолость. По нижним частям склонов отрогов Холзуна, Коргона, Теректинского хребта подлесок составляет курильский чай кустарниковый.

Кедрово-лиственничные лесные формации развиты на всех хребтах Центрального Алтая в верхней части лесного пояса (приблизительно с высоты 1500 м над у.м.). Кустарниковый подлесок неравномерный, отмечены виды: жимолость алтайская, смородина, малина, таволга. Основа травостоя принадлежит злаковым, лютиковым (*Thalictrum minus*), сложноцветным (*Senecio octoglossus*), бобовым. По хребтам правобережья р. Катунь встречаются кедрово-лиственничные леса с моховым покровом и голубичником. Подлесок состоит из березы кустарниковой (*Betula humilis*) и круглолистной (*Betula rotundifolia*), курильского чая кустарникового, таволги иволистной, ивы. Травостой редкий, представлен *Aconitum altaicum*, *Bistorta major*, *Linnaea borealis*, *Poa sibirica*, *Bupleurum longifolium*, *Anthoxanthum odoratum*. На поверхности почвы – густой моховый покров с примесью лишайников (*Hylocomium proliferum*, *Pleurozium schreberi*, *Ptilium crista-castrensis*, *Dicranum bergeri*, *Polytrichum commune*, *Peltigera variolosa*, *Cladonia mitis*, *Cladonia cornuta*, *C. alpestris*).

Темнохвойно-таежное среднегорье занимает высоты 1300–1900 м. На Центральном Алтае темнохвойные леса смещены в долины рек на холодный вечномерзлый грунт или развиваются на затененных и сильно увлажненных северных склонах. *Формация кедровых лесов* с травянистым покровом поднимается по склонам на большую высоту. Происходит смена на кедрово-лиственничные леса. Подлесок составлен кустами таволги, смородины, жимолости, малины. На верхних участках склонов в подлеске появляются березы кустарниковая и круглолистная, курильский чай кустарниковый. Травяной покров злаковый с лесным разнотравьем: *Aconitum septentrionale*, *Veratrum lobelianum*, *Pleurospermum uralense*, *Heracleum dissectum*, *Paeonia anomala*, *Cirsium heterophyllum*. В верхних частях склонов в травостое появляются виды, характерные для субальпийских лугов. На каменистых обнажениях произрастает бадан (*Bergenia crassifolia*). Моховый покров представлен куртинками зеленых мхов (Куминова, 1960; Огурева, 1980).

В Центральном Алтае большие площади занимает также елово-пихтово-кедровая горная тайга, на северо-востоке и западе верхние склоны хребтов покрывают пихтово-кедровые леса. В горных долинах вдоль рек распространяются еловые и елово-лиственничные леса. Древесный ярус, помимо ели и лиственницы, представлен березой мелколиственной и березой приземистой, курильским чаем и ивами. Развивается травяной и моховой покров.

Субальпийско-редколесные ландшафты – это крутосклонные резко расчлененные ландшафты с маломощным покровом дефлюкционно-солифлюкционных суглинков, фрагментарными моренными отложениями с редколесьями и редкостойными кедровыми лесами и субальпийскими лугами, кустарниками на горнолуговых, торфянисто-перегнойных мерзлотных почвах. Подлесок состоит из берез круглолистной и низкорослой, различных ив. Открытые пространства занимают субальпийские луга или луговая тундра. Субальпийско-редколесные ландшафты занимают положение между высокогорным и лесным поясами (Самойлова, 1973).

Высокогорные ландшафты характерны для наиболее возвышенных частей горной страны. Представляют собой нивальногляциальное, крутосклонное глубокорасчлененное, иногда пенепленизированное высокогорье с ледниками, каменистыми россыпями, щепнисто-лишайниковой, кустарниковой тундрой, альпийскими и субальпийскими лугами.

Среди высокогорных ландшафтов четко обособляются два типа: *гляциально-нивальное высокогорье*, формирующееся при активной деятельности экзарационных, нивальных и гравитационных процессов, и *гольцовое (внегляциальное)*, рельеф которого формируется под воздействием физического выветривания, эрозии и, частично, гравитационных процессов.

Формирование ландшафтов гляциально-нивального высокогорья связано в основном с современным оледенением, преобладанием твердых осадков над жидкими, низкими летними и зимними температурами, мало благоприятствующими развитию почв и растительного покрова.

Гольцовые (внегляциальные) ландшафты отличаются большим распространением и значительным разнообразием комплексов, обусловленным, прежде всего, изменениями климата. В относительно теплых и достаточно увлажненных участках господствуют субальпийские и альпийские комплексы, в наиболее холодных, континентальных – тундровые и тундрово-степные (Ревушкин, 1988; Ревякина, 1996).

Субальпийские луга – это наиболее низкий пояс высокогорий, который характеризуется пышной травянистой растительностью. Распространены крупнотравные, мелкотравные и осоково-злаковые альпийские луга. Травостой альпийских лугов – это купальницы, анемоны, горечавки, лютики, манжетки, порезник, шульция, сверция; альпийские злаки – душистый колосок, овсяница, трищетинник; осоки. Среди субальпийских лугов типичны высокотравные формации мытника альпийского, маральего корня, горькуши, синюхи, живокости, борщевика, борца. Характерно присутствие злаков и осок.

Среди формаций альпийских лугов наиболее распространены луга с господством водосбора – *Aquilegia glandulosa*. Но не менее характерны и мелкотравные альпийские луга с фиалкой алтайской – *Viola altaica* и горечавкой крупноцветной – *Gentiana grandiflora*. Альпийские луга наиболее полно представлены на Катунском хребте. В обширных понижениях верховий речных долин, преимущественно на месте исчезнувших водоемов, развиваются высокогорные осоково-пушицевые болота, а по окраинам – субальпийские заболоченные луга.

Высокогорная тундра представлена во всех своих вариантах. Наибольшие пространства занимает каменистая тундра, типично

выражены луговая и щебнистая тундры, кустарниковые тундры занимают небольшие пространства высокогорий (Куминова, 1960; Огурева, 1980).

Из вышесказанного заключаем, что физико-географическая характеристика Центрального Алтая показывает тесную взаимосвязь всех компонентов природной среды. Их сочетание обусловлено особенностями ландшафтов межгорных котловин, среднегорий и высокогорий. Развитие растительности межгорных котловин происходит в условиях дефицита увлажнения, в среднегорной и высокогорной зонах – дефицита тепла.

Глава 2

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВОГО АНАЛИЗА В ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Изучение морфологии пыльцы началось в конце XVII в. – со времени изобретения микроскопа. Палинология – это наука о пыльце и спорах растений (Эрдтман, 1936). Спорово-пыльцевой анализ в настоящее время применяется весьма широко во многих областях науки: в стратиграфии, палеонтологии, палеогеографии, палеоклиматологии, истории развития и формирования растительности, систематике растений, археологии и экологии, медицине и т.д. Метод пыльцевого анализа занял свое место в различных областях. Как и любой другой метод палеогеографических исследований, палинологический (спорово-пыльцевой) анализ имеет как достоинства, так и недостатки, что необходимо учитывать при интерпретации полученных результатов.

Преимущества палинологического метода:

1. Каждое пыльцевое зерно и спору можно идентифицировать до семейства, рода, а иногда и вида, благодаря их морфологическим особенностям.
2. Высшие растения продуцируют огромное количество пыльцевых зерен и спор, оболочки которых, попадая на поверхность, фоссилизуются, становясь компонентами осадочных отложений, сохраняя при этом свои морфологические особенности.
3. Оболочка как пыльцевого зерна, так и споры (спородерма) состоит из химического вещества, в том числе из спорополленина, который устойчив к различным физическим и химическим воздействиям; пыльцевые зерна и споры благодаря характерному морфологическому строению легко переносятся ветром, водами, птицами, насекомыми.

К недостаткам спорово-пыльцевого анализа относится сходство морфологических признаков пыльцевых зерен разных таксонов. Собранная автором эталонная коллекция пыльцевых зерен и спор растений послужила источником информации для решения проблемы.

Исследования проводились по следующим этапам:

1. Отбор образцов на спорово-пыльцевой анализ в полевых условиях.

2. Лабораторная обработка образцов для палинологического анализа.

3. Изучение материала с помощью микроскопа и анализ полученных результатов.

Споры и пыльца из отложений голоценового возраста определялись при помощи микроскопа *Axiostar plus* (для работы по методу проходящего света и флуоресценции при увеличении в 400, 600 раз) с использованием эталонных препаратов рецентной пыльцы и спор, а также атласов-определителей и монографий современных и ископаемых форм. Определение таксонов пыльцы производилось до ранга семейства или рода. Общий подсчет производился до 300 пыльцевых зерен древесных растений на образец.

4. Графическое оформление результатов исследования.

Спорово-пыльцевые диаграммы были построены с помощью программ TILIA, TILIA-GRAF, POLY.

5. Фотографирование и определение пыльцы и спор из голоценовых отложений и поверхностных проб проводились на микроскопе LEICA марки DL SM во ВНИГРИ (г. Санкт-Петербург) под руководством кандидата географических наук О.Ф. Дзюба.

6. Интерпретация результатов спорово-пыльцевого анализа отложений.

7. Аэропалинологические наблюдения.

Аэропалинологические исследования позволили изучить динамику «пыльцевого дождя» – совокупности находящихся в воздухе пыльцевых зерен и спор. Палинологические проблемы изучения «пыльцевого дождя» связаны с исследованием процессов высвобождения, перемещения, сохранения жизнеспособности пыльцевых зерен, выявлением эндогенной ритмики цветения растений. Аэропалинология изучает состав и закономерности формирования «пыльцевого дождя». Аэропалинологические исследования решают вопросы выявления качественного и количественного состава «пыльцевого дождя» и особенностей его сезонной динамики, а также выявления суточной ритмики пыления растений. Аэропалинологические наблюдения и метеорологические данные позволяют проследить изменения содержания пыльцы растений в воздухе и

соотнести их с климатическими показателями: температурой и влажностью воздуха, наличием или отсутствием осадков (Сафарова, 1968).

Аэропалинологические образцы исследовались ежедневно в течение всего весенне-летнего периода (2004–2012 гг.). Каждая проба на предметном стекле была препарирована с применением глицерин-желатина с сафранином и накрыта покровным стеклом (Принципы..., 1999). Каждый препарат просматривался при помощи микроскопа *Axiostar plus* (для работы по методу проходящего света и флуоресценции при увеличении в 400, 600 раз). Для оценки содержания пылевых зерен в воздухе проанализировано не менее 20% от общей площади препарата непрерывными транссектами, перпендикулярными продольной оси препарата и расположенными регулярно, что дало нам возможность оценить суммарное содержание пыли и суточную ритмику пыления растений. Пыльца аллергенных растений и грибы рода *Cladosporium* и рода *Alternaria* определялись с использованием эталонных препаратов рецентной пыльцы, а также атласов-определителей и монографий современных форм. Пыльцевые зерна дифференцированы по возможности до рода.

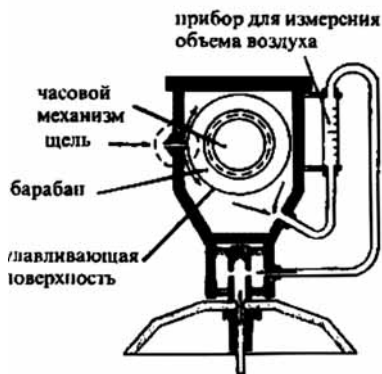


Рис. 2.1. Импорт-вольнометрическая ловушка (пылеуловитель Буркарда) (Принципы..., 1999)

В нашей работе применялась одна из представленных модификаций пылевой ловушки Хирста Impact-волюметрическая ловушка – пылеуловитель Буркарда (Burkarg Manufacturing Co., Ltd, UK) (рис. 2.1), который специально сконструирован для определения концентрации пылевых зерен и спор как функции времени. В основе ее действия лежит принцип столкновения (Impaction): взвешенные в воздухе частицы движутся вместе с потоками воздуха – естественными (ветер) или искусственно созданными – и осаждаются на поверхности различных типов и ориентации. Большинство Impact-ловушек относятся к волюметрическому типу, в них искусственные потоки воздуха, создаются при помощи вакуумного насоса. Скорость ветра в Impact-ловушке во много раз превышает силу тяжести, поэтому большинство мелких частиц в атмосферном аэрозоле движутся почти параллельно поверхности земли.

В Impact-ловушках улавливающая поверхность устанавливается вертикально или под некоторым углом к горизонту. Принудительное всасывание аэрозольных частиц сочетается с последующей фильтрацией, осаждением на липкой поверхности, электростатическим и термическим осаждением. Высота установки пылеуловителя имеет первостепенное значение для выявления состава пылевого спектра. В стандартных аэропалинологических исследованиях пылевые ловушки устанавливают на высоте 10–20 м над уровнем земли. Состав спектра на уровне земли или на уровне человеческого роста отличается от состава спектра на больших высотах в первую очередь повышенным содержанием пыльцы травянистых растений. Специфика метода отбора образцов связана не только с принципом улавливания частиц, но и с методами последующей обработки и идентификации материала. В процессе переноса спор и пыльцы особенно большое значение имеют ветровой режим и осадки.

2.1. Особенности формирования спорово-пылевых спектров как основа интерпретации палинологического материала

В настоящее время в литературе, посвященной палинологическим исследованиям, накопился огромный материал, который свидетельствует о том, что формирование спорово-пылевых спектров является сложным процессом. Для перехода от спорово-пылевого спектра к характеристике растительности, реконструк-

ции растительного комплекса прошлого также необходимы знания о рецентных и субрецентных спорово-пыльцевых спектрах. В.П. Гричук и Е.Д. Заклинская (1948), а также А.Н. Сладков (1967) выделяют *рецентный и субрецентный спорово-пыльцевой спектры*. *Рецентный спорово-пыльцевой спектр* – «пыльцевой дождь» в течение вегетационного периода на фоне погодных условий; *субрецентный спорово-пыльцевой спектр* отражает многолетний «пыльцевой дождь», аккумулирующийся в поверхностном слое почвы, в верхнем слое аллювия рек или донных отложений. Под «пыльцевым дождем» понимается совокупность пыльцы и спор, выпадающих из атмосферы на определенную поверхность современной суши или водоемов в течение определенного времени, выраженную в виде процентного соотношения составляющих ее компонентов.

При общем рассмотрении различных природных зон и различных типов отложений формируются определенные спорово-пыльцевые спектры.

Каждой растительной зоне соответствует определенный (зональный) тип спектра: группа слагающих его компонентов связана с растительностью определенного характера. Это позволяет проводить параллель между типами спектра и наиболее крупными таксономическими единицами, выделенными в фитоценологии, – типами растительности. Степень соответствия субрецентных спектров характеру современной растительности является теоретической основой интерпретации ископаемых палиноспектров (Гричук, 1950).

При исследовании аэроспектров может быть вскрыт сам механизм образования спектров (процесс смешивания, переноса и осаждения пыльцы и спор, количественного и качественного содержания в воздухе разных видов под влиянием метеорологических условий, которые включают следующие показатели: распределение среднемесячных температур, суточные скорости ветра и его направлений, сумму суточных осадков и динамику влажности воздуха). С.А. Сафарова (1968, 1973) установила, что спорово-пыльцевые спектры начинают формироваться уже в воздухе путем перемешивания пыльцы и спор не только цветущих, но и отцветших видов (вторичный подъем в воздух осевшей ранее на кроны деревьев пыльцы). Это сезонные спорово-пыльцевые спектры парящего в воздухе цветения отражают определенный аспект растительного покрова и высотного пояса (Безрукова, 2000). Оседая постепенно на поверхность земли к концу вегетации, пыльца и споры

формируют спектр, суммарно отображающий метеорологические условия прошедшего года. Ряд слоев спор и пылицы, перемешанных с пылью и минерализующимися растительными остатками в почвенном слое, образуют интегральный спектр поверхностной почвенной пробы (далее по тексту *рецептный спектр*), дающий стабильную климатическую характеристику данного ландшафта.

Анализ качества интенсивности пыления проводился в естественных границах сезонов года. Поскольку предшествующий сезон всегда оказывает влияние на развитие наступающего и в конце каждого появляются признаки последующего, в нем четко выделяются периоды, имеющие различную продолжительность, именуемые фазами (Филандышева, Окишева, 2002). Н.Н. Галахов (1959) дает такое определение: «фаза – это часть климатического сезона, представляющая отрезок времени с ослабевающим воздействием предшествующего сезона и одновременно нарастающими тенденциями последующего при относительно мало меняющемся состоянии подстилающей поверхности». Н.В. Рутковская (1979) выделила два основных сезона – снежный (зима) и вегетационный (лето), каждый из них в свою очередь ею подразделен на фазы. Фазу весенне-летнего периода Н.Ф. Харламова, В.С. Ревякин, Б.А. Леконцев (2005) в свою очередь подразделяют на предлетье, начало лета (умеренно прохладное лето), полное лето (умеренно теплое лето), спад лета.

Весна начинается с перехода среднесуточных температур через -5°C , а заканчивается с переходом через $+10^{\circ}\text{C}$ и прекращением заморозков. Предлетье – заключительная фаза весны – отмечается с даты перехода средней суточной температуры воздуха через $+5^{\circ}\text{C}$ (22 апреля). Для термического режима фазы характерно чередование волн тепла и холода, но их продолжительность меньше, чем в предшествующие фазы. С 11 мая, когда среднесуточная температура воздуха переходит через $+10^{\circ}\text{C}$, начинается первая фаза лета – начало лета (умеренно прохладное лето). Продолжительность фазы до 18 дней. Полное лето (умеренно теплое лето) – начинается с перехода среднесуточной температуры воздуха через $+15^{\circ}\text{C}$ и длится в среднем 92 дня для г. Барнаула. Средняя дата наступления фазы – 29 мая. Спад лета начинается с переходом среднесуточной температуры воздуха через $+15^{\circ}\text{C}$ в сторону уменьшения и длится в среднем 23 дня. Средняя дата наступления фазы – 29 августа (Харламова, Ревякин, Леконцев, 2005).

Основным источником информации о содержании пыльцы в атмосфере является календарь цветения, составленный по многолетним фенологическим наблюдениям, или календари пыления, основанные на усредненных или текущих аэропалинологических данных (Северова, 2009).

Календарь пыления составляется на основе анализа пыльцевого спектра и отражает текущее состояние атмосферы: суммарная концентрация пыльцы каждого растения за сутки, суточная ритмика пыления, периоды высокой и низкой концентрации в течение суток. Недостаток аэропалинологических календарей в том, что не всегда возможно до вида определить пыльцу растений, например, как для *Poaceae*, *Chenopodiaceae*. Поэтому необходимо учитывать региональные особенности растительного покрова.

Основной период пыления растений хорошо прослеживается на аэропалинологическом календаре по концентрации пыльцы. Усредненный календарь пыления за 2004–2012 гг. приводится на рисунке 2.2. На календаре пыления показаны 12 таксонов, которые представлены в растительности г. Барнаула и Алтайского края. Их пыльца ежегодно встречается в атмосфере города.

Многолетние результаты исследований различных авторов выявили три волны пыления для территории г. Витебска (1994), средней полосы России (Северова, Полевова и др., 1999, 2000), г. Петрозаводска (Елькина, 2008).

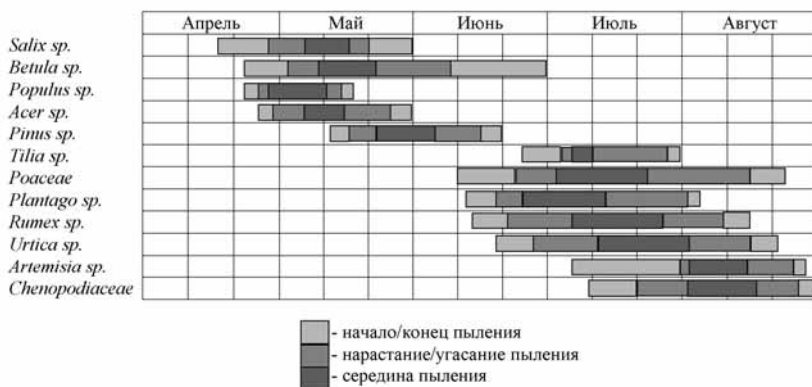


Рис. 2.2. Календарь пыления г. Барнаула

В фазах весенне-летнего периода автором выявлено также три волны пыления характерные для лесостепной зоны (рис. 2.3–2.6) (Ненашева, 2004а–б; 2007; 2012; Ненашева, Луценко, 2006; и др.).

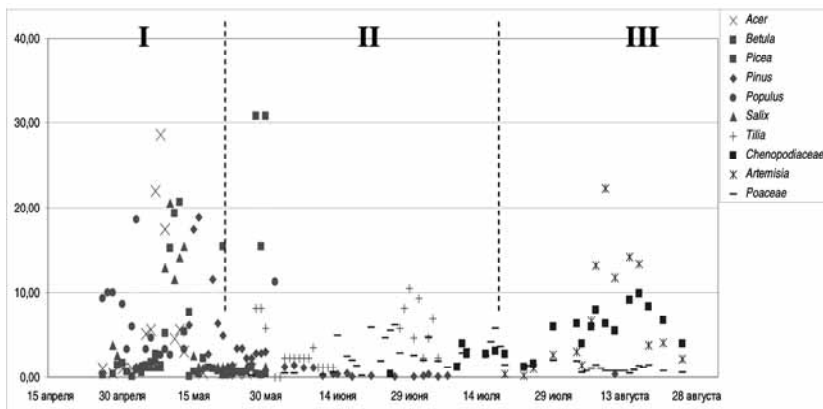


Рис. 2.3. Содержание пыльцы в воздухе в 2005 г. (в %).
Пунктирными линиями выделены три волны пыления (I, II и III)

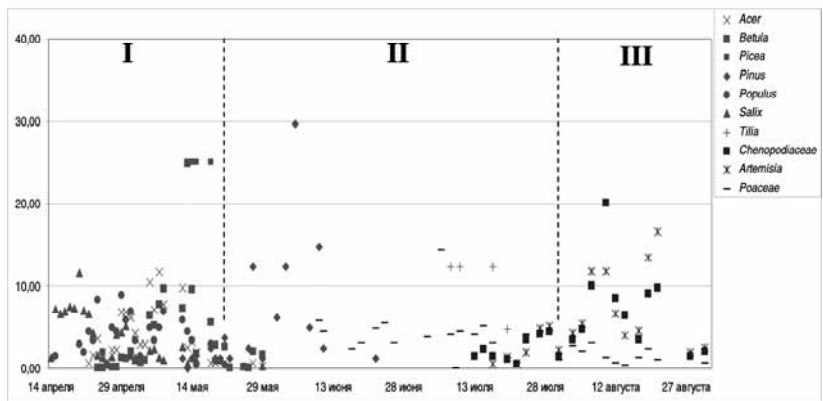


Рис. 2.4. Содержание пыльцы в воздухе в 2009 г. (в %).
Пунктирными линиями выделены три волны пыления (I, II и III)

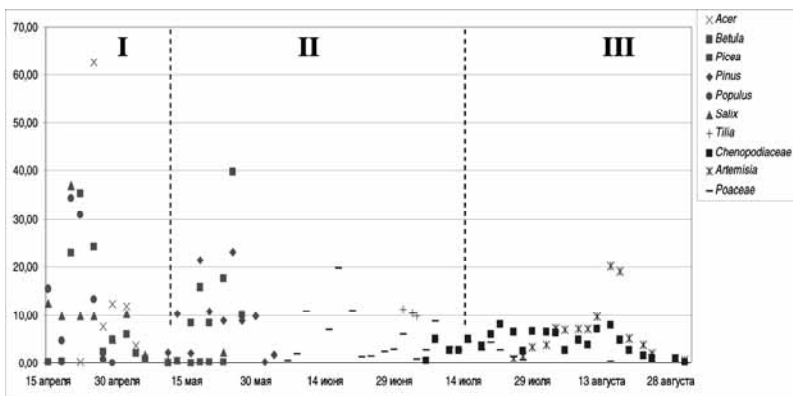


Рис. 2.5. Содержание пыльцы в воздухе в 2011 г. (в %).
Пунктирными линиями выделены три волны пыления (I, II и III)

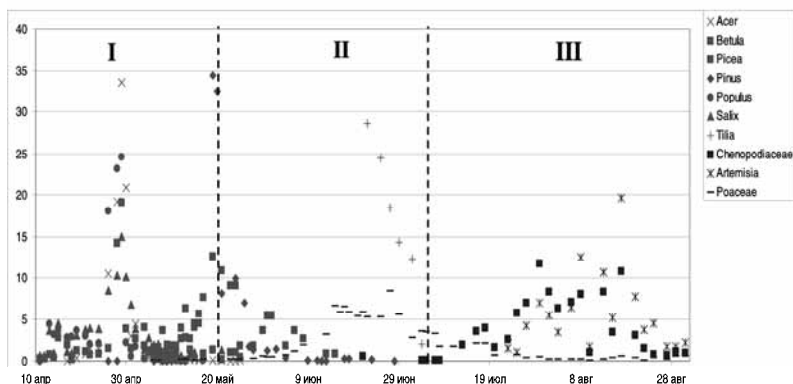


Рис. 2.6. Содержание пыльцы в воздухе в 2012 г. (в %).
Пунктирными линиями выделены три волны пыления (I, II и III)

Первая волна пыления приходится на апрель-май (2004–2012 гг.). Содержание пыльцы в воздухе в это время максимальное за весь период наблюдений. Таксономический состав спектра в весенний период обусловлен пылением сережкоцветных: ива, береза, тополь, вяз, клен, ольха. Ежегодно в составе спектра доминирует пыльца березы, вторые по обилию таксоны – тополь, клен. Для древесных

растений первой волны пыления характерны интенсивность их пыления и длительное нахождение пыльцы в атмосфере, превышающий период палинации. Температура в весенний период является существенным метеорологическим фактором, определяющим начало и характер их пыления.

Для второй волны пыления – с конца мая по конец июня – характерна самая низкая концентрация пыльцы в воздухе, таксономический состав спектра беден и включает пыльцевые зерна сосны, липы и злаков – индикаторы сезона. Концентрация и время появления пыльцевых зерен сосны, злаков могут быть различными. В раннелетнем пыльцевом спектре также присутствует пыльца других древесных пород: розоцветные, ель, пихта. В начале периода фиксируются в спектре единичные пыльцевые зерна ивы, березы, клена, ольхи и дуба.

Третья волна пыления приходится на середину июля – конец лета. Этот период характеризуется наибольшим таксономическим разнообразием спектра: бобовые, гречишные, гвоздичные, капустные, синюховые, сложноцветные и пр. Обязательными элементами спектра являются пыльцевые зерна маревых, полыни, крапивы, щавеля, подорожника. Доминируют пыльцевые зерна злаковых, маревых, полыни – они являются и индикаторами сезона.

Таким образом, аэропалинологический спектр первой волны характеризуется преобладанием в спектре древесных таксонов, вторая – наличием древесных и травянистых, третья – преобладание травянистых таксонов. Пыльца древесных таксонов доминирует только в первую волну пыления. Анализируя содержание пыльцы по концентрации в аэроспектрах города в фазах весенне-летнего сезона, выявлено, что по насыщенности атмосферы пыльцой максимум приходится на первую волну пыления (послезимье или разгар весны) (табл. 2.1).

Пыльцевые спектры на межзональном уровне закономерно отражают структуру естественного покрова местности.

Коллегами из Hydrospheric-Atmospheric Research Center (университет Нагоя, Япония) была проведена работа по выделению пыльцы из снеговых проб, отобранных с ледника г. Белуха, чтобы определить датировку слоя на основании времени цветения отдельных таксонов и их фоссиллизации в слое (Nakazawa et al., 2005). Таким образом, в течение всего периода вегетации растений интенсивность пыления испытывает постоянные колебания, которые за-

висят от времени цветения этих растений, что дает возможность определить время фоссиллизации пыльцы на основании времени цветения отдельных таксонов.

Таблица 2.1

Палино- и феноиндикация весенне-летнего периода
на примере города Барнаула

Сезоны года	Фазы сезона (Харламова, Ревякин, Леконцев, 2005)	Метеоиндикатор (Харламова, Ревякин, Леконцев, 2005)	Фазы сезона (Лучник, 1982)	Феноиндикатор (Лучник, 1982)	Волны пыления аллергенных растений (Ненашева, 2007)	Палиноиндикатор
Весна	Снеготаяние	Переход через -5°C среднесуточной температуры	Конец периода снеготаяния	Полный сход снегового покрова	—	—
	Послезимье	Переход через 0°C среднесуточной температуры	1 этап. Голая весна 2 этап. Оживление весны	Начало набухания и удлинения сережек ивы росистой, осины. Массовое распускание почек сибирской черной смородины и бузины сибирской	I волна пыления	Начало пыления группы – лиственные деревья. Первые пыльцевые зерна раннецветущих ив
		—	Разгар весны	Распускание листьев и зацветание березы бородавчатой		Основной период пыления сережкоцветных. Ежегодно в составе спектра доминирует пыльца березы, тополя, клена. Встречаются единичные пыльцевые зерна ольхи, вяза.

	Пред- летье (разгар весны)	Пере- ход через +5 °С средне- суточ- ной темпе- ратуры	Предле- тье	Зацветание яблони сибирской и караганы древо-видной		Пыление розоцветных
Лето	Умеренно-прохладное лето	Пере- ход через +10 °С средне- суточ- ной темпе- ратуры	Начало лета	Полное расцветание калины обыкновенной и шиповника иглистого	II волна пыле- ния	Начало пыления группы – хвойные деревья. Первые пыльцевые зерна ели, сосны
	Умеренно-теплое лето	Пере- ход через +15 °С средне- суточ- ной темпе- ратуры	Полное лето	Зацветание липы мелколистной и сибирской, созревание красной смородины		Основной период пыления ели, сосны. Из травянистых появление пыльцы злаков
	Спад лета	Пере- ход через +15 °С средне- суточ- ной темпе- ратуры в сторо- ну умень- шения	Спад лета	Созревание семян караганы древо-видной, кизильника черноплодного, созревание ржи	III волна пыле- ния	Основной период пыления липы, злаков щавеля, крапивы, подорожника. Первые пыльцевые зерна маревых и полыни.
						Основной период пыления маревых, полыни. Пыление злаков продолжается
						Пыление группы травянистых растений продолжается

Наступление фаз развития растений в значительной степени зависит от метеорологических компонентов. Аэропалинологические наблюдения позволяют изучить механизм воздействия метео-

рологических компонентов на жизнедеятельность растений, в частности процесс пыления. Метеорологические компоненты влияют на интенсивность пыления и концентрацию пыльцы в воздухе в течение всего весенне-летнего периода.

В разные сезоны наблюдения выявлены корреляционные связи между содержанием пыльцы в воздухе города и значениями метеопоказателей (рис. 2.7–2.15).

Благоприятными условиями для палинации растений являются теплая и солнечная погода, и достаточная влажность. Засуха и дождливая погода нарушают процессы созревания и продуцирование пыльцы, способствуют резкому снижению (вплоть до ее отсутствия) ее содержания в воздухе (Лусс, 2002).

Температура воздуха является определяющим фактором по отношению к уровню содержания в атмосфере взвешенных частиц различного происхождения, в том числе и пыльцы растений. Высокая температура прогревает и высушивает воздух, что способствует активной циркуляции пыльцевых зерен в нижнем слое атмосферы и подъему их на значительную высоту.

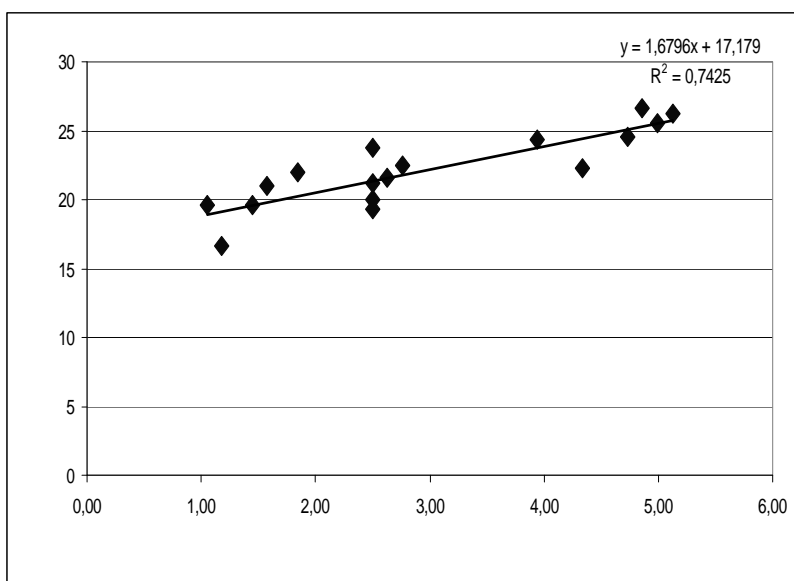


Рис. 2.7. Зависимость концентрации пыльцы злаков в воздухе от среднесуточной температуры в 2005 г. (в %)

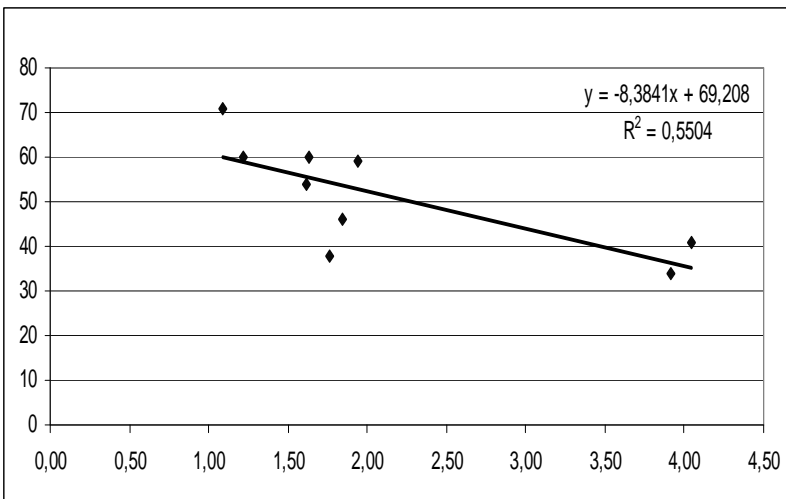


Рис. 2.8. Зависимость концентрации пыльцы березы в воздухе от относительной влажности в 2012 г. (в %)

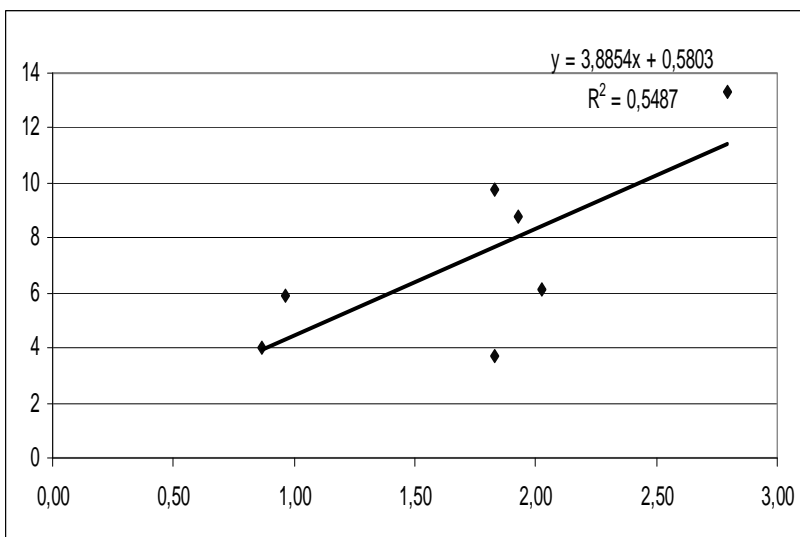


Рис. 2.9. Зависимость концентрации пыльцы ивы в воздухе от среднесуточной температуры в 2012 г. (в %)

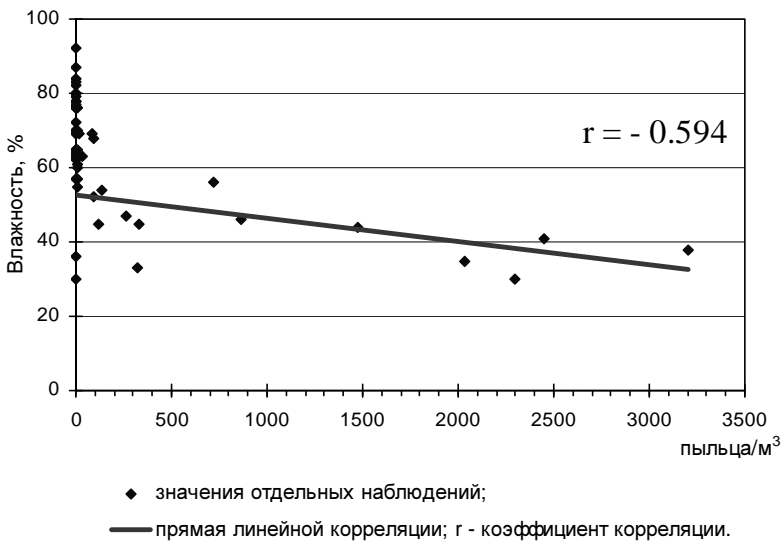


Рис. 2.10. Зависимость концентрации пыльцы березы в воздухе от относительной влажности в 2004 г

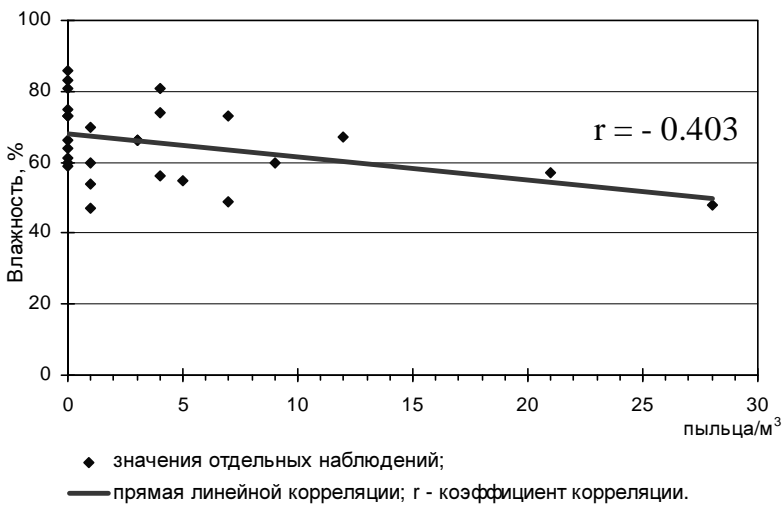


Рис. 2.11. Зависимость концентрации пыльцы березы в воздухе от относительной влажности в 2005 г.

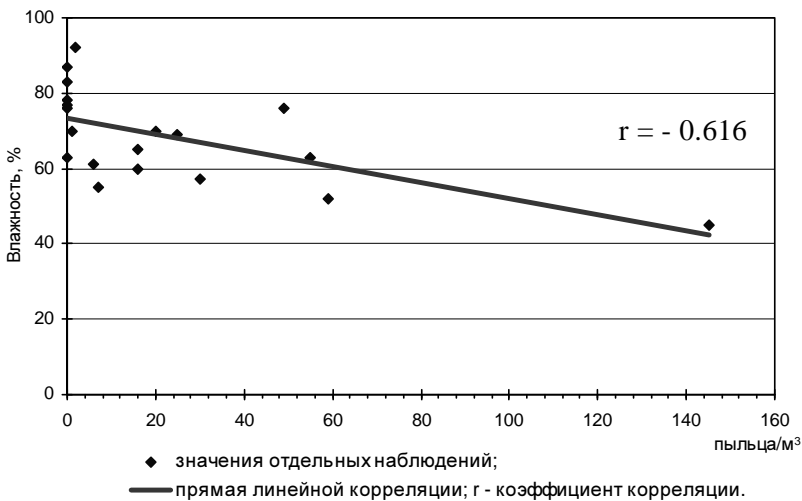


Рис. 2.12. Зависимость концентрации пыльцы сосны в воздухе от относительной влажности в 2004 г.

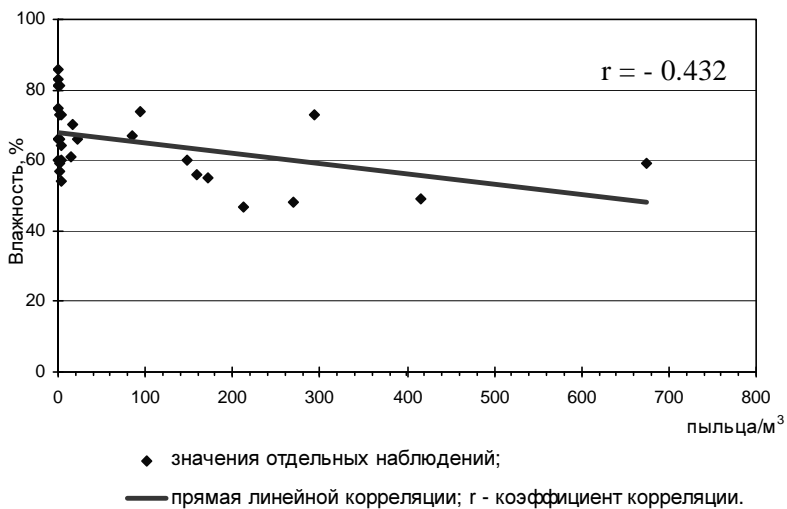


Рис. 2.13. Зависимость концентрации пыльцы сосны в воздухе от относительной влажности в 2005 г.

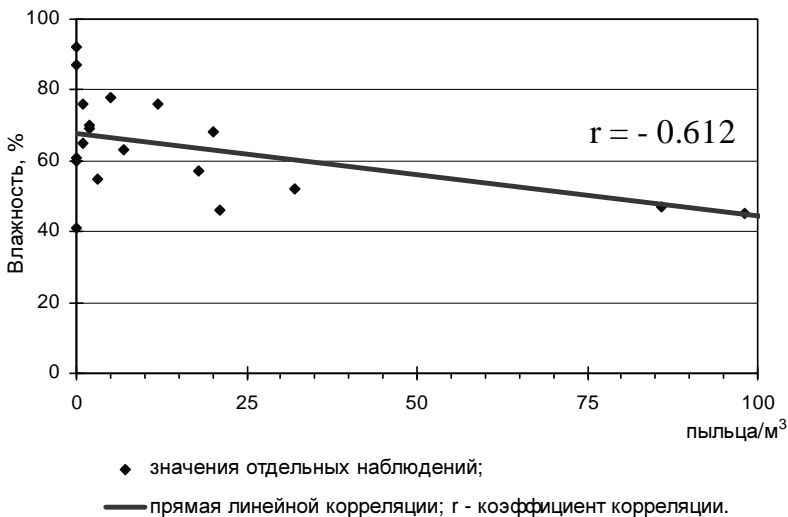


Рис. 2.14. Зависимость концентрации пыльцы розоцветных в воздухе от относительной влажности в 2004 г.

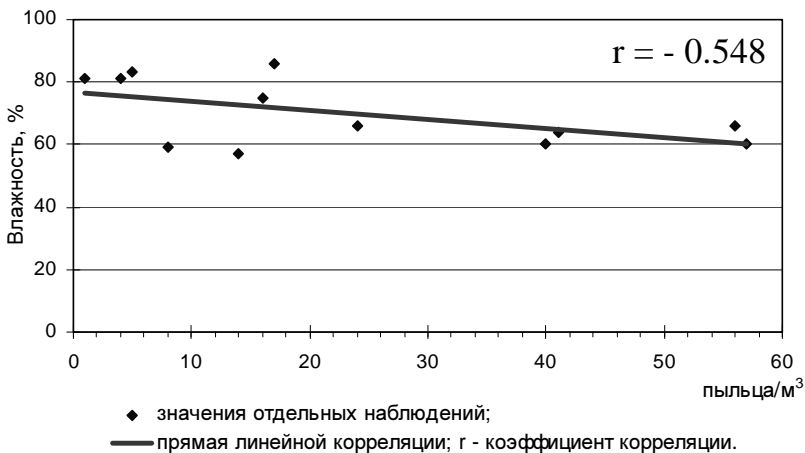


Рис. 2.15. Зависимость концентрации пыльцы злаковых в воздухе от относительной влажности в 2005 г.

Низкая же температура действует обратным образом, т.е. препятствует свободной циркуляции пыльцы, которая удерживается преимущественно в приземном слое воздуха. Интенсивность пыления растений и концентрация пыльцы зависят от температуры воздуха, т.е. чем выше температура, тем интенсивнее будет идти процесс пыления. Следует отметить, что максимальное увеличение содержания пыльцы в воздухе происходит при температуре выше 20 °С. Таким образом, действует принцип накопления температур в среднесуточных масштабах.

Температура воздуха является основным фактором, влияющим на пусковые механизмы, осуществляющие регуляцию ростовых процессов, стимулирующих цветение; это ведущий параметр, который воздействует на динамику пыльцы в атмосфере на протяжении всего периода пыления, например для группы древесных растений (береза, тополь, клен).

Кроме температуры, воздействующей преимущественно на продуцирование пыльцы растениями, на уровень концентрации пыльцы в воздухе наибольшее влияние оказывает относительная влажность воздуха. Повышенная влажность свидетельствует о содержании в воздухе большого количества водяных паров, которые способствуют осаждению пыльцевых зерен. Низкая же влажность, наоборот, способствует ее свободному перемещению с воздушными массами. С помощью корреляционного анализа определили силу связи между величинами, а также направлением связи между ними. В данном случае картина выглядит следующим образом: с увеличением относительной влажности воздуха более 50% наблюдается снижение концентрации пыльцы в воздухе. Самое низкое содержание пыльцы в воздухе фиксируется при влажной, дождливой и безветренной погоде (рис. 2.10–2.15).

Уровень концентрации пыльцы в воздухе зависит также от других метеорологических показателей, таких как скорость ветра, количество осадков, и от сочетаний данных факторов. Например, при дожде пыльца полностью исчезает из воздуха (Пыцкий и др., 1999). В сухую погоду даже под действием слабого ветра пыльца может распространяться на большие расстояния, поэтому в крупных городах концентрация пыльцы в воздухе может быть очень высокой.

Сумма эффективных температур – показатель биологической значимости температуры воздуха. Эту величину получают

суммированием ежедневных превышений среднесуточной температуры воздуха определенной ее величины, соответствующей температурному порогу развития. Пороговой среднесуточной температурой начала вегетации большинства видов растений умеренной зоны считается 5 °С, культурных растений – 10 °С, теплолюбивых – 15 °С. При температуре ниже этого предела развитие растений не происходит или приостанавливается (например, задерживается цветение).

Влияние одних и тех же метеопараметров на количественные и качественные результаты развития растения зависит не только от самих значений этих параметров, но и в огромной степени – от фенотазы, в течение которой эти параметры действовали. Сроки наступления, продолжительность и ритмика цветения зависят, главным образом, от наследственных особенностей растения и метеорологических условий в период цветения (Драгавцев, 2003). Поэтому метеоинформация обрабатывается автором с привязкой не к календарному времени, а к периодам фенотаз.

Аэропалинологические спектры достоверно отражают пыление растительности в отдельные вегетационные периоды. Наступление фаз развития растений в значительной степени зависит и от температуры воздуха. Для любой фазы можно вычислить среднюю температуру, которая необходима для ее достижения. Эти температуры могут возрастать, если приток тепла идет очень быстро, и развитие растений, нуждающихся в определенном времени для роста и формирования каких-либо органов, не поспевает за ним; изменяться, если нормальный ход температур прерывается возвратами холода. Оправдываются такие вычисления в тех случаях, когда среднесуточная температура возрастает ровно и постепенно.

Растения, как и любой живой организм, приспособляются к условиям внешней среды, т.е. адаптируются. Адаптацию можно также определить как процесс непрерывного изменения внутренней структуры под воздействием внешних условий, конечным результатом которых является достижение соответствия внутренней структуры внешним условиям. Цветение растений зависит от факторов внешней среды и внутренней структуры, устанавливающейся к этому времени (Лучник, 1982).

Чем больше несоответствие внутренней структуры внешним условиям, т.е. чем больше разница между оптимальными для данной структуры условиями внешней среды и реальными условиями,

тем слабее процесс цветения. С другой стороны, интенсивность цветения зависит от того, насколько отличаются оптимальные для данной структуры условия от оптимальных для растения, обусловленных его генетическими особенностями. Чем больше это различие, тем меньше должно быть цветение. Необходимо также учитывать, что внутренняя структура непрерывно перестраивается с конечной скоростью под действием внешних условий, причем диапазон этих изменений зависит как от предыдущих уровней внешних факторов, к которым растение было адаптировано, так и от действующих в данный момент уровней, к которым растение адаптируется. При достаточно медленном изменении внешних условий растение хорошо адаптируется, при быстрых же изменениях внешней среды адаптация достигается лишь частично (Лучник, 1982).

Все выше изложенное применимо к основным факторам жизнеобеспечения растений: количеству поступающей солнечной радиации, уровню увлажнения территории, наличию необходимых питательных веществ в почвенном покрове. Температура и влажность воздуха оказывают влияние на растения преимущественно в сочетании друг с другом. Продуктивность растений определяется наличием оптимального соотношения тепла и влаги, хотя реакция на изменение любого из них является адекватной. Сочетание этих двух факторов может быть различным, а следовательно, и приспособление растений к таким условиям будет весьма разнообразным. Все это необходимо учитывать при интерпретации спорово-пыльцевых спектров отложений, когда речь идет о локальном распространении растительности, в том числе древесной.

Приведенные результаты по формированию аэропалинологических спектров помогают более правильно интерпретировать спорово-пыльцевые спектры при изучении состава пыльцы и спор в поверхностных слоях почвы, по выделению пыльцы из снега, льда и на основании времени цветения отдельных таксонов и их фоссилизации определять датировку слоя, выявлять заносную пыльцу в спектрах. Степень изученности влияния метеорологических компонентов на аэропалинологические спектры позволяет говорить об особенностях формирования «пыльцевого дождя». Аэропалинологические спектры за отдельный вегетационный период характеризуют не только метеорологические компоненты, но и общее состояние атмосферы за более или менее длительное время. Концентрация пыльцы в воздухе и количественные показатели состава

спектра в поверхностных слоях почвы могут быть использованы для стратиграфического расчленения голоценовых отложений и для палеогеографических реконструкций. А привлечение рецентных спорово-пыльцевых спектров – как эталонов для восстановления растительности прошлых эпох, с использованием актуалистического метода как основы теоретических построений в палеогеографии.

Хотя субрецентные спектры отражают тип растительного покрова, бесспорно, они зависят от различных факторов: пыльцевое и споровое продуцирование растений, дальность рассеивания в воздухе пыльцы, перенос пыльцы и спор текучими водами, степень сохранности оболочки пыльцы и спор при их захоронении, возможно, переотложение пыльцевых зерен и спор. Основные ошибки при интерпретации палинологических данных могут возникать из-за недооценки факторов, корректирующих спорово-пыльцевой спектр. Накопленный в настоящее время огромный фактический материал позволяет в большинстве случаев правильно решать проблемные вопросы интерпретации палинологических данных.

2.2. Факторы формирования спорово-пыльцевых спектров

На формирование спорово-пыльцевых спектров влияют различные факторы или группы факторов, которые необходимо учитывать при интерпретации спорово-пыльцевых данных.

2.2.1. Пыльцевое и споровое продуцирование растений

Каждое растение продуцирует огромное количество своих генеративных клеток и у разных растений оно различно. По результатам исследований (Дылис, 1947, 1948; Гричук, Заклинская, 1948; Моносзон, 1973), одно соцветие березы пушистой дает 6 млн. пыльцевых зерен, один пыльник сосны – 160 тыс., ели – 600 тыс., тычинка клена – 1000, щавель – 1300, одно растение шалфея – 1 млн. пыльцевых зерен, один экземпляр прутняка – от 27,7 до 73,8 млн. пыльцевых зерен, поповника – до 6 млн.

Пыльцевая продуктивность древесных пород – сосны, ели, кедра – для нашего региона наиболее интересна. Л.Н. Савина, Т.А. Буренина (1981), ссылаясь на результаты исследования Р. Сарваса (1962) и Т.П. Некрасовой (1977), приводят данные о

пыльцевой продуктивности в лесах Сибири: на 1 га в еловом лесу выпадает в среднем около 60 кг пыльцы ели, а в отдельные годы до 120–160 кг. По исследованиям Т.П. Некрасовой (1977), пыльцевая продуктивность сосны в Западной Сибири в годы обильного цветения была около 500 пыльцевых зерен на 1 мм², примерно столько же пыльцы продуцирует кедр. На 1 га лиственничника приходится 50 кг пыльцы (Поздняков, 1975). Данные породы деревьев имеют большую пыльцевую продуктивность.

Значительная или слабая пыльцевая продуктивность растений должна учитываться при интерпретации спектров. Так, реконструкция соснового леса по ископаемому спорово-пыльцевому спектру возможна при абсолютном преобладании пыльцы сосны более 60–70% в составе спектра. А если породы клена, дуба составляют 2–5%, то можно говорить о смешанных лесах с примесью названных широколиственных растений (Каревская, 1999).

2.2.2. Дальность рассеивания спор и пыльцы в воздухе

Важным фактором при интерпретации является дальность рассеивания микрофоссилий в воздухе. Этими исследованиями занимались К.И. Солоневич (1939), В.П. Гричук и Е.Д. Заклинская (1948, 1950), Е.Д. Заклинская (1951), Р.В. Федорова, (1950; 1952; 1959), Е.А. Мальгина (1950), Б.А. Тихомиров (1950), Л.А. Куприянова (1951), М.В. Кабайлене (1973). Ими установлено, что перенос пыльцы и спор проявляется у растений по-разному в различных природных зонах.

В безлесных районах (тундра, степь, пустыня), где ничто не препятствует ветровому потоку, пыльца и споры переносятся на более значительные расстояния, чем в лесу. Известно, например, что в лесостепной и пограничной с ней полосе степной зоны современные спорово-пыльцевые спектры содержат очень много пыльцы различных берез и сосен, растущих значительно севернее – в зоне лесов.

Е.А. Мальгиной (1950) на территории Европейской равнины среди древесных были выделены отдельные группы хвойных и лиственных пород, отличающихся по степени переноса ветром их пыльцы. За пределы ареала распространения в большом количестве переносится пыльца сосны, в очень небольшом количестве выносятся пыльца ели, березы, ольхи и в ничтожных количествах –

пыльца дуба, липы, вяза, граба и лиственницы, хотя известны факты переноса единичных зерен пыльцы дуба, граба, бука, вяза из зоны смешанных и широколиственных лесов в пустыни Средней Азии. Улавливание пыльцы из воздуха в среднеазиатской пустыне показало, что имеет место занос пыльцы древесных пород до 20%, а во время цветения ряда древесных при наличии западных ветров пыльца их, в частности граба, может составлять до 50%. В целом среди пыльцы древесных пород отмечено преобладание пыльцы сосны и значительное содержание пыльцы березы. Занос спор растений незначителен. Встречаются единичные споры сфагновых мхов, плаунов и папоротников. Исследования рецентных и субрецентных спорово-пыльцевых спектров пустынь Средней Азии подтверждает огромное влияние ветрового режима (Мальгина, 1959).

Имеются наблюдения за дальним переносом пыльцы в высоких слоях атмосферы. Б.А. Тихомиров (1950), Л.А. Куприянова (1951) приводят сведения о максимальной дальности заноса пыльцы пихты сибирской до 1300 км, сосны обыкновенной – 1000–1700 км, кедра – 1600 км. Пыльцевые зерна березы каменной вместе с потоком вулканического пепла попадают из Центральной Камчатки в район хребта Черского.

Пыльца березы отмечается во всех образцах независимо от района исследования, т.е. не только в пределах ареала распространения березы. Однако по данным пыльцевого анализа поверхностных проб почв и эпизодических улавливаний пыльцы из воздуха видно, что березовые леса и ближайšie к ним безлесные пространства отличаются по количеству пыльцевых зерен березы в изученных спорово-пыльцевых спектрах. Влияние ветра на распространение пыльцы воздушным путем выявилось весьма отчетливо: при улавливании по направлению ветра количество осевшей на стекла пыльцы уменьшается в зависимости от источника ее распространения – березового леса. За пределами леса, на вертикально установленную на высоте 4 м пластинку, обращенную улавливающей стороной навстречу ветру, выпало за один день более 50 000 пыльцевых зерен березы, тогда как количество пыльцы, осевшей за это время на горизонтально поставленную пластинку, было почти в десять раз меньше (Федорова, 1959).

Однако пыльца и споры различных растений переносятся ветром по-разному. Это связано с особенностями морфологического строения и размерами пыльцевых зерен.

Так, например: среди пыльцы древесных видов растений сосна имеет крупные размеры (60–100 мк) и снабжена так называемыми мешками, которые превосходят размер самого тела пыльцевого зерна. В результате пыльца сосны легко переносится ветром на огромные расстояния – до 3000 км. В то же время дальность разноса пыльцы лиственницы от дерева-продуцента не превышает первых сотен метров, поскольку пыльцевые зерна не имеют воздушных мешков (Савина, Буренина, 1981).

Пыльца ели, несмотря на то, что снабжена мешками, летит на расстояние, значительно меньшее, чем пыльцевые зерна сосен. Причина заключается в значительно большем удельном весе пыльцы ели (по сравнению с сосной), обладающей более плотной сетчатой структурой воздушных мешков и наличием мощного гребня на теле.

Исходя из оценки относительной летучести спор и пыльцы, компоненты каждого спорово-пыльцевого спектра В.П. Гричук (1989) делит на четыре группы: региональные, квазирегиональные, сублокальные и локальные.

Региональные компоненты – это пыльца, переносимая по воздуху на расстояния, измеряемые сотнями километров. В эту группу входит пыльца таких таксонов, как сосна, ель, ольха, береза.

Квазирегиональные компоненты – это пыльца, переносимая по воздуху на расстояния, измеряемые километрами и десятками километров. К этой группе должна быть отнесена пыльца всех насекомоопыляемых древесных пород и кустарников, а также пыльца ветроопыляемых кустарников и таких древесных пород, как дуб, граб, бук и т.п.

Сублокальные компоненты – это пыльца и споры, переносимые по воздуху на расстояния, измеряемые сотнями метров. К этой группе относится пыльца всех ветроопыляемых травянистых растений и крупных споровых растений, в частности папоротников.

Локальные компоненты – пыльца и споры, переносимые по воздуху в обычных условиях на расстояния, измеряемые метрами. В группу должна быть включена пыльца всех видов насекомоопыляемых травянистых растений (с развитой энтомофиией), а также споры большинства споровых растений, генеративные органы которых поднимаются над землей на небольшую высоту.

Исследования, посвященные вопросу о разносе воздушным путем пыльцы травянистых, освещены в работах Rempl, (1937),

Erdtman, (1943), Федоровой (1950а–в; 1956). Особое внимание уделялось исследователями семейству маревых.

Наблюдения Р.В. Федоровой (1950а–в), проводимые в Поволжье, показали, что пыльца видов семейства маревых улавливается в значительном количестве в степи, а севернее – в зоне широколиственных лесов, где произрастание маревых ограничено, количество улавливаемой пыльцы резко падает. Пыльца маревых разносится воздушными течениями на сравнительно небольшие расстояния и в большом количестве встречается лишь там, где представители этого семейства являются фоновыми растениями.

Исследования Эрдтман (Erdtman, 1943) показали, насколько далеко может быть перенесена пыльца маревых: по данным улова ее при помощи вакуум-насоса, установленного на палубе парохода, следовавшего из Дании в Нью-Йорк, количество равнялось пяти пыльцевым зернам. На такое расстояние могут быть перенесены лишь единичные и случайные пыльцевые зерна этого семейства.

М.Х. Моносзон (1959) утверждал, что пыльца маревых может переноситься на значительные расстояния, но в небольшом количестве (единичные зерна). Наиболее четко распределение этой пыльцы воздушным путем проявляется в пределах 1 км.

Слабо переносится воздушным путем пыльца растений кипрея, валерианы. В пробах, взятых на ближайшем расстоянии от этих растений, их пыльца может быть не отмечена (Федорова, 1956а).

Пыльца дикорастущих злаков, относящихся почти без исключения к ветроопыляемым растениям, встречается в спектрах в значительном количестве не только на месте их произрастания. Более широкое рассеивание пыльцы дикорастущих злаков объясняется небольшими размерами пыльцевых зерен, продолжительностью цветения и обилием пыльцевой продукции.

Анализируя данные М.Х. Моносзон (1959), Р.В. Федоровой (1959б) для травянистых растений – маревых, валерианы, кипрея, злаков и для папоротников (Заклинская, 1948), видим, что пыльца и споры выпадают в непосредственной близости от места произрастания перечисленных растений и лишь незначительная их часть переносится воздушными течениями.

Пыльца трав и кустарничков, а также споры выносятся за пределы ареала растений в ничтожных количествах, оседают из воздуха вблизи материнских растений. Это объясняется тем, что

пыльца травянисто-кустарничковой растительности и споры после своего созревания не поднимаются высоко в воздух и находятся преимущественно в приземном слое атмосферы.

Пыльцу трав, кустарничков и спор называют локальными компонентами спорово-пыльцевых спектров и комплексов, так как из-за малого рассеивания воздушными потоками они в большей степени отражают местные особенности травянисто-кустарничкового яруса и надпочвенного покрова.

В.Г. Дирксен (1999) изучала современные спорово-пыльцевые спектры аридного слабооблесенного горного массива Монгун-Тайга и классифицировала их на региональные, локальные и узко-локальные.

Региональные спектры – дальнезаносная пыльца древесных, в основном хвойных; локальные – пыльца травянистых (полыни, маревых и эфедры), выступающая для большинства спектров высокогорий в качестве местного заноса, и узколокальные спектры – пыльца травянистых (злаковых, осоковых) и пыльца древесных (лиственницы).

2.2.3. Перенос пыльцы и спор текучими водами

На результаты анализа при спорово-пыльцевом исследовании отложений, образованных в водной среде, влияет разнос пыльцы и спор текучими водами.

Данные по изучению спорово-пыльцевых спектров современного аллювия на больших реках, пересекающих несколько природных зон, были наиболее полно представлены М.П. Гричуком и А.И. Пермяковым (1968). Они изучали состав пыльцы и спор в русловом аллювии реки Оби. Оказалось, пыльцевые зерна ели, споры отдельных видов плаунов и папоротников перемещались от истоков до среднего течения реки Оби.

Способность к транспортировке пыльцы хвойных (ели, сосны и кедра) в воде, как и в случаях с воздушным переносом, обеспечивается наличием воздушных мешков (пыльца пихты и ели переносится водой до 300–400 км). В отличие от способности далеко переноситься, некоторые споры, не обладая воздушными мешками, иногда все-таки плывут на значительные расстояния. Споры *Sphagnum* – до 1300 км; *Polypodiaceae* (папоротники) плывут до 900–1000 км и более, *Lycopodium* (плауны) – до 7000 км.

На очень большие расстояния переносятся пыльца и споры морскими течениями. Например, у европейских берегов Северного Ледовитого океана обнаружена пыльца пихты из Канады. Очень четко это прослеживается вдоль берегов Тихого океана: у побережья Чукотки в морских спорово-пыльцевых спектрах встречается пыльца елей, пихты из Приморья, расположенного в зоне смешанных широколиственных лесов.

Вместе с тем не надо забывать, что эти явления проявляются нечасто. Р.В. Федорова (1952а) предостерегает от переоценки роли текучих вод как агента дальнего заноса. А М.П. Гричук (1959) пишет об относительно небольшой роли заносной пыльцы и спор водами рек (на примере рек Оби и ее притоков, Енисея, Ангары). З.П. Губонина (1965) подтверждает отсутствие заноса пыльцы и спор в аллювиальных отложениях в количествах, способных препятствовать установлению по результатам спорово-пыльцевого анализа зонального типа растительного покрова.

Для восстановления общих палеоклиматических условий морских отложений наиболее пригодны пыльцевые спектры проб, взятых на расстоянии примерно 50 км от берега: здесь меньшее значение, чем в прибрежной зоне, имеет гидродинамический фактор, а пыльцевые спектры отражают средний состав растительности достаточно большой территории, находящейся в пределах похожих физико-географических условий (Кабайлене, 1980). Способность пыльцы и спор перемещаться по воде проявляется в замкнутых морях. Как правило, происходит сортировка пыльцы и спор. В центре морской акватории преобладает пыльца сосны, споры папоротников и плаунов, хорошо планирующие по водной поверхности. Ближе к шельфовой зоне собираются и оседают мелкая пыльца и споры, принадлежащие травянисто-кустарничковой растительности и листовым древесным породам (Каревская, 1999, 2002).

2.2.4. Степень сохранности оболочек пыльцы и спор при их захоронении

Оболочки пыльцы и спор, состоящие из спорополленина, устойчивы к биологическому распаду и химическому разрушению, в результате хорошо сохраняются. Тем не менее ископаемые пыльца и споры за время, истекшее между отделением их от родительского растения до извлечения из осадка, претерпевают различные хими-

ческие, биологические и физические воздействия. При этом оболочки пыльцы и спор различных растений в разной степени подвержены разрушительному влиянию этих процессов. Так, например, известно почти полное разрушение при фоссилизации пыльцы лиственницы, тополя, можжевельника. Оболочки пыльцы некоторых растений также разрушаются при определенных условиях внешней среды.

Химическое воздействие – один из главных факторов разрушения оболочек пыльцы и спор. Наиболее разрушительно оно в щелочной среде. Т.А. Абрамова, Н.А. Березина (2002) проводили спорово-пыльцевые исследования торфяников юга Архангельской области и параллельно проводилось в течение шести лет регулярное обследование геохимической обстановки со значениями рН. Чем выше рН, тем меньше пыльцы и спор обнаруживается в осадке. Особенно губительна щелочная среда для пыльцы мелколиственных древесных пород.

Кроме того, микрофоссилии крайне чувствительны к окислительным процессам. Не зря в субаэральных образованиях, более доступных воздействию кислорода, и в горизонтах рыхлых отложений, испытавших процессы вторичного ожелезнения или омарганцевания, часто отсутствуют ископаемые пыльца и споры. Максимальная сохранность пыльцы и спор обнаруживается в кислой среде с минимумом кислорода.

Индикатором изменения растительности и ландшафтно-климатической обстановки иногда могут служить изменения в концентрации пыльцы и спор в осадках (Борисова, Новенко, 2002). Концентрация пыльцы и спор в осадке зависит в большой степени от микробиологической активности среды. Разрушение пыльцы и спор вызывается, главным образом, бактериями и грибами. Оно идет двумя путями: одни организмы разрушают и переваривают содержимое клеток; другие – повреждают стенки пыльцы и спор, оставляют на поверхности эскины шрамы в виде ямок, розеток и т.д. Как правило, избегают воздействия микроорганизмов эскины (оболочки) пыльцы и спор, которые находятся в неблагоприятной для жизнедеятельности микроорганизмов среде: недостаток азота, неблагоприятная температура, присутствие токсичных веществ и т. д.

Сохранность пыльцы и спор в «ископаемом состоянии» находится в прямой связи с температурным режимом. При переменном водно-температурном режиме любая пыльца и споры подвер-

жены разрушению в результате набухания, трения, давления. Особенно это сказывается на крупной пыльце хвойных растений. Изучением данного фактора занимались С.Н. Тюремнов (1962), С.Н. Тюремнов, Н.А. Березина (1965), Н.А. Березина, С.Н. Тюремнов (1973), Т.А. Абрамова, Н.А. Березина (2002).

Пыльца и споры в ископаемом состоянии подвержены и физическому воздействию, которое связано с перемещением вмещающих эти микрофоссилии осадков. Оно свойственно в большей степени аллювиальным и морским отложениям и выражается в истирании и разрывах в основном крупных зерен пыльцы и спор – сосновых, папоротников и др.

Захоронение пыльцы и спор в различных средах происходит с различной скоростью и концентрацией. Причинами этого являются глубина, форма озерных котловин и морских бассейнов, рельеф местности, перенос ветром и водой микрофоссилий. Фациальная особенность осадков определяет разную скорость их оседания. Местные условия, в которых происходит захоронение микрофоссилий, накладывают отпечаток на то, что спектры могут нередко фиксировать изменчивость, не связанную с перераспределением растительных группировок (Мальгина, 1971).

Н.С. Болиховская (1995) провела спорово-пыльцевой анализ почвенных проб, отобранных в различных природных условиях. Была выявлена хорошая сохранность пыльцы и спор в почвах тундрового и таежного ряда. В современных почвах широколиственных лесов, лесостепей, степей, полупустынь и пустынь обнаружено большое количество разрушенных пыльцевых зерен и спор. Это может быть причиной несоответствия состава палиноспектров некоторых типов почв составу окружающей растительности, что наиболее типично для почвенных проб степи и лесостепи.

Самое высокое содержание зерен с разрушенной спородермой (оболочкой) зафиксировано в поверхностных пробах черноземных почв. От 20 до 80% общего состава спектров в них составляют деструктивные (разрушенные) пыльцевые и споровые зерна. В результате наблюдается малое присутствие пыльцы злаков (10–20%) в субрецентных спектрах черноземных почв и высокое участие этих растений (40–70%) в травянистом покрове. При интерпретации учитывается и данный фактор.

И.А. Каревская (1999) отмечает особенность микрофоссилий мигрировать вверх и вниз по почвенному профилю. В северных

районах, где развита вечная мерзлота, отмечается засорение современных почвенных спектров пылью из подстилающих более древних отложений. Это связано с малой мощностью почвенного горизонта и с солифлюкционными процессами, способствующими выжиманию грунта и перемешиванию его с почвой.

Перемещение пыли и спор сверху вниз по почвенному профилю в результате жизнедеятельности почвенной фауны, вымывания, инфильтрации и других процессов практически очень незначительно и не отражается на составе спектров.

Сохранность оболочек пыли и спор в болотных отложениях существенно отличается. В заболоченных водоемах, при слабых колебаниях температуры и влажности, процесс фоссилизации пыли и спор протекает очень медленно. Пыль и споры накапливаются в больших количествах и почти всегда сохраняются в ненарушенном состоянии.

2.2.5. Переотложение пыльцевых зерен и спор

Состав ископаемых спектров очень часто имеет смешанный характер. В них возможно присутствие микрофоссилий, принадлежавших к более древним или молодым геологическим эпохам.

Переотложение древней пыли происходит в результате эрозионной деятельности водных потоков (боковой эрозии, размыва подстилающих или расположенных выше по течению древних горизонтов), эродирующей деятельности ледников, морских трансгрессий и т.д.

Основным критерием выявления переотложений является их возрастное несоответствие. Более молодые пыльцевые зерна и споры отличаются от переотложенных «минерализованным обликом», т.е. имеют более темную окраску, смятость, уплощенную форму (Каревская, 1999, 2002). Виды, характеризующие флору эпохи формирования изучаемых отложений, меняются закономерно по разрезу. Виды, к которым относятся переотложенные формы, прерывисто распространены во времени и пространстве, встречаются sporadically, появляясь и исчезая без каких-либо закономерностей (Минина, Неберikuтина, 2002).

Наблюдается несоответствие палинологических данных реальному геологическому строению разреза. Находки пыли растений бывают несовместимы с литолого-фациальной обстановкой осадко-

накопления. Эффективным методическим приемом для выделения переотложенных зерен является эколого-географический анализ ископаемой флоры и выяснение условий залегания анализируемых отложений и их литологии (Гричук, 1948, 1989; Писарева, 2002).

2.3. Субрецентные и рецентные спектры

Палинологические исследования многих авторов доказали связь современных спорово-пыльцевых спектров озерных, болотных, почвенных проб с окружающим растительным покровом. При интерпретации спорово-пыльцевых спектров древних отложений необходимо учитывать факторы их формирования и физико-географические условия каждого региона как для равнинной территории, так и для горной.

Л.В. Филимонова (2002) исследовала субрецентные спектры из лесных, болотных и луговых сообществ среднетаежной подзоны Карелии. В спорово-пыльцевых спектрах средней тайги проявляются зональные, региональные и локальные особенности состава растительности, а также особенности, обусловленные генезисом отложений и антропогенным влиянием.

И.А. Жуйкова (2002) уделяет особое внимание вопросу соотношения поверхностных проб современной растительности, если регион располагается на границе ландшафтных зон (подзон) или по территории изучаемого региона проходит граница распространения некоторых лесообразующих пород (в том числе широколиственных), на примере Вятско-Камского региона. Субрецентные спорово-пыльцевые спектры хвойно-мелколиственных, сосновых, широколиственных формаций присутствуют в составе соответствующих им субрецентных проб. Количественное соотношение отдельных древесных пород в спектре зависит от пыльцевой продуктивности. Доля пыльцы широколиственных пород может возрастать в поймах крупных рек, что не является доказательством их массового присутствия в данной подзоне.

Исследованиями В.С. Волковой (1966, 1977) установлено, что рецентные спектры из различных современных отложений, развитых в долине р. Иртыша, отражают только типы растительности и общие черты, присущие той или иной зоне. Состав же флоры фиксируется приблизительно. На характер спектра поверхностной пробы оказывают влияние тип лесной группировки, генезис осадка,

геоморфологическое место взятия пробы и т.д. Изменение содержания того или иного компонента флоры означает размещение некоторых локальных видов в зависимости от рельефа местности или генезиса отложений.

Г.М. Левковская (1973) для лесостепной зоны Западной Сибири отмечает в субрецентных спектрах большое количество древесных (сосны, березы). Среди пыльцы травянистых и кустарничковых растений в равной степени встречается пыльца разнотравья, осок, полыни, маревых. В условиях степной зоны, где сосновые боры располагаются по долинам рек, а по направлению к югу, при снижении роли разнотравья, значительная роль отводится злакам и полыни, в спектрах постоянно встречается заносная пыльца древесных, особенно сосны. Особенностью степных спектров является абсолютный максимум пыльцы травянистых растений.

Для всех растительных зон бассейна Оби была составлена спорово-пыльцевая диаграмма рецентных спектров. Определенной растительной зоне соответствуют спорово-пыльцевые спектры и ее климатические характеристики (Букреева, Левковская, 2001).

Для оценки адекватности отражения в спорово-пыльцевых спектрах локальных, провинциальных, подзональных особенностей растительности Т.А. Бляхарчук (1989) исследовала субрецентные спектры торфяных отложений юго-востока Западной Сибири. Проведенный анализ показал, что древесные компоненты субрецентных спектров из верховых болот более адекватно отражают изменения плакорной растительности по сравнению с низинными болотами. Искажение в низинных болотах чаще всего происходит из-за высокой карбонатности торфа.

В работах Н.И. Пьявченко (1966) отражен современный растительный покров в субрецентных спорово-пыльцевых спектрах на примере изучения торфяников Енисейской полосы Сибири. Субрецентные спектры торфяников в составе недревесной растительности отражают не только растительность самих болот, т.е. локальные условия, но и влияние зональных факторов. Большая продуктивность пыльцы березы имеет лесообразующее значение для лесостепи. Искажение спектров происходит за счет ветрового заноса сосны, что особенно ярко проявляется в северных редколесьях, лесотундре и лесостепи на фоне малой лесистости.

А.И. Пермяков (1964, 1966, 1968) изучал поверхностные пробы в долине р. Енисей от предгорий Саян до мыса Диксон, выявил

соответствие проб характеру растительных ландшафтно-климатических зон. Спорово-пыльцевые спектры отражают как зональный, так и внутризональный характер растительных группировок.

Е.М. Львова, А.И. Григорьева (2002) проводили анализ спорово-пыльцевых спектров современной растительности Центральной Якутии. В ходе работы субрецентные спорово-пыльцевые спектры были разделены в зависимости от характера растительных сообществ на лесные и луговые. Лесные разделены на более мелкие единицы – формации: лиственничные, сосновые, еловые, березовые. Луговые сообщества подразделяются на заливные луга, остепненные, заболоченные группировки. Таким образом, в спектрах современной растительности хорошо отражается зональный тип растительности и наряду с этим весьма правильно отражается характер растительности данного флористического района.

Для спектров лесных формаций наблюдается преобладание древесно-кустарниковых растений (58–97%). Палинологические показатели лиственничных и еловых лесов сходны между собой. Наибольший процент пыльцы эдификатора (ели или лиственницы) дает густой чистый лес. Спектры сосновых и березовых лесов отличаются самым высоким содержанием пыльцы древесно-кустарниковых растений (86–97%) с абсолютным доминированием эдификатора фитоценоза (сосны или березы). Пыльца ивы и верескоцветных отмечается в спектрах тех проб, где в подлеске они играют значительную роль (Львова, Григорьева, 2002).

Спорово-пыльцевые спектры открытых местообитаний отличаются от лесных формаций повышенным содержанием травянисто-кустарничковых растений. В степных сообществах много пыльцы гвоздичных, сложноцветных, в том числе и полыней. В спектрах солончаковых степей присутствует пыльца маревых, в спектрах заливаемых пойменных лугов больше пыльцы осоковых и злаковых. В спектрах заболоченных мест присутствует пыльца водно-болотных трав и много спор зеленых мхов (Львова, Григорьева, 2002).

Спорово-пыльцевые спектры с поверхностных почв в основном отражают характер местной растительности. Показателем зональности и флористического района является видовой и количественный состав древесно-кустарниковой группы. Характерной чертой спорово-пыльцевых спектров современной растительности Центральной Якутии является постоянное присутствие в большом

количестве пыльцы сосны обыкновенной, что соответствует ареалу распространения этого вида растения на территории Якутии (Львова, Григорьева, 2002).

Г.Ю. Ямских (1995), изучая поверхностные пробы торфяников всех растительных зон Минусинской котловины и ее горного обрамления, пришла к выводам, что средний процентный состав пыльцы древесных и кустарников, трав и кустарничков, спор является надежным критерием выделения растительных зон лесов, лесостепей и степей. В лесной зоне содержание пыльцы древесных и кустарников составляет более 70%, лесостепная зона характеризуется содержанием пыльцы древесных пород до 52–55%, а в степи уменьшается до 45%. Максимальное процентное содержание пыльцы трав в степной зоне – до 41%. Состав спор в основном отражает локальные условия мест отбора проб. При определении растительных зон Минусинской котловины по спорово-пыльцевым спектрам выделены палинологические индикаторы (горно-таежные темнохвойные леса – пыльца пихты составляет до 13,9%, ели – 12,4%, кедра – 15,09%; пояс горно-таежных лиственничных и лиственнично-сосновых лесов – пыльца сосны составляет до 58,4%, лиственницы – 2,1%; степи – полынь, маревые – до 56%; в лесостепной зоне в составе спектров содержится пыльца травянистых растений смешанного состава с участием мезофитов и ксерофитов в незначительном количестве). Детальное изучение поверхностных проб из торфяных отложений выявило особенности субрецентных спектров, отражающих характер распространения основных групп растений, ландшафтные черты региона: наблюдается чередование степей с лесами.

Состав субрецентных спорово-пыльцевых комплексов юга Дальнего Востока отражает существующую ландшафтно-климатическую поясность, различия в структуре зависят от продуктивности, мобильности, смещения пыльцы в процессе перемещения, а также от различных географических и геологических факторов (Короткий, 2002).

Известно, что растительность гор, в отличие от растительности равнинных районов, характеризуется пестротой и разнообразием. Характерно соседство крайне несходных по составу растительных группировок, нередки смещения растительных поясов, разного рода нарушения закономерного распределения типов растительности. У исследователей, изучающих субрецентные спорово-пыльце-

вые спектры в пределах горных стран, противоречивые мнения по этому поводу. Так, по данным С.А. Сафаровой (1973), занос зерен из лесного в степной пояс межгорных котловин очень велик и содержание заносной пыльцы древесных пород преобладает над долей местной пыльцы. Результаты исследований М.Н. Пахомова и Л.Н. Чупиной (1973), напротив, свидетельствуют о соответствии субрецентных спорово-пыльцевых спектров характеру растительности отдельных вертикальных поясов, т.е. о том, что занос пыльцы деревьев из лесного пояса в пределах степного незначителен.

Для гор востока Средней Азии (Чупина, Пахомов, 1971; Пахомов, Чупина, 1973), Тянь-Шаня (Алешинская, Шумова, 1973) показано, что состав спорово-пыльцевых спектров отражает высотно-поясную зональность растительности. Спорово-пыльцевые спектры в горах отражают достоверно не только поясной тип растительности, но и особенности внутризонального характера растительных группировок (Ямских, 1995).

К.В. Кременецкий, Т.В. Вацалова, Л.Д. Сулержицкий (1999) реконструировали историю миграции основных лесообразующих древесных пород на Кольском полуострове, в горах Хибин, и изучали поверхностные пробы из лесного и тундрового поясов. По данным состава спорово-пыльцевых спектров, не выявляется существенных различий в «пыльцевом дожде» в разных высотных поясах, что объясняется, прежде всего, территориальной близостью всех высотных поясов. Структура поверхностных проб соответствует составу растительности Хибинского массива.

М.П. Гричук, И.А. Каревская, Ю.В. Махова, Е.М. Малаева (1973) при исследовании состава пыльцы и спор из различных современных осадков Восточной Сибири и Дальнего Востока выявили, что все спорово-пыльцевые спектры горных районов характеризуются чертами, которые позволяют определить их зональную принадлежность; состав спорово-пыльцевых спектров в поверхностных слоях почв, болот и небольших озер горных районов имеет более выраженные черты локальности, чем на равнине. Ископаемые спектры этих осадков могут использоваться для реконструкции вертикального распределения растительности и ее флористического состава. Зональные типы растительности могут быть реконструированы при условии нескольких субрецентных спектров.

Н.Б. Клопотовской (1973) для гор Кавказа установлено, что спорово-пыльцевой спектр может быть интерпретирован как лес-

ной при совпадении двух признаков – высокой концентрации пыльцы и спор и преобладания в спектрах группы пыльцы древесных пород или спор лесных видов. Иногда формирование спектра отвечает лесным условиям и при нетипичном общем составе и средней концентрации пыльцы, тогда в составе спорово-пыльцевого спектра незначительна роль пыльцы сосны и ольхи, но в достаточном количестве представлена пыльца лесообразующих пород с малой пыльцевой продуктивностью (бук, дуб, граб, ель).

Результаты исследования М.Н. Пахомова, Л.Н. Чупиной (1973) горных ландшафтов Тянь-Шаня, Памиро-Алая, Гиндукуша показали, что в пределах лесного пояса количество пыльцы лесообразующих пород в поверхностных пробах пропорционально степени облесенности склонов. В густом еловом лесу пыльца ели составляет 72%, на слабооблесенном склоне – 26%, на безлесном склоне в пределах лесного пояса – 8%. Эта закономерность отчетливо проявляется и для пояса арчовников. Ниже лесного пояса и выше границы леса пыльца лесообразующих пород встречается в количестве 1–8%, главную роль играет пыльца травянистых растений, имеющих ландшафтное значение, для пыльцы кустарников характерно локальное распространение.

В результате изучения поверхностных проб на территории горных районов Монголии Г.Н. Шилова (1984) установила, что каждой ботанико-географической зоне соответствует определенный зональный тип спектра.

В.Г. Дирксен (1999) пишет о многообразии природных комплексов массива Монгун-Тайга. Образование комбинаций геокомплексов в пределах одних и тех же высотных уровней формируют сложную ландшафтную структуру территории севера Внутренней Азии. Специфика спорово-пыльцевых спектров слабооблесенных территорий гор обусловлена сочетанием региональных, локальных и узколокальных компонентов, соотношения которых в спектре определяются особенностями конкретной ландшафтной обстановки. Таксоны узколокальной части спектра являются наиболее информативными для распознавания соответствующего ему растительного сообщества. Значение показателя *Superaceae/Poaceae* выступает в качестве критерия экологической характеристики спорово-пыльцевых спектров аридных гор.

Палеогеографические реконструкции, основанные на данных спорово-пыльцевого анализа, должны базироваться на сравнении

состава рецентных пыльцевых спектров, отражающих характер современной растительности, с субрецентными спектрами. Установление адекватности и лежит в основе палеогеографических реконструкций. Сходные по составу спектры в разных условиях рельефа отражают характер растительности крупного региона или небольшого участка у места формирования спектра, с учетом орографии. В горных районах склоны разной экспозиции часто заняты лесами, различающимися по составу. Один склон может быть покрыт лесом, типичным для данного высотного пояса, а другой – лесом, состав которого характерен для пояса, располагающегося ниже или выше него. При интерпретации рецентных спектров во избежание неправильного заключения о составе горных лесов на рассматриваемых высотах необходимо принимать и этот факт. То же можно сказать и в отношении широтно-ориентированных горных долин, где леса разного состава, сменяющие друг друга по высоте в структуре высотной поясности, нередко занимают противоположные склоны долин. Важна оценка топографии рельефа для верного заключения о положении верхней границы древесной растительности, а также о границах между высотными поясами, о составе лесов и о степени облесенности района. Учет местонахождения изученного разреза в рельефе необходим, так как если по геологическим и геоморфологическим данным рельеф в районе исследования мог со времени формирования палинологически изученных отложений существенно измениться, то это учитывается при интерпретации спектра (Климанов, 1981).

Следовательно, необходимо привлекать и всесторонне анализировать весь комплекс данных, которые прямо или косвенно помогают реконструировать состав былой растительности. Анализируя работы по изучению субрецентных спектров, можно проследить связь между растительностью и климатическими условиями как прошлого, так и современного периодов.

2.4. Основные результаты исследования современных спорово-пыльцевых спектров в горах Алтая

Работа Т.Д. Боярской и М.Б. Чернышевой (1973) для Юго-Восточного Алтая проведена с целью установления адекватности спорово-пыльцевых спектров характеру современного растительного покрова, а также зависимости состава спектров от литологи-

ческого состава и фациальной принадлежности осадков. В большинстве проанализированных образцов наблюдается преобладание пыльцы средней и хорошей сохранности. В общем составе спорово-пыльцевых спектров соотношения между группами древесных, травянистых и споровых не всегда постоянны. Это связано с различием растительности вертикальных поясов и влиянием генезиса осадков.

При анализе выявлено несоответствие процентного содержания пыльцы некоторых древесных пород и степени их участия в современном растительном покрове. Господствующими лесообразующими породами Юго-Восточного Алтая являются сосна сибирская и лиственница. В породах пыльца кедра преобладает, а пыльца лиственницы составляет 1–4%, что объясняется быстрой разрушаемостью ее пыльцевых зерен. Содержание пыльцы в лиственном лесу увеличивается до 10%. Пыльца пихты встречается в большинстве образцов. Пыльца ели отмечается во всех образцах горных районов (4–30%), в еловом лесу ее содержание достигает 50–65%. Пыльца сосны встречается преимущественно в отложениях предгорий. В сосновом лесу ее количество более 70%. Для спектров предгорных районов характерно также значительное количество пыльцы березы.

Среди пыльцы травянистых растений максимального содержания достигает пыльца ксерофитов – хвойника, полыней, лебедовых, что соответствует широкому распространению сухих степных ассоциаций в районе. Группа спор малочисленна. Авторы делают вывод о том, что состав субрецентных спорово-пыльцевых спектров из отложений различного генезиса отличается специфическими особенностями, которые зависят главным образом от степени осреднения: максимально осреднены спектры аллювиальных проб, в них преобладает пыльца древесных, распространенных в районах Алтая. Спорово-пыльцевые спектры с поверхности почвы отражают растительность тех вертикальных поясов, откуда были взяты пробы. Пыльца травянистых растений характеризует главным образом состав местных фитоценозов. Воздушный занос микрофоссилий незначительно искажает типы спорово-пыльцевых спектров.

В работах Г.М. Черновой (1985) в соавторстве с Н.Н. Михайловым (1986) приводятся результаты по формированию спорово-пыльцевых спектров на территории Юго-Западного Алтая.

Г.М. Черновой (1985) были проведены аэропалинологические исследования в долине р. Арасан-Кабы (Юго-Западный Алтай). Пыльца из воздуха улавливалась на пластины. Количество выпавшей пыльцы в различные отрезки времени (вегетационного периода) различно: майские спорово-пыльцевые спектры в долине реки Арасан-Кабы содержат до 70% пыльцы ели и березы. Спектры августа характеризуются самым большим количеством выпавшей пыльцы травянистых растений: во всех высотно-растительных поясах пыльца древесных пород встречена единично.

Л.К. Поздняков (1975) отмечает, что дальность разлета пыльцы лиственницы даурской от границы леса не превышает 300–500 м. На северном склоне хребта Сайкан была уловлена пыльца лиственницы сибирской в 1,5–2 км от нижней границы леса, но в субрецентных пробах она, как и в лиственничнике (р. Кара-Каба), представлена единичными зёрнами. Локальный характер отражения в спектрах лесной растительности проявляется в следующем факте: на полянах, на отдельных участках склонов лесного пояса доля участия пыльцы травянистых значительно больше, чем под пологом леса, а иногда может превышать содержание пыльцы древесных пород (р. Арасан-Каба) (Чернова, Михайлов, 1986).

Спорово-пыльцевые спектры «воздушных» и поверхностных проб в условиях субальпийского и альпийского поясов формируются как за счет местной пыльцы, так и пыльцы, приносимой с прилегающих территорий, для которых характерно постоянное, но незначительное присутствие в спектрах пыльцы древесных пород из лесного нижележащего пояса. Сохранность пыльцы и спор в большинстве образцов хорошая. Посредственная и плохая сохранность пыльцы наблюдалась в поверхностных пробах в долинах рек Калпакпай и Арасан-Кабы на безлесных склонах. Деформированные недоразвитые формы пыльцы древесных пород в поверхностных пробах долин реки Арасан-Кабы и Кара-Кабы на границе лесного пояса могут свидетельствовать об угнетении деревьев на верхней границе леса, которая находится в экстремальных условиях (Чернова, Михайлов, 1986).

В исследовании В.И. Хомутовой, Г.М. Черновой (1998) рассмотрено формирование спорово-пыльцевых спектров Алтая в верховьях р. Белой Берели. В пределах лесного пояса гор Юго-Западного и Центрального Алтая количество пыльцы лесообразующих пород (ели, пихты, сосны сибирской) пропорционально степени

облесенности склонов. Пыльца сосны обыкновенной постоянно присутствует в спектрах, так как она дальнезаносная. Спорово-пыльцевые спектры в лиственничных лесах искажены из-за малой пыльцевой продуктивности, плохой сохранности и ограниченной дальности разноса пыльцы. В условиях альпийского и субальпийского поясов спорово-пыльцевые спектры формируются за счет местной пыльцы сосны обыкновенной и сосны сибирской, приносимой с прилегающих территорий и из нижележащего лесного пояса. Хорошо фиксируются ерники. Для района характерны малые масштабы перераспределения пыльцы растений воздушным путем.

Выявленные особенности рецентных и субрецентных спорово-пыльцевых спектров позволяют судить о том, что состав спорово-пыльцевого спектра в целом правильно отражает характер растительности данной местности. Каждому растительному поясу свойственны свои вполне определенные спорово-пыльцевые спектры (несколько варьирующие в зависимости от типа местообитания), довольно заметно отличающиеся от спектров других поясов как сочетаниями, так и количественными соотношениями своих компонентов.

Степень соответствия субрецентных спектров характеру современной растительности – теоретическая основа интерпретации ископаемых палиноспектров. Хотя субрецентные спектры отражают тип растительного покрова, но зависят от различных факторов: пыльцевое и споровое продуцирование растений, дальность рассеивания в воздухе пыльцы, перенос пыльцы и спор текучими водами, степень сохранности оболочки пыльцы и спор при их захоронении, возможно, переотложение пыльцевых зерен и спор. В настоящее время по горным территориям накоплен фактический материал, который помогает правильно решать вопросы интерпретации палинологических результатов. По Центральному Алтаю также проводились исследования субрецентных спорово-пыльцевых спектров В.И. Хомутовой, Г.М. Черновой (1998). И для получения новых и уточнения уже имеющихся данных нами были отобраны пробы в районе Южно-Чуйского хребта (средняя часть долины реки Аккол) (Ненашева, 2005). При обработке материала использованы описания элементов рельефа и геоботанические, выполненные нами. В настоящее время основу растительного покрова составляют альпийские луга и кустарники, горные степи, лиственничные леса (рис. 2.10–2.12).



Рис. 2.10. Южно-Чуйский хребет
(средняя часть долины реки Аккол)



Рис. 2.11. Южно-Чуйский хребет
(средняя часть долины реки Аккол)



Рис. 2.12. Южно-Чуйский хребет
(средняя часть долины реки Аккол)

Поверхностная проба № 1 отобрана на высоте 2200 м (рис. 2.13). Всего исследовано 226 пыльцевых зерен. Общий состав: древесные – 69,5%, травянистые – 25,2%, споровые – 5,3%. Среди пыльцы древесных преобладает пыльца *Salix* L. (28,7%), *Betula* L. sect. *Nanae* (21,7%), *Pinus sibirica* Du Tour (19,7%), *Larix sibirica* Ledeb. (19,1%), *Betula* L. sect. *Fruticosae* Rgl. (6,4%), *Picea* sp. (2,5%), *Abies sibirica* Ledeb. (0,6%), *Ericaceae* Juss. (0,6%), *Ephedra* L. (0,6%). Отмечена пыльца травянистых растений: *Chenopodiaceae* Vent (45,6%), *Gentiana* L. (8,8%), *Cyperaceae* Juss. (8,8%), *Valerianaceae* Batsch (8,8%), *Artemisia* L. (7,0%), *Asteraceae* Dumort. (5,3%), *Iridaceae* Juss. (3,5%), *Ranunculaceae* Juss. (3,5%). Споровые растения представлены таксонами *Polypodiaceae gen. indet.* (66,7%) и *Lycopodium sp. L.* (25%), *Bryales* (8,3%). В спектрах наблюдается значительное преобладание пыльцы древесных пород. Пыльца сосны, ели в спектре является заносной, так как на исследуемой территории виды данных родов не встречаются.

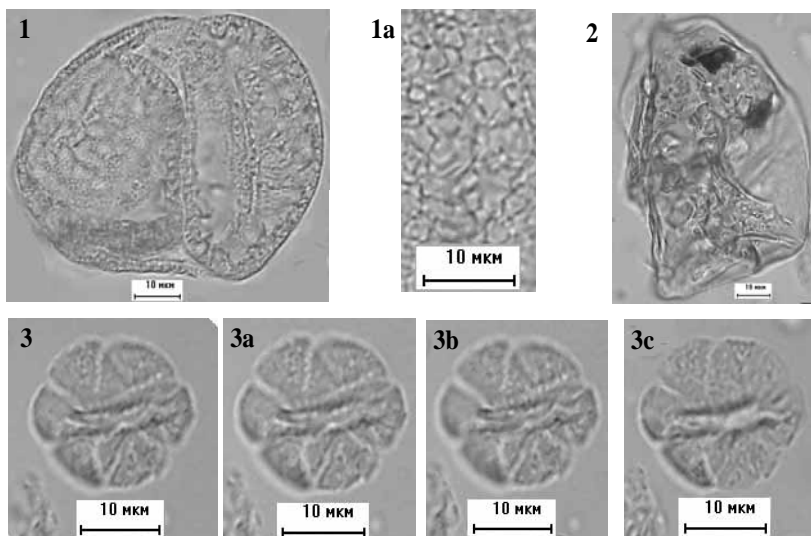


Рис. 2.13. Пыльцевые зерна представителей сем. *Pinaceae* Lindl., *Cyperaceae* Juss., *Rubiaceae* Juss., выделенные из поверхностной пробы № 1 на высоте 2700 м, отобранной на Южно-Чуйском хребте, в средней части долины р. Аккол (12.08.2003 г.): **1** – *Pinus sibirica* Du Tour; **1a** – фрагмент пыльцевого зерна; **2** – пыльцевое зерно представителя сем. *Cyperaceae* Juss.; **3, 3a, 3b, 3c** – *Galium* L. пыльцевое зерно, снятое на разных глубинах резкости микроскопа

Поверхностная проба № 2 отобрана на высоте 2480 м (рис. 2.14). Спорово-пыльцевой анализ дает следующий результат (всего подсчитано 329 зерен). Общий состав: древесные – 64,2%, травянистые – 34,3%, споровые – 1,5%. Среди пыльцы древесных преобладает пыльца *Betula* L. sect. *Nanae* (27%), *Larix sibirica* (26,5%), *Pinus sibirica* (21,8%), *Salix* (19,4%). Доля пыльцы *Betula* sect. *Fruticosae* (2,8%), *Caprifoliaceae* Juss. (1,4%), *Ericaceae* (0,9%), *Ephedra* L. (0,4%). Отмечена пыльца травянистых растений: сем. *Cyperaceae* (23,9%), *Chenopodiaceae* (23,9%), *Artemisia* (12,4%), *Rosaceae* Juss. (9,7%), *Ranunculaceae* (7,9%), *Polygonaceae* Juss. (4,4%), *Apiaceae* Lindl. (4,4%), *Liliaceae* Juss. (1,8%), *Iridaceae* (0,9%), *Gentiana* sp. (0,9%), *Asteraceae* Dumort (2,7%), *Caryophyllaceae* Juss. (0,9%), *Polemoniaceae* L. (0,9%), *Brassicaceae* Burnett (0,9%), *Typha* sp. (0,9%), *Chamerion* sp. (0,9%). Споровые растения представлены таксонами *Polypodiaceae* gen. indet. (80%) и *Lycopodium* sp. (20%).

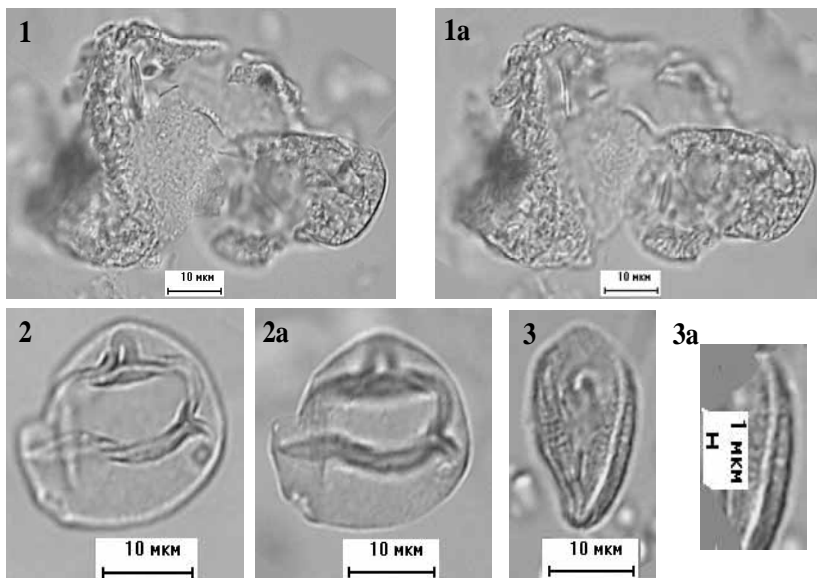


Рис. 2.14. Пыльцевые зерна, выделенные из поверхностной пробы № 2, отобранной на Южно-Чуйском хребте, в средней части долины р. Аккол (12.08.2003 г.):
1, 1a – *Cf. Pinus sibirica* Du Tour; **2, 2a** – *Betula cf. nana* L.;
3 – *Artemisia* sp.; **3a** – оптический срез экзины

Поверхностная проба № 3 отобрана на высоте 2620 м (рис. 2.15). Спорово-пыльцевой состав (всего подсчитано 303 зерна). Общий состав: древесные – 57,1%, травянистые – 41,9%, споровые – 1,0%. Среди пыльцы древесных преобладает пыльца *Betula sect nana* (34,3%), *Larix* (28,9%), *Pinus sibirica* (13,3%), *Salix* sp. (16,2%). Доля пыльцы *Betula sect. Fruticosae* (6,4%), *Ericaceae* (0,6%). Спектр травянистых растений состоит из семейств: *Chenopodiaceae* (22,8%), *Cyperaceae* (11,0%), *Artemisia* sp. (6,3%), *Rosaceae* (3,1%), *Poaceae* Barnhart (3,1%), *Iridaceae* (3,1%), *Fabaceae* Lindl. (1,6%), *Brassicaceae* (1,6%), *Polygonaceae* (0,8%), *Typha* sp. (0,8%), *Gentiana* sp. (0,8%), *Asteraceae* (0,8%), *Apiaceae* Lindl. (0,8%), *Ranunculaceae* (0,8%), *Valerianaceae* (0,8%). В спектре наблюдается увеличение роли травянистой растительности. Споровые растения представлены таксонами *Polypodiaceae* gen. indet. (66,7%) и *Lycopodium* sp. (33,3%).

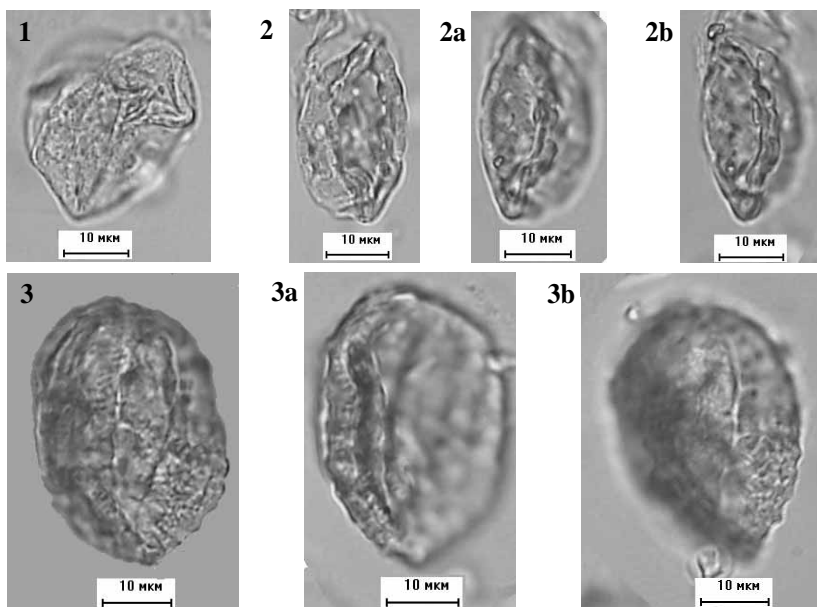


Рис. 2.15. Пыльцевые зерна, выделенные из поверхностной пробы № 3, отобранной на Южно-Чуйском хребте, в средней части долины р. Аккол (12.08.2003 г.): 1 – смятое пыльцевое зерно представителя сем. *Cyperaceae* Juss.; 2, 2а, 2b – смятое пыльцевое зерно представителя сем. *Chenopodiaceae* Vent., снятое на разных глубинах резкости микроскопа; 3, 3а, 3b – *Valeriana* sp. пыльцевое зерно, снятое на разных глубинах резкости микроскопа

Поверхностная проба № 4 отобрана на высоте 2700 м (рис. 2.16–2.17). Спорово-пыльцевой состав (всего подсчитано 318 зерен). Общий состав: древесные – 63,5%, травянистые – 33%, споровые – 3,5%. Из пыльцы древесных пород выделены пыльцевые зерна *Larix* sp. (33,2%), *Betula sect nana* (31,2%), *Salix* (16,3%), *Pinus sibirica* (10,4%). Доля пыльцы *Betula sect. Fruticosa* (7,4%), *Picea* (1%), *Ericaceae* (0,5%). Спектр травянистых растений составляют семейства: *Cyperaceae* (27,6%), *Chenopodiaceae* (22%), *Rosaceae* (11,4%), *Ranunculaceae* (6,7%). Незначительное содержание пыльцы *Artemisia* (2,0%), *Fabaceae* (2,8%), *Typha* sp. (1,9%), *Liliaceae* (1,3%), *Chamerion* sp. (0,9%), *Polemoniaceae* (0,9%), *Polygonaceae* (1,0%), *Iridaceae* (1,0%).

Споровые растения представлены таксонами *Polypodiaceae* gen. indet. (81,8%) и *Lycopodium* sp. (18,2%).

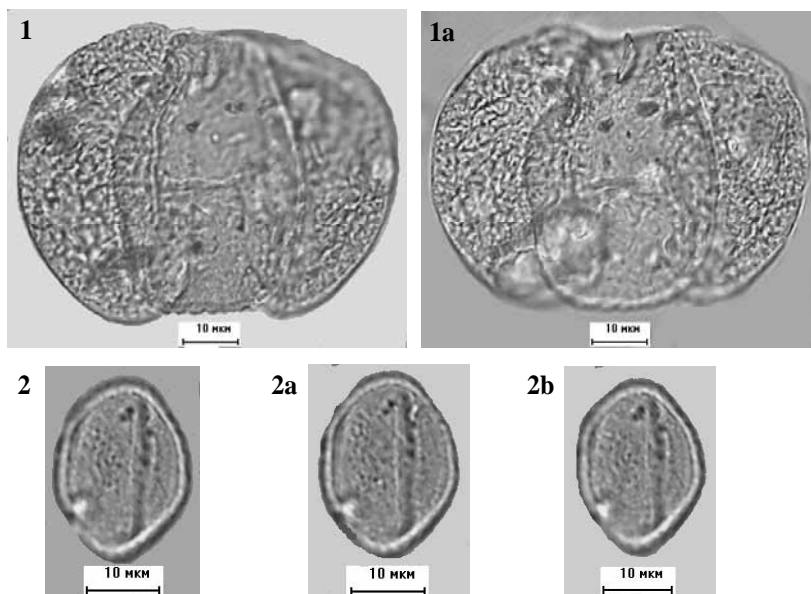


Рис. 2.16. Пыльцевые зерна представителей сем. *Pinaceae* Lindl., *Asteraceae* Dumort, выделенные из поверхностной пробы № 4 на высоте 2700 м, отобранной на Южно-Чуйском хребте, в средней части долины р. Аккол (12.08.2003 г.):
1, 1a – *Pinus sibirica* Du Tour. пыльцевое зерно, снятое на разных глубинах резкости микроскопа; **2, 2a, 2b** – *Artemisia* sp. пыльцевое зерно, снятое на разных глубинах резкости микроскопа

Проанализировав результаты исследования поверхностных проб, можно сделать следующие выводы (рис. 2.18–2.20):

- спорово-пыльцевые спектры поверхностных проб слагаются пылью, продуцируемой поблизости от места отбора и принесенной извне. Растительный покров наиболее полно нашел свое отражение в спорово-пыльцевых спектрах проб № 1, № 2. В спорово-пыльцевых спектрах доминирует пыльца древесных пород (69,5%; 64,2%), на втором месте – травянисто-кустарничковый комплекс (25,2%; 34,3%);

- спорово-пыльцевые спектры альпийских лугов складываются из пыльцы древесных пород, произрастающих вблизи от места отбора пробы, характеризуются ее высоким содержанием –

63.5%, присутствует заносная пыльца сосны (10,4–13,3%), ели (1%) и травянистой растительности (содержание в общем составе 33.0–41.9%); наши данные совпадают с результатами исследования В.И. Хомутовой, Г.М. Черновой (1998), проведенные на территории Центрального Алтая;

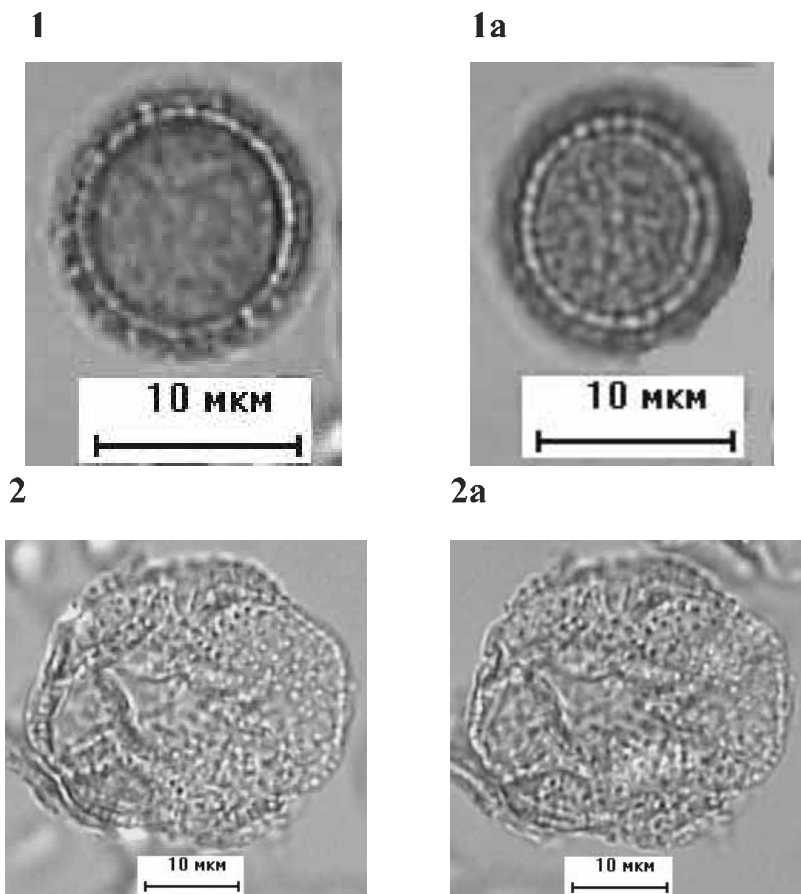


Рис. 2.17. Пыльцевые зерна представителей сем. *Pinaceae* Lindl., *Caryophyllaceae* Juss., выделенные из поверхностной пробы № 4 на высоте 2700 м, отобранной на Южно-Чуйском хребте, в средней части долины р. Аккол (12.08.2003 г.): **1, 1а** – *Caryophyllaceae* Juss. пыльцевое зерно, снятое на разных глубинах резкости микроскопа;

2, 2а – *Larix* Hill. пыльцевое зерно, снятое на разных глубинах резкости микроскопа

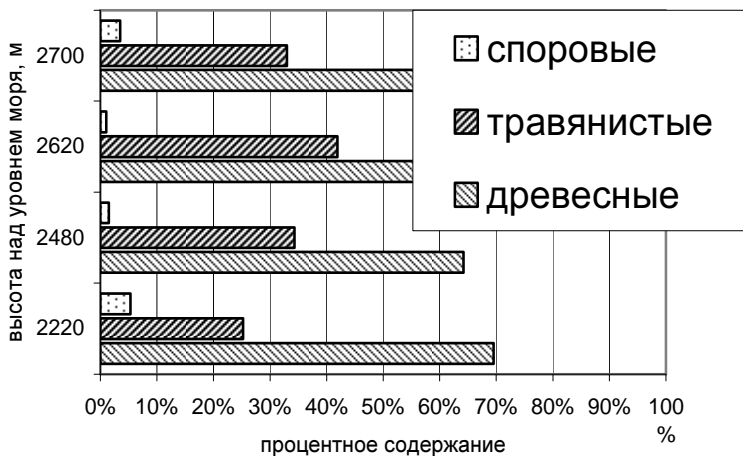


Рис. 2.18. Результаты исследования общего состава спорово-пыльцевых спектров поверхностных проб, взятых на Южно-Чуйском хребте, в средней части долины р. Аккол

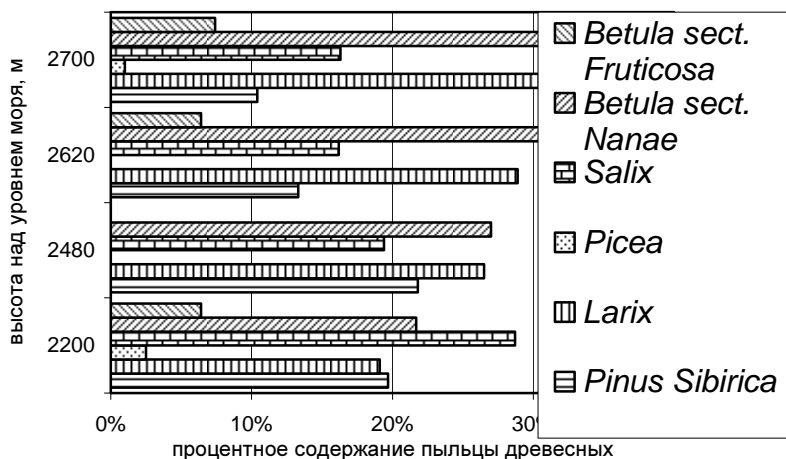


Рис. 2.19. Содержание пыльцы древесных в поверхностных спорово-пыльцевых спектрах, взятых на Южно-Чуйском хребте, в средней части долины р. Аккол

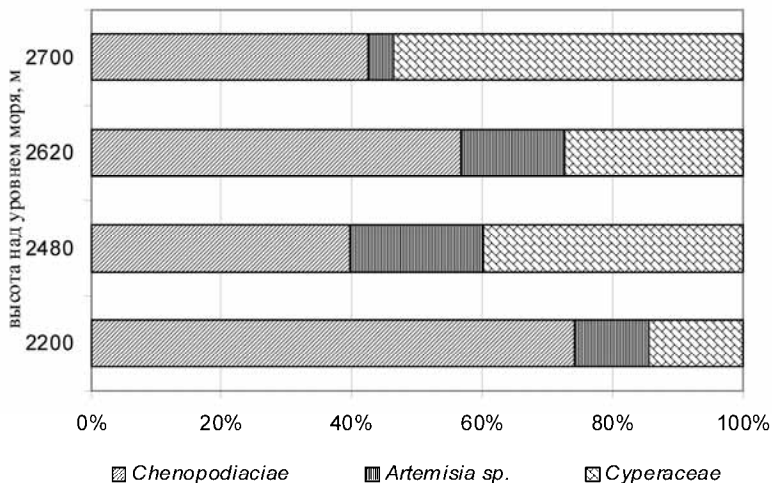


Рис. 2.20. Содержание пыльцы травянистых в поверхностных спорово-пыльцевых спектрах, взятых на Южно-Чуйском хребте, в средней части долины р. Аккол

– мы применили статистический метод обработки результатов исследования, что дало возможность выявить доминирующие таксоны и, учитывая факторы формирования спорово-пыльцевых спектров (пыльцевое и споровое продуцирование растений, дальность рассеивания в воздухе пыльцы, перенос пыльцы и спор текущими водами, степень сохранности оболочек пыльцы и спор при их захоронении), судить о характере растительности;

– результаты предшествующих исследований и наша работа свидетельствуют о том, что в целом рецентные и субрецентные спорово-пыльцевые спектры отражают особенности современного растительного покрова и климата, под воздействием которых происходило их формирование. Это положение послужило основой интерпретации полученных результатов.

Глава 3

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОТЛОЖЕНИЙ ГОЛОЦЕНОВОГО ВОЗРАСТА МЕЖГОРНЫХ КОТЛОВИН ЦЕНТРАЛЬНОГО АЛТАЯ

Голоцен соответствует крупным этапам: древний, ранний, средний и поздний, согласно схеме, предложенной и упрощенной М.И. Нейштадтом (1969), которая создавалась для территории Скандинавии, а позднее стала применяться и для других регионов. Древний голоцен соответствует позднеледниковью – это аллерёд и верхний дриас, ранний – предбореальному и бореальному, средний – атлантическому и суббореальному, поздний – субатлантическому периодам схемы Блитта - Сернандера. Благодаря радиоуглеродному методу произошло деление каждого периода голоцена на два-три интервала, каждый продолжительностью приблизительно в одну тысячу лет (Нейштадт, 1957, 1983; Nilsson, 1964; Хотинский, 1977, 1985, 1991). Для Северной Евразии выделены хронологические рубежи подразделений голоцена: предбореальный период – хронологическая граница определяется датами в 10300–10500 л. н., бореальный – 9000–9500 л. н., атлантический – 8000 л. н., суббореальный – 4500–5000 л. н., субатлантический – 2200–2500 л. н. (Хотинский, 1977).

Современные представления о хроноклиматографии позднеледникового и голоценового времени базируются на модифицированной схеме Блитта-Сернандера. В последние годы с помощью палинологического и радиоуглеродного методов на территории Западной Сибири проведены детальные исследования отложений голоценового возраста на примере более 100 разрезов. Выполнено более 2500 радиоуглеродных датировок (^{14}C) (Волкова, Букреева, Вотах и др., 1972; Панычев, 1979; Архипов, Астахов, Волков и др., 1980; Фирсова, Волкова, Левина и др., 1982; Климанов, Левина, Орлова, Панычев и др., 1987; Орлова, 1990; и др.).

Для территории Минусинской котловины Г.Ю. Ямских (1995, 2006), А.В. Гренадеровой (2005) проведено климатическое расчленение голоцена и выделены его хронологические рубежи, которые с некоторыми уточнениями и дополнениями совпадают со схемой Блитта – Сернандера, модернизированной Н.А. Хотинским (1969).

История развития растительности в голоцене Центрального Алтая рассматривается нами по схеме Блитта - Сернандера.

В горных районах изменения климата всегда связаны с динамикой высотно-растительных поясов, поскольку растительность наиболее чутко реагирует на эти изменения. В данном случае под динамикой мы понимаем не столько подъем и опускание поясов, сколько происходящие в результате этого процессы их сужения или расширения, а также изменения их качественной структуры, в частности, для лесов – изменения густоты древостоя и облесенности склонов внутри пояса. Особое внимание лесному поясу уделяется в связи с тем, что реконструкция растительности и климата, по результатам спорово-пыльцевого анализа голоценовых отложений Центрального Алтая, опирается, главным образом, на изучение изменений в составе палиноспектров содержания пыльцы древесных пород, так как степень участия пыльцы древесных пород в спектрах является важнейшим показателем увлажнения и похолодания климата (или наоборот). Принимая все это во внимание, перейдем к интерпретации спорово-пыльцевых диаграмм исследованных нами разрезов.

Нами проведена реконструкция хода развития растительности и климата в голоцене на территории межгорных котловин Центрального Алтая. Исследованы три разреза, вскрывших отложения голоценового возраста (Ненашева, Михайлов, 2003; Ненашева, 2006; Ненашева, Михайлов, 2006а; Ненашева, Михайлов, 2006б).

Безусловно, на сегодняшний день опорным разрезом голоцена по продолжительности и числу датированных слоев осадков, возможно, всего Алтая следовало бы считать «сводный» разрез урочища Ештыкколь (в котловине озера Джангысколь на высоте 1750 м между долинами рр. Актру и Маашей) (Бутвиловский и др., 1993; Бутвиловский, 1993). Нами также были предприняты попытки изучения голоценовых отложений на северном склоне Северо-Чуйского хребта как в районах традиционного изучения, так и по новым разрезам, в частности, западнее долины р. Маашей, в верховьях р. Ештыкколь (Шавлинской). В.П. Галаховым, В.А. Назаровым, Н.Ф. Харламовой (2005), В.А. Назаровым (2006) в районе Северо-Чуйского хребта в бассейне Актру были рассмотрены колебания ледников во второй половине голоцена. Результаты нашей работы уточняют представления о том, что происходило на территории исследования в интересующее нас время.

3.1. Описание спорово-пыльцевой диаграммы разреза в урочище Ештыкколь

В пределах северного склона Северо-Чуйского хребта, в верховьях правого притока р. Шавлы – р. Ештыкколь, в котловине на высоте 2240 м (рис. 3.1) был заложен шурф, вскрывший толщу бугра пучения в одной из небольших депрессий за пределами конечно-моренного комплекса, закрывающего вход в эту котловину. Толща сложена следующим образом:

	Мощность, м
1. Суглинок коричневый	0,00–0,05
2. Торф	0,05–1,55

Из указанного интервала (0,00–1,55 м) отобраны 32 образца для проведения палинологического анализа и два образца с глубин 1,3–1,2 м, 0,8–0,7 м для установления абсолютного возраста отложений с помощью радиоуглеродного метода.

Отбор образцов на спорово-пыльцевой анализ осуществлялся с интервалом в 5 см. Пыльца и споры, в основном хорошей сохранности, в большом количестве присутствуют во всех образцах разреза. На палинологической диаграмме выделено семь палинозон (рис. 3.2). Для изученного разреза в лаборатории геологии кайнозоя, палеоклиматологии и минералогических индикаторов климата СО РАН Л.А. Орловой получены две радиоуглеродных датировки: 5220 ± 70 л. н. (СОАН-6368), 4745 ± 80 л. н. (СОАН-6367).

Интервал 1,55–1,47 м. Состав спектров указывает на развитие березово-сосновой лесостепи с участием кедра и лиственницы. Ель и дуб распространялись по долинам рек. Среди травянистых растений преобладает пыльца осоковых (до 62%). Споровые – это *Bryales*, *Polypodiaceae* Bercht. & J. Presl и *Lycopodium* L. (соответственно 58, 32, 10%). Пониженные участки занимали осоковые группировки. В середине среднеатлантического времени климат теплый и влажный.

Интервал 1,47–1,33 м охватывает нижнюю часть сформировавшегося торфа. В общем составе спектров наблюдается превышение содержания пыльцы древесных растений над травянистыми (соответственно, 70 и 32%). Пыльца древесных таксонов представлена пыльцой сосны *Pinus* L. sect. *Diploxylon* (до 65%), *Pinus* L. sect. *Haploxyton* (20–25%), сосна сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour), входящая в подрод *Haploxyton*, сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), подрод *Diploxyton*, по данным А.Н. Сладкова (1967), *Larix* Hill. (5–15%), *Betula* sect. *Albae* L. (5%).



Рис. 3.1. Урочище Ештыкколь

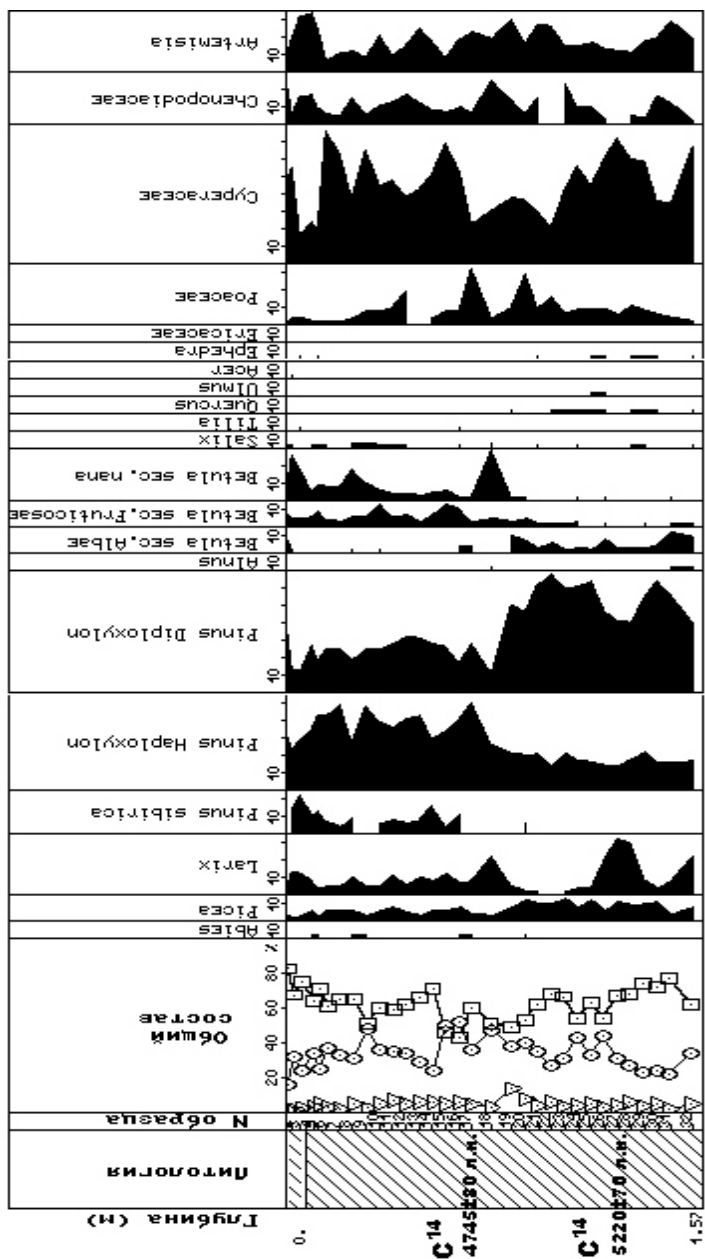
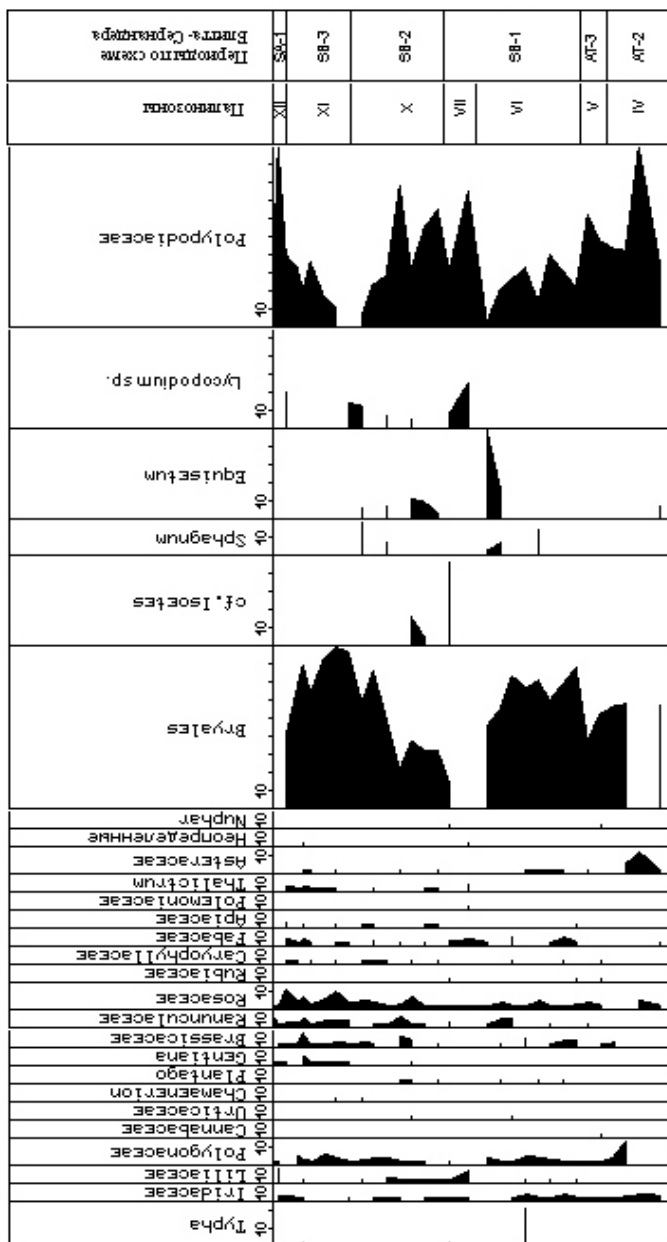


Рис. 3.2. Спорово-пыльцевая диаграмма отложений голоценового возраста по разрезу Ештыколь в верховьях правого притока р. Шавла



Продолжение рисунка 3.2.

Присутствуют пыльца *Picea* A. Dietr. (10%) и представитель широколиственных пород – *Quercus* L. (до 2%). На фоне господства пыльцы сосны в конце палинозоны появляется пыльца *Ephedra* L. (до 2%). Среди пыльцы травянистых растений наибольшее распространение получили пыльца осоки – *Cyperaceae* Juss. (около 40%), полыни (29%), маревых (от 18 до 8%). Идет увеличение пыльцы злаков – *Poaceae* Barnhart (до 10%). Споровая часть спектра по-прежнему представлена *Polypodiaceae gen. indet.* (70%) и *Bryales sp.* (30%).

Состав спектров указывает на развитие березово-сосновой лесостепи с участием кедра и лиственницы. Ель и дуб распространялись по долинам рек. Склоны возвышенностей занимала эфедра. В конце среднеатлантического времени климат теплый и переменновлажный.

Интервал 1,33–1,23 м. Отложения сформировались в *позднеатлантическое время* – 5220±70 л. н. (СОАН-6368) В спектрах на долю пыльцы приходится 75% древесных, содержание пыльцы травянистых составляет 23%. На долю спор приходится 2%. Среди пыльцы древесных основная роль принадлежит лиственнице *Larix sp.* (30%), *Pinus sect. Diploxylon* (до 40%), *Pinus. sect. Haploxyylon* (10–12%). Процент содержания пыльцы немного снижается у *Betula sect. Albae* (2%), одновременно появляется *Salix* L. (2%), остается таким же содержание пыльцы *Picea sp.* (до 10%) и *Quercus* L. (до 1%). Среди травянистых растений главная роль принадлежит пыльце семейства осоковых (72%). Злаки, полыни и разнотравье – по 10%. В споровой части преобладают таксоны *Polypodiaceae gen. indet.* (70%) и *Bryales sp.* (30%).

Накопление осадков этой части разреза происходило уже в холодных и влажных климатических условиях *позднеатлантического времени*. В это время березово-сосновая лесостепь уступала место лесам с лиственницей и кедром, происходило постепенное увеличение по долинам рек ели и снижение участия дуба. Увеличивались площади осоковых группировок.

Интервал 1,23–1,07 м. Кривые пыльцы древесных и травянистых сближены, но все же преобладают древесные породы (соответственно, около 60 и 40%). Среди древесных таксонов характерен рост содержания пыльцы для *Pinus sect. Diploxylon* (65%), *Picea sp.* (20%), а снижение – для *Betula sect. Albae* (10–5%), *Larix sp.* (5%). Остается неизменным количество *Pinus sect. Haploxyylon* (10–12%). Появляются представители широколиственных пород – *Acer* L.,

Ulmus L., *Quercus* L. (по 2%). Травянистые растения: *Cyperaceae* Juss. (50%), *Chenopodiaceae* Vent, *Artemisia* L. (около 20%), также выделяются представители *Iridaceae* Juss., *Brassicaceae* Burnett (по 5%), *Polygonaceae* R. Br. (4%), появляется *Asteraceae* Dumort (2%); единичны пыльцевые зерна *Apiaceae* Lindl., *Liliaceae* Juss., *Plantago* L. Среди споровых отмечен рост *Bryales* sp. (60%) и снижение *Polypodiaceae* gen. indet. (40%). Спорово-пыльцевые спектры отражают развитие березово-сосновой лесостепи с присутствием лиственницы, кедра. Пониженные пространства, склоны, долины рек заняты елью и широколиственными породами. Климат теплый и переменнo-влажный. Постепенно на территории уменьшалось увлажнение, и в интервале **1,07–0,97 м** в спектрах зафиксировано увеличение содержания пыльцы *Pinus* sect. *Diploxylon* (до 70%). Рост пыльцы *Picea* sp. (20%), *Betula* sect. *Albae* (до 15%). В спектрах из широколиственных пород представлена пыльца только *Quercus* sp. (до 2%). По-прежнему содержание *Pinus* sect. *Haploxyylon* составляет около 12%. Среди травянистой растительности преобладает разнотравье (43%). Оно характеризуется семействами: лилейные (5%), касатиковые (ирисовые) (4%), капустные (4%), сложноцветные (1%). В спектрах также присутствует *Cyperaceae* gen. indet. (до 30%), *Artemisia* sp. (23%), *Chenopodiaceae* gen. indet. (20%), *Poaceae* gen. indet. (10%). Появляется в спектрах *Typha* L. (20%). Споровые: снижение *Bryales* sp. (60%), рост *Polypodiaceae* gen. indet. (40%).

Спектры характеризуют отложения, сформировавшиеся в начале раннесуббореального времени. Климат по-прежнему теплый, но менее влажный. Вероятно, максимум положительных температур приходился на это время. Растительность представлена березово-сосновыми лесами с участием ели и дуба по долинам рек, началось постепенное замещение дуба елью. Вокруг сформировавшегося водоема произрастали осоки, рогоз.

Интервал 0,97–0,83 м. Отличительной особенностью спорово-пыльцевых спектров является значительное увеличение содержания споровых (с 5 до 18%), незначительным увеличением содержания пыльцы травянистых (до 35%) и снижением количества пыльцы древесных (47%). Среди древесных растений по-прежнему наблюдается пыльца *Picea* sp. (20%), увеличивается процент содержания пыльцы *Pinus* sect. *Haploxyylon* (до 20%), *Larix* sp. (до 10%), *Betula* sect. *Nanae* L. (до 20%), незначительный рост количе-

ства пыльцы *Betula* sect. *Albae* (до 10%). Снижение содержания пыльцы *Pinus* sect. *Diploxylon* (до 52%). Кустарничково-травянистая растительность характеризуется появлением пыльцы *Ephedra* L. (1%), увеличением пыльцы содержания осоковых (до 38%), полыни (35%), разнотравья (35%). Споровые растения представлены таксонами: *Bryales* sp. (до 50%) – снижение, *Polypodiaceae* gen. indet. (40–50%), появление *Sphagnum* sp. (10%). Начинается постепенное похолодание, относящееся к концу раннесуббореального времени. Климат переменного-влажный, идет заболачивание водоемов. На территории распространялись березово-сосновые сообщества с кедром и лиственницей. В составе растительности речных долин увеличивалась роль ели.

Интервал 0,83–0,67 м. Отложения сформировались в (4745±80 л. н. (СОАН-6367)). Кривые пыльцы древесных и травянистых пород сближены. Отличительной особенностью спорово-пыльцевых спектров является увеличение количества пыльцы *Pinus* sect. *Haploxylon* (до 50%), *Larix* sp. (20%) и появление *Betula* sect. *Nanae* (30%). Снижение содержания пыльцы *Pinus* sect. *Diploxylon* (до 25%). Среди травянистой растительности преобладает пыльца злаков (39%), полыни (22%), рост разнотравья (до 32%) (рис. 3.3–3.5).

Снижение количества пыльцы маревых (до 7%), осоковых (до 22%). Разнотравье представлено *Brassicaceae* gen. indet. (8%), *Fabaceae* Lindl. (6%), *Iridaceae* gen. indet., *Rosaceae* Juss. (соответственно по 4%). До 1% пыльцевых зерен у таксонов *Thalictrum* L., *Typha*, *Apiaceae* Lindl., *Polemoniaceae* Juss., *Polygonaceae* gen. indet. Споровые – *Polypodiaceae* gen. indet. (80%), *Lycopodium* sp. (20%).

Продолжалось формирование лесов из лиственницы и кедра, начиналось распространение березы кустарничковой и березы кустарничковой и осоково-полынно-разнотравно-злаковых группировки, что обусловлено холодным и переменного-влажным климатом в конце раннесуббореального времени.

Интервал 0,67–0,57 м. Спорово-пыльцевые спектры отличаются значительным увеличением содержания пыльцы травянистых растений (52%), где преобладает пыльца осок (около 70%), выделяются полынь (20%), злаки, маревые, разнотравье (соответственно по 10%): *Apiaceae* gen. indet., *Iridaceae* gen. indet., *Liliaceae* Juss., *Thalictrum* L. (соответственно, по 5%); *Asteraceae* Dumort., *Fabaceae* Lindl., *Rubiaceae* Juss., *Gentiana* L., *Plantago* L. (соответ-

ственно до 1%). В общем составе на долю древесных приходится 44%, причем основная роль принадлежит *Pinus* sect. *Haploxyton* (до 50%), *Pinus* sect. *Diploxylon* (25%), *Larix* sp. (около 15%), рост *Betula* sect. *Fruticosa* Pall. (до 12%) (рис. 3.6, 3.7). В спектрах встречается пыльца *Salix* L. (до 1%), *Juniperus* L. (до 1%), *Abies* Mill (0,4%).

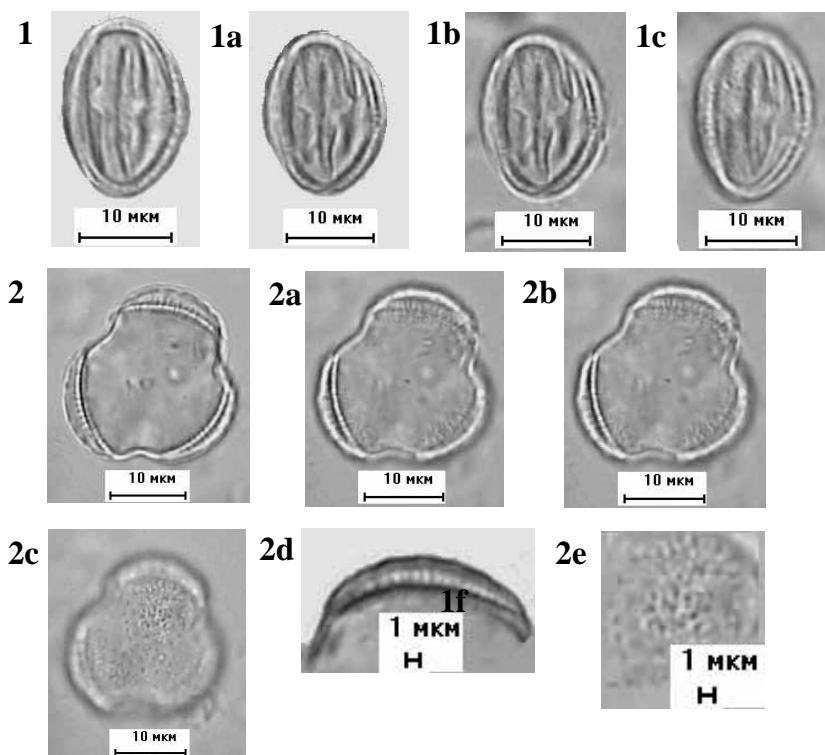


Рис. 3.3. Пыльцевые зерна представителей сем. *Asteraceae* Dumort, выделенные из отложений высокогорий Алтая голоценового возраста (оз. Ештыкколь, глубина 65–70 см): **1, 1a, 1b, 1c** – *Artemisia* sp.

Пыльцевое зерно, снятое на разных глубинах резкости микроскопа в дистальном и проксимальном положении; **2, 2a, 2b, 2c** – *Artemisia* sp.

Пыльцевое зерно, снятое на разных глубинах резкости микроскопа в дистальном и проксимальном положении; **2d, 2e** – фрагмент пыльцевого зерна

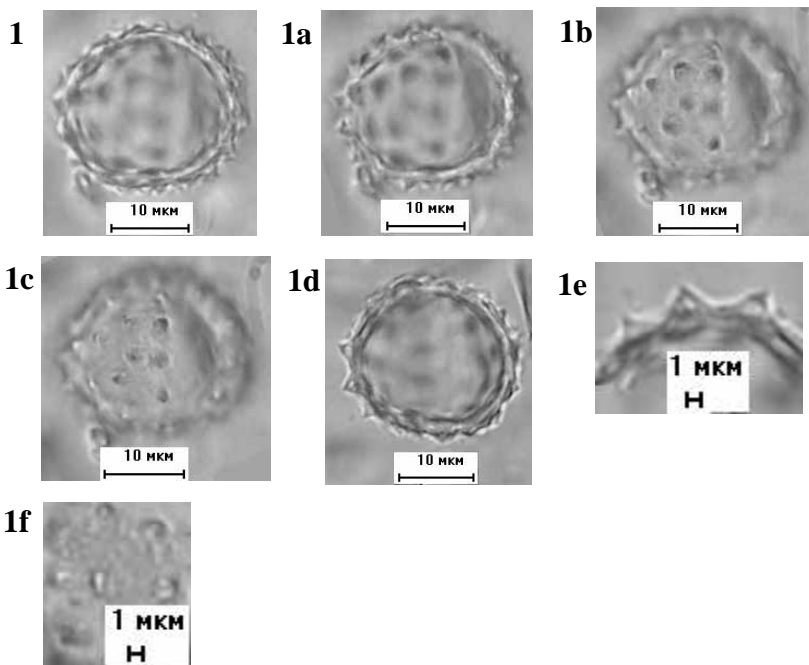


Рис. 3.4. Пыльцевые зерна представителей сем. *Asteraceae* Dumort, выделенные из отложений высокогорий Алтая голоценового возраста (оз. Ештыкколь, глубина 65–70 см):
1, 1a, 1b, 1c, 1d – *Asteraceae* Dumort. Пыльцевое зерно, снятое на разных глубинах резкости микроскопа;
1e, 1f – фрагмент пыльцевого зерна

Споровая часть характеризуется появлением *Equisetum* L. (10%), *Isoetes* L. (до 10%). По-прежнему присутствуют таксоны *Polypodiaceae gen. indet.* (до 60%), заметен рост спор *Bryales sp.* (до 30%).

Начало среднесуббореального времени отличается прохладным и влажным климатом. На территории распространялось мезофильное разнотравье, развивались леса с кедром и лиственницей с участием ели и пихты. С нарастанием увлажненности климата увеличиваются площади осоковых болот и березы кустарничковой.

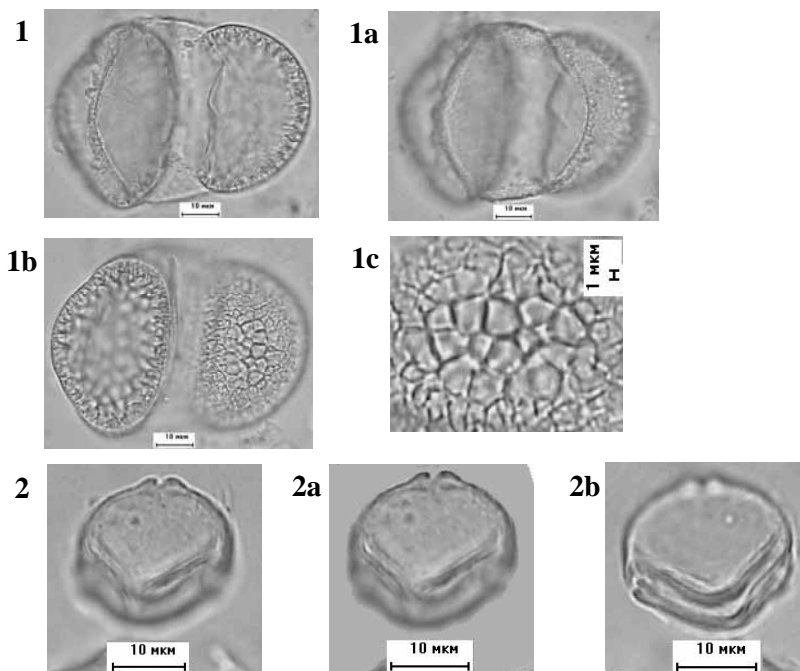


Рис. 3.5. Пыльцевые зерна представителей сем. *Pinaceae* Lindl. и сем. *Betulaceae* S.F. Gray, выделенные из отложений высокогорий Алтая голоценового возраста (оз. Ештыкколь, глубина 65–70 см): **1, 1a, 1b** – *Pinus sibirica* Du Tour. Пыльцевое зерно, снятое на разных глубинах резкости микроскопа; **1c** – фрагмент того же пыльцевого зерна; **2, 2a, 2b** – *Betula cf. nana* L. Пыльцевое зерно, снятое на разных глубинах резкости микроскопа

Интервал 0,57–0,27 м. В общем составе спектров основная роль принадлежит *Pinus* sect. *Haploxylon* (до 50%), *Pinus sibirica* Du Tour (15%), *Pinus* sect. *Diploxylon* (около 20%). Также древесные представлены таксонами *Larix sp.* (10–12%), *Picea sp.* (8–9%), *Betula* sect. *Nanae* (около 10%), *Betula* sect. *Fruticosa* (5%), *Salix sp.* (4–5%). Встречаются пыльцевые зерна пихты (0,8%). Среди пыльцы травянистых растений ведущее положение отводится пыльце осоковых (около 60%) и разнотравью (около 30%). Среди споровых основная роль принадлежит *Bryales* (до 80%), встречается *Equisetum sp.* (около 10%).

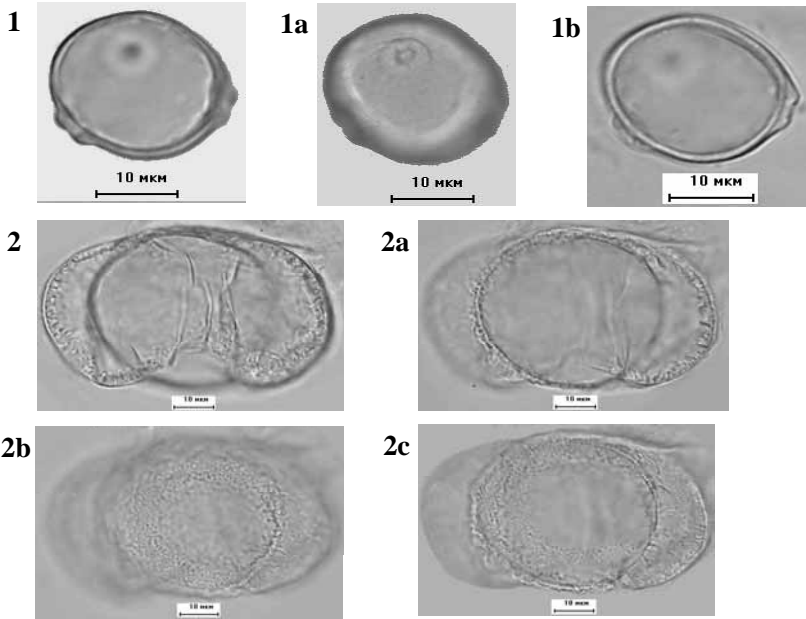


Рис. 3.6. Пыльцевые зерна представителей сем. *Betulaceae* S.F. Gray, *Pinaceae* Lindl., выделенные из отложений высокогорий Алтая голоценового возраста (оз. Ештыкколь, глубина 65–70 см): **1, 1a, 1b** – *Betula* sect. cf. *Fruticosa* Pall.; **2, 2a, 2b, 2c** – *Pinus sibirica* Du Tour. Пыльцевое зерно, снятое на разных глубинах резкости микроскопа

Период характеризует отложения, сформировавшиеся в конце среднесуббореального периода. Климат холодный и переменновлажный. Происходило развитие лесостепи с березой кустарничковой и карликовой. В составе растительности увеличивалась роль кедра, лиственницы с участием ели и пихты. А остепненные участки занимали осоковые группировки.

Интервал 0,27–0,17 м. В общем составе спектров главная роль принадлежит пыльце древесных пород *Pinus* sect. *Haploxyton* (48%), *Pinus* sect. *Diploxolon* (25%), *Larix* sp. (около 12%), *Picea* sp. (9%), *Betula* sect. *Nanae* (до 18%). Снижение содержания пыльцы таксонов *Betula* sect. *Fruticosa* (до 3%), присутствует пыльца *Abies* sp. (0,9%). В спорово-пыльцевых спектрах травянистых растений содержится 32–33%. Ведущее положение занимают осоки (увели-

чение от 40 до 80%). Процент разнотравья убывает до 20%. Разнотравье представлено таксонами *Rosaceae gen. indet.* (до 15%), *Polygonaceae gen. indet.* (9%), *Ranunculaceae Juss.* (7%), *Fabaceae Lindl.* (4%), *Brassicaceae Burnett* (3%), *Thalictrum L.* (4%), *Gentiana sp.* (2%). По-прежнему присутствуют споры *Polypodiaceae gen. indet.* (70%), *Bryales sp.* (30%).

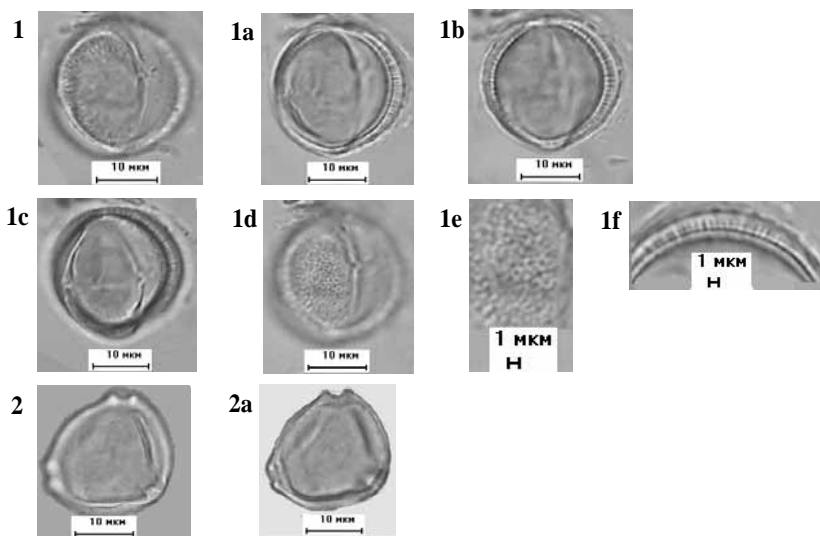


Рис. 3.7. Пыльцевые зерна представителей сем. *Betulaceae* S.F. Gray и *Asteraceae* Dumort, выделенные из отложений высокогорий Алтая голоценового возраста (оз. Ештыкколь, глубина 65–70 см):

1, 1a, 1b, 1c, 1d – *Artemisia sp.*; **1e, 1f** – фрагмент того же пыльцевого зерна; **2, 2a** – *Betula cf. nana* L.

Состав флоры указывает на развитие лесов с кедром, лиственницей с участием ели в начале позднесуббореального времени. Наблюдается распространение на территории березы кустарниковой и березы кустарничковой; господство осок. Климат холодный и влажный.

Интервал 0,17–0,027 м. Отличительной особенностью спорово-пыльцевых спектров является увеличение пыльцы древесных пород (около 67%), на долю травянисто-кустарничковой растительности приходится 32% от общего состава. Среди древесной

растительности главная роль принадлежит пыльце *Betula* sect. *Nanae* (до 25%), *Pinus sibirica* (25%), *Pinus* sect. *Diploxylon* (до 20%), *Larix* sp. (около 12%). Присутствует пыльца *Betula* sect. *Fruticosa* (9%), *Picea* (6%), незначительный процент приходится на *Betula* sect. *Albae* (4%) и *Abies* sp. (1%). Ведущую роль в спектрах травянистых растений играет пыльца разнотравья (32–40%), в частности, полыни (30%), маревых (12%). Разнотравье представлено таксонами: *Caryophyllaceae* Juss., *Iridaceae*, *Fabaceae*, *Brassicaceae*, *Ranunculaceae* (*Thalictrum* L.), *Rosaceae*. Споровые: единичное появление в спектре спор *Lycopodium* sp. (20%), рост *Polypodiaceae* gen. indet. (до 80%) и снижение содержания спор *Bryales* sp. (20%).

Конец позднесуббореального времени характеризуется прохладным и переменнно-влажным климатом. Спектры отражают преобладание лесов с кедром, лиственницей с незначительным участием ели и пихты по долинам рек. Наблюдалось распространение березы кустарниковой и березы кустарничковой.

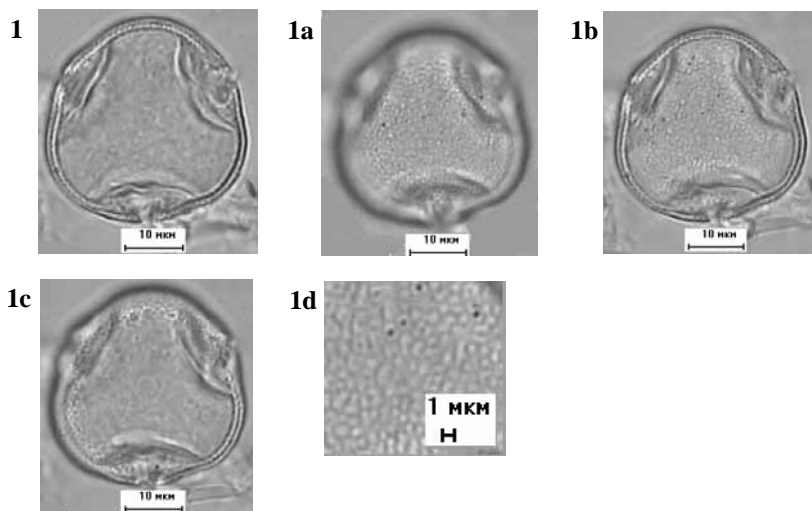


Рис. 3.8. Пыльцевое зерно *Tilia* sp., выделенное из отложений высокогорий Алтая голоценового возраста (оз. Ештыкколь, глубина 0–2 см): **1, 1a, 1b, 1c** – пыльцевое зерно, снятое на разных глубинах резкости микроскопа; **1d** – фрагмент пыльцевого зерна

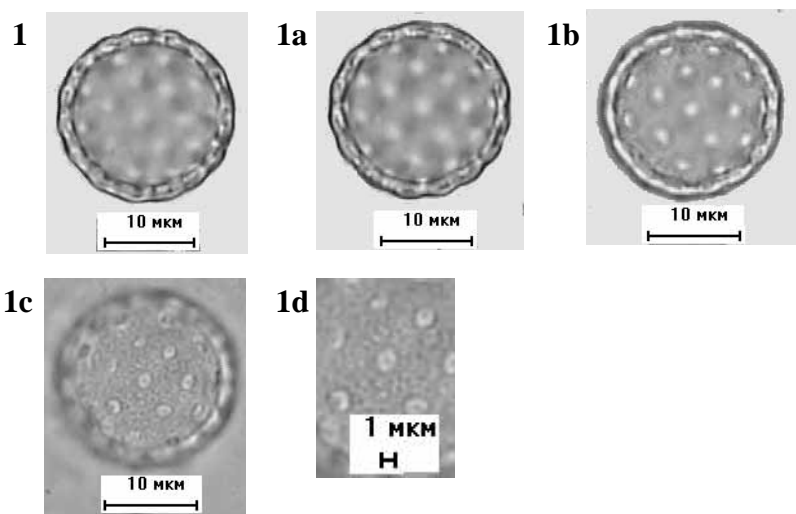


Рис. 3.9. Пыльцевые зерна сем. *Chenopodiaceae* Vent., выделенные из отложений высокогорий Алтая голоценового возраста (оз. Ештыкколь, глубина 0–2 см): **1, 1a, 1b, 1c, 1d** – *Chenopodiaceae* Vent. Пыльцевые зерна, снятые на разных глубинах резкости микроскопа; **1e, 1f** – фрагмент пыльцевого зерна

Интервал 0,027-0,00 м. В общем составе спорово-пыльцевых спектрах преобладает пыльца древесных пород (до 80%), в основном эта пыльца *Pinus* sect. *Haploxylon* (39%), *Pinus* sect. *Diploxylon* (32%). Среди пыльцы древесных таксонов к концу палинозоны прослеживается снижение *Larix* sp. (2%), *Betula* sect. *Albae* (9%), *Betula* sect. *Fruticosa* (7%) и *Betula* sect. *Nanae* (4%). Появляется пыльца *Salix* (3%). Пыльца широколиственных пород представлена единичными пыльцевыми зёрнами липы (рис. 3.8).

Травянистые растения: *Liliaceae* gen. indet. (10%), *Ranunculaceae* gen. indet. (9%), *Iridaceae* gen. indet. (3%) и *Brassicaceae* gen. indet., *Polygonaceae* gen. indet., *Rosaceae* gen. indet., *Gentiana* sp. (соответственно, по 2%). Увеличение пыльцы осоковых (до 50–45%), маревых (до 32%) (рис. 3.9), незначительный рост злаковых (до 9%). Споры представлены *Bryales* sp. (25%), *Lycopodium* sp. (40–50%). К концу палинозоны содержание спор *Polypodiaceae* gen. indet. падает до 20%.

Начало раннесубатлантического времени характеризуется более теплым по сравнению с современным переменным-влажным климатом. На территории произрастала березово-сосновая лесостепь с участием кедра и лиственницы. Встречались небольшие группировки из липы. Распространялись марево-осоковые группировки с широким спектром разнотравья.

3.2. Описание спорово-пыльцевой диаграммы разреза Джангысколь (урочище Ештыкколь)

Достаточно известное урочище Ештыкколь располагается в центральной части северного склона Северо-Чуйского хребта в котловине, которую в научной литературе называют то Ештыккольской, то Джангыскольской (по одноименному озеру).

На одном из бугров пучения в восточной части озерной котловины на высоте 1770 м была вскрыта толща озерно-болотных осадков мощностью 4 м, имеющая следующее строение:

	Мощность, м
1. Суглинок-супесь	0,00–0,10
2. Супесь-суглинок	0,10–0,20
3. Суглинок	0,20–4,00

На палинологический анализ были отобраны 17 образцов. Отбор осуществлялся с целью предварительного опробования, поэтому образцы отбирались через 20 см, что позволяет уточнить уже известные данные. Различный состав и содержание пыльцы древесных пород и трав позволили выделить на спорово-пыльцевой диаграмме шесть палинозон, отражающих изменение растительности и условий накопления исследуемой толщи.

Для установления абсолютного возраста отложений с помощью радиоуглеродного метода получены две радиоуглеродные датировки: 3200±250 л. н. (ЛУ-1801) на глубине 1,10–1,20 м; 7070±170 л. н. (ЛУ-1804А) на глубине 1,65–1,70 м.

Интервал 4,00—2,73 м. охватывает нижнюю часть изучаемого разреза. В общем составе спектров кривые пыльцы древесных и травянистых практически сближены, но тем не менее наблюдается некоторое процентное превышение содержания пыльцы древесных над травянистыми (соответственно 49 и 41%), значительно содержание пыльцы споровых (10%). Пыльца древесных таксонов представлена *Picea* A. Dietr. (до 65%), *Pinus* L. sect. *Diploxylon* (до

32%), *Pinus* L. sect. *Haploxyton* (до 7%), *Abies* Hill. (до 2%), *Betula* sect. *Albae* L. (до 7%), *Betula* sect. *Fruticosa* Pall. (до 6%), *Betula* sect. *Nanae* (до 5%), *Ephedra* L. (3%), *Caprifoliaceae* Juss. (до 1%). Среди пыльцы травянистых растений наибольшее распространение получили *Artemisia* L. (около 80%), *Chenopodiaceae* Vent (от 19 до 12%), *Cyperaceae* Juss. (от 16 до 12%), *Poaceae* Barnhart (5–10%). Также выделяются представители *Polygonaceae* R. Br. (до 2%), *Asteraceae* Dumort (до 2%), единичные пыльцевые зерна *Brassicaceae* Burnett, *Rosaceae* Juss., *Caryophyllaceae* gen. indet., *Apiaceae* Lindl. Споровая часть спектра представлена *Bryales* (до 80%), *Polypodiaceae* Bercht. & J. Presl (до 33%), *Lycopodium* sp. (12,5%), *Sphagnum* sp. (около 2%).

Палиноспектры формировались в позднебореальное время. Период времени характеризуется некоторым увлажнением климата. В долине распространялись пихтово-еловые леса, березово-сосновые, на верхней границе леса произрастал кедр, эфедра, береза кустарниковая и кустарничковая. В понижениях образовывались сфагновые болота, их окружали осоковые группировки. Постепенно происходило уменьшение общей увлажненности, увеличивались площади открытых пространств, активизировались полынные и маревые, злаково-разнотравные группировки. Позднебореальное время характеризуется прохладным и переменновлажным климатом.

Интервал 2,73–2,00 м. В спорово-пыльцевых спектрах значительно увеличивается роль споровых растений (до 10%), снижается участие пыльцы травянистых растений (до 19%) и увеличивается содержание пыльцы древесных пород (до 71%). Таксономический состав древесных пород остается прежним, но зафиксирована смена доминирующих пород: снижение содержания в спектрах пыльцы *Picea* sp. (35%), исчезновение в середине палинозоны пыльцы *Betula* sect. *Albae*, а также и *Betula* sect. *Nanae*, уменьшение содержания *Betula* sect. *Fruticosa* (от 5 до 2%). Увеличение пыльцы содержания пыльцы древесных пород: *Pinus* sect. *Diploxylon* (48%), *Pinus* sect. *Haploxyton* (до 17%), *Abies* sp. (до 4%). Кустарниковая растительность – *Ephedra* L. (до 8%), *Caprifoliaceae* gen. indet. (до 1%). Спектры травянистых растений характеризуются увеличением участия пыльцы злаков (до 20%), осоковых (10%); сокращением количества пыльцы маревых (до 10%) и полыни (с 70 до 20%). Разнотравье представлено единичными пыльцевыми зернами гречишных, крестоцветных, бобовых, гераниевых.

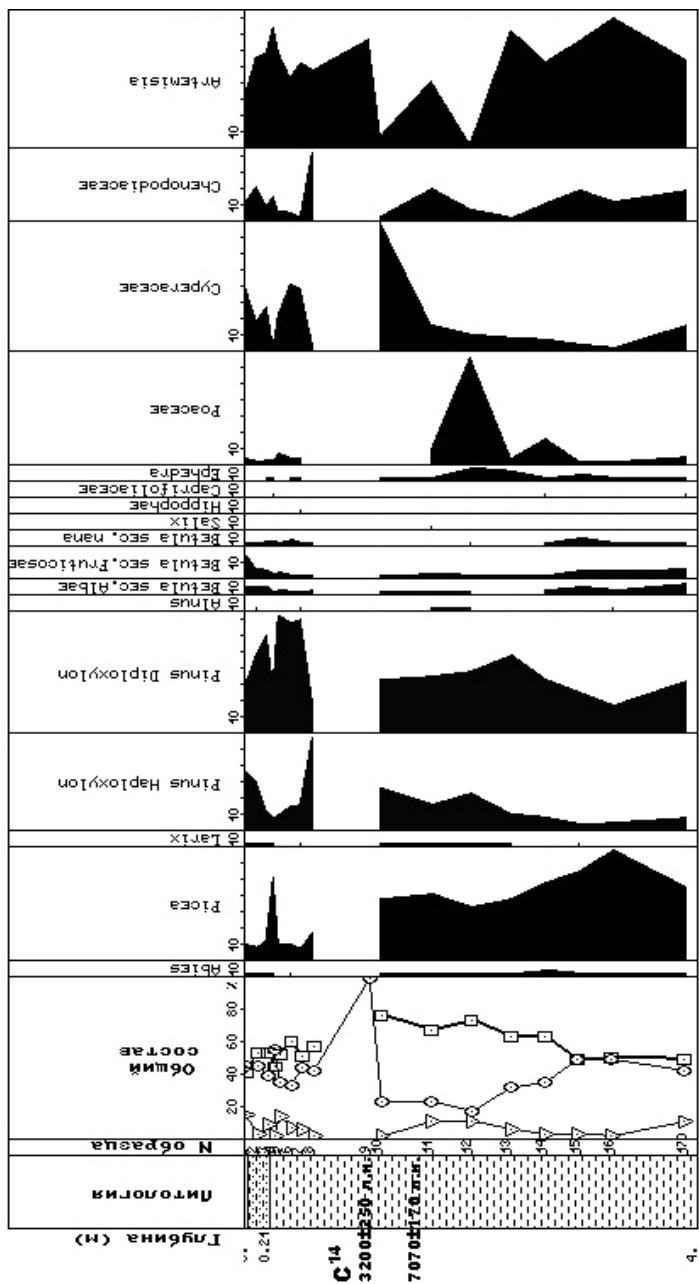
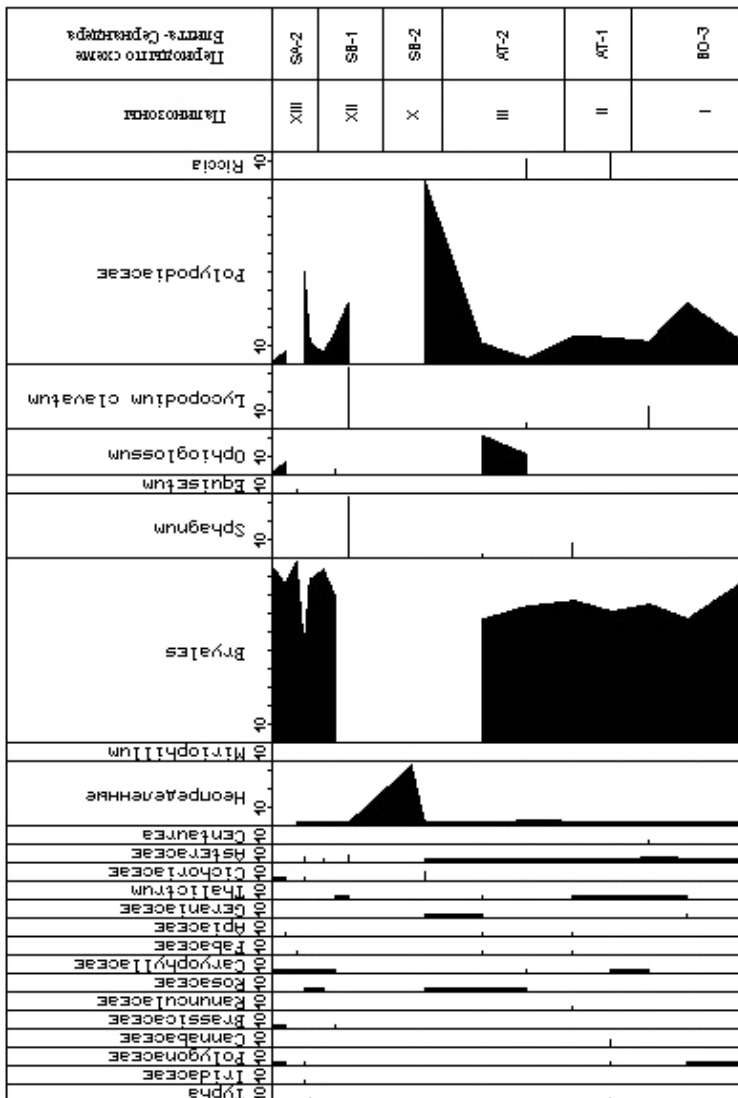


Рис. 3.10. Спорово-пыльцевая диаграмма отложений голоценового возраста по разрезу Джангысколь в пределах северного склона урочища Ештыкколь



Продолжение рисунка 3.10

В спектрах по-прежнему присутствуют пыльцевые зерна цикориевых и сложноцветных (соответственно, до 2%). Появляется в спектрах рогоз, но его содержание единично. Таксономический состав спорных увеличивается – это *Bryales sp.* (до 73%),

Polypodiaceae gen. indet. (15–3%), *Ophioglossum* (до 10%), *Lycopodium sp.* (3%), *Sphagnum sp.* (до 8%), *Riccia sp.* (14–10%).

Палиноспектры формировались в *раннеатлантическое время*, климат теплый и перемененно-влажный. На территории развивались леса с елью, сосной, пихтой. На верхней границе произрастал кедр. Открытые пространства по-прежнему занимают маревые и полынные группировки, хотя их площади незначительно уменьшались, одновременно увеличивались злаково-разнотравные группировки.

Интервал 2,00–1,23 м. Отложения сформировались в *начале среднеатлантического времени*. На глубине 1,65–1,70 взяты пробы для установления абсолютного возраста отложений с помощью радиоуглеродного метода, исследуемый образец датируется 7070 ± 170 л. н. (ЛУ-1804А). В спектрах зафиксировано преобладание пыльцы древесных пород (около 75%). Кривые пыльцы травянистых растений и споровых сближены (соответственно, около 15 и 10%). Группа древесных представителей характеризуется ростом количества пыльцы *Picea sp.* (41%), *Pinus sect. Haploxyton* (до 30%), *Betula sect. Albae* (2%), *Betula sect. Fruticosa* (до 3%) и появлением пыльцы *Larix Mill.* (2%), *Alnus sp.* (до 1%), *Salix L.* (до 1%). Уменьшается участие в спектрах пыльцы *Pinus sect. Diploxylon* (32%). Содержание пыльцы эфедры снижается с 8 до 1%. Спектры травянистых растений характеризуются увеличением участия пыльцы осок (80%), злаков (до 70%), маревых (23%), сокращением количества пыльцы полыни (с 30 до 10%). Разнотравье также представлено розоцветными, гераниевыми, сложноцветными (соответственно, до 2%), единичные пыльцевые зерна – бобовые, зонтичные и василистник. Среди споровых выделяется семейство многожковые (около 90%), плауны (до 20%), сфагнум (около 10%).

Для этого времени характерен лесной тип растительности. Состав спектров указывает на развитие лесов лиственнично-кедровых, еловых с участием пихты, сокращением площадей березово-сосновых лесов. Возрастала роль осок, появлялись ивы. Климат прохладный и влажный, происходила смена озерного режима на болотный.

Интервал 1,23–0,62 м. Спорово-пыльцевые спектры палинозоны содержат большое количество минерализированных частиц. Определены лишь единичные пыльцевые зерна полыни, скорее всего, в это время начались изменения условий обитания. На глубине 1,10–1,20 м взяты пробы для установления абсолютного возраста отложений с помощью радиоуглеродного метода. Исследуе-

мый образец датируется РУ 3200±250 л. н. (ЛУ-1801) и относится к *среднесуббореальному времени*.

Интервал 0,62–0,32 м. В общем составе ведущая роль принадлежит пыльце древесных (до 60%), на долю травянистых и споровых приходится, соответственно, около 33 и 7%. Среди древесных таксонов увеличивается содержание пыльцы *Pinus* sect. *Diploxolon* (до 80%), *Betula* sect. *Albae* (около 2%), *Betula* sect. *Fruticosa* (около 2%), *Betula* sect. *Nanae* (около 3%). Снижается *Picea* sp. (до 20%), *Pinus* sect. *Haploxylon* (до 17%), невысокий процент приходится на пыльцу деревьев и кустарников: пихта, лиственница, ольха, эфедра (соответственно, около 2%). Появляется пыльца облепихи (до 1%). К концу палинозоны наблюдается рост количества пыльцы осоковых (до 40%), злаковых (4%), в то же время падение содержания пыльцы маревых (с 40 до 5%). Содержание пыльцы полыни колеблется в пределах 50%. Единичными пыльцевыми зёрнами представлена пыльца крестоцветных, сложноцветных и около 2% – пыльца розоцветных, гвоздичных. Споровые: рост *Bryales* sp. (до 90%), уменьшение к концу палинозоны *Polypodiaceae* gen. indet. (с 30 до 6%), *Lycopodium* sp. (33%), *Sphagnum* sp. (33%), появляется *Ophioglossum* sp. (3%).

Спектры *начала субатлантического времени* отражают лесостепную растительность, состав флоры указывает на развитие еловых лесов с примесью кедра, но их площади сокращались под влиянием сосново-березовых лесов, получала распространение береза кустарничковая и береза карликовая, встречалась облепиха, эфедра. Открытые пространства занимали полынно-маревые, злаково-разнотравные группировки. Климат характеризуется как теплый и переменно-влажный, образовались водоемы, в спектрах встречаются диатомовые, по берегам произрастали осоковые.

Интервал 0,32–0,00 м. В общем составе спорово-пыльцевых спектров преобладает пыльца древесных пород (около 50%), в основном эта пыльца *Picea* sp. (до 50%), *Pinus* sect. *Diploxolon* (28–59%), *Pinus* sect. *Haploxylon* (до 30%). Содержание пыльцы таксонов *Abies* sp., *Larix* sp. (соответственно, до 2%) увеличивается к концу палинозоны, одновременно наблюдается рост процента пыльцы *Betula* sect. *Fruticosa* (до 15%), *Betula* sect. *Albae* (до 5%) и снижение содержания пыльцы *Betula* sect. *Nanae* (1%). В спорово-пыльцевых спектрах присутствуют единичные пыльцевые зёрна ольхи, эфедры, жимолостных. Травянистые растения: осоковые (50%), маревые (20%), полынь (до 80%). Выделяются и другие

представители разнотравья – это злаковые (до 5%), гречишные, крестоцветные, розоцветные, гвоздичные, касатиковые, бобовые, зонтичные, сложноцветные, рогоз (соответственно, около 1%). Встречается и водный представитель: *Myriophyllum* L. (5%). Среди споровых отмечен рост содержания *Bryales* sp. (около 100%), снижение содержания *Polypodiaceae* gen. indet. (от 50 до 2%), *Ophioglossum* sp. (7%), встречается *Equisetum* sp. (около 2%).

Толща образовалась в *среднесубатлантическое время*, характеризуется развитием лесов с кедром и лиственницей, еловых с пихтой и сокращением площадей березово-сосновых лесов, произрастала береза кустарниковая, жимолостные, эфедра. На территории были распространены осоково-полянны группировки. В этот период климат переменено-влажный и прохладный, постепенно нарастает увлажнение.

3.3. Описание спорово-пыльцевой диаграммы разреза в Курайской котловине

Нами был исследован также разрез в Курайской котловине (рис. 3.11). На междуречье рек Курайки и Кызыл-Таш в 0,5–0,7 км к западу от поселка Курай (абсолютная высота 1500 м) четко выделяются террасы высотой 1 и 4–5 м. В небольшом размыве верхней террасы вскрываются озерно-аллювиальные осадки. Терраса сложена переслаивающимися горизонтами песка, суглинка, галечника и маломощных прослоек торфа. Для установления абсолютного возраста отложений с помощью радиоуглеродного метода получены две радиоуглеродных датировки: 2990±90 л. н. (ЛУ-1802) на глубине 1,20–1,10 м; 4400±70 л. н. (ЛУ-1800) – 2,63–2,58 м.

	Мощность, м
1. Почвенный горизонт	0,00–0,16
2. Делювий	0,16–0,40
3. Суглинок светло-коричневый с линзами песка	0,40–0,92
4. Песок крупнозернистый с включениями галек	0,92–1,10
5. Торф коричневый	1,10–1,20
6. Песок разнозернистый серо-коричневый, ожелезненный	1,20–1,38
7. Суглинок	1,38–1,97
8. Русловой аллювий	1,97–2,58
9. Торф черного цвета	2,58–2,63
10. Песок разнозернистый серый	2,68–3,12

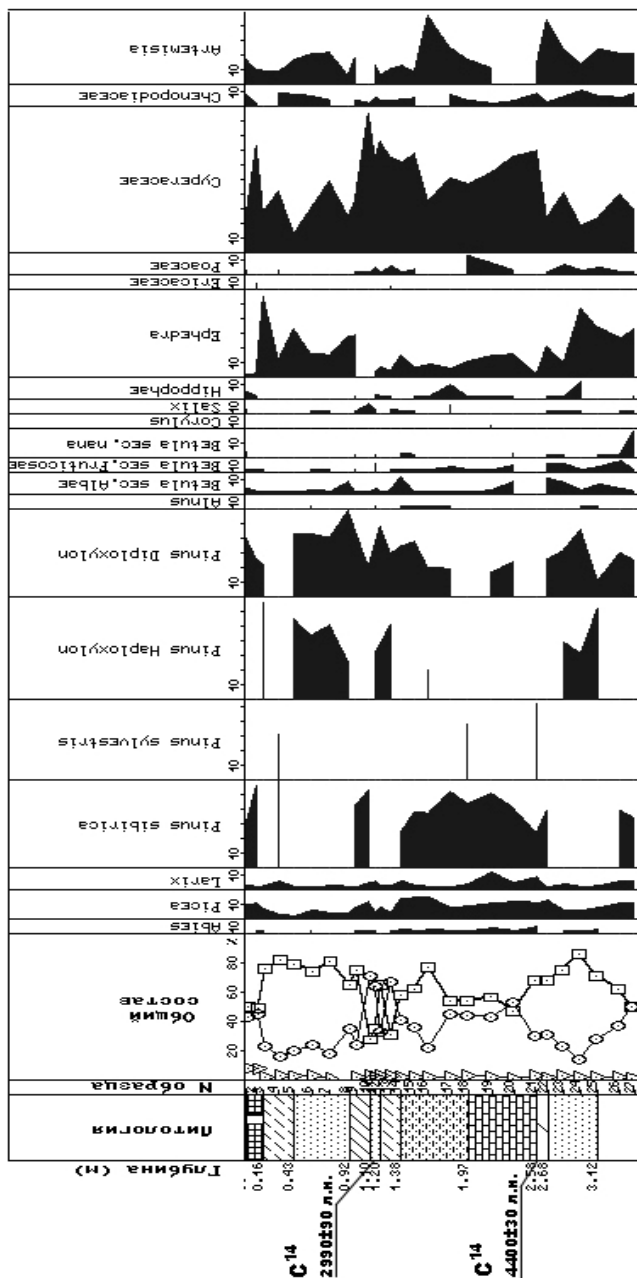
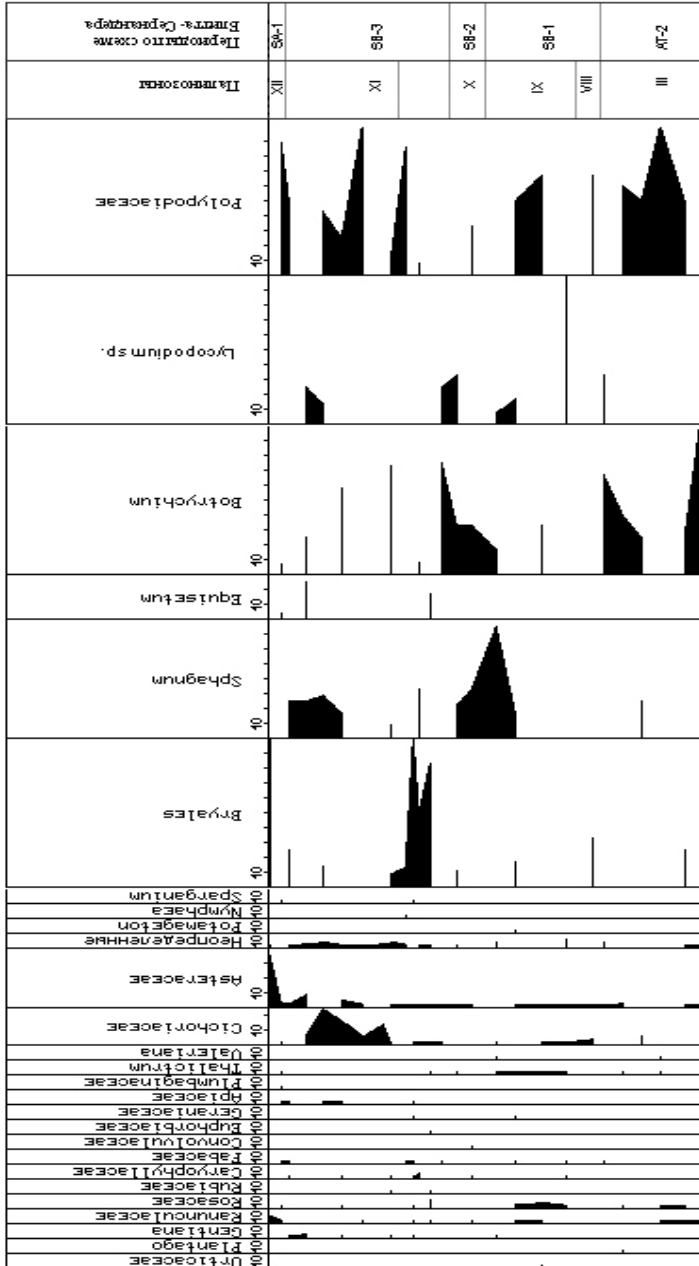


Рис. 3.11. Спорово-пыльцевая диаграмма отложений голоценового возраста по разрезу в Курайской котловине



Продолжение рисунка 3.11

Интервал 3,56–2,63 м охватывает нижнюю часть сформировавшейся толщи. В общем составе спектров наблюдается превышение содержания пыльцы древесных пород над травянистыми (соответственно, около 70 и 29%). Пыльца древесных таксонов представлена пыльцой *Pinus* L. sect. *Diploxylon* (45%), *Pinus* L. sect. *Haploxyton* (24–46%), *Betula* sect. *Albae* L. (увеличение содержания до 11%), *Betula* sect. *Fruticosa* Pall. (до 8%), *Betula* sect. *Nanae* L. (падение содержания с 18 до 2%). Присутствует в спектрах пыльца *Picea* A. Dietr. (до 10%), *Larix* Hill. (5%), *Salix* L. (2%), *Hippophae* L. (от 10 до 2%), *Abies* Mill. (около 2%). Присутствие пыльцы *Ephedra* L. (до 45%) в исследованном интервале наибольшее.

Травянистые растения: *Cyperaceae* Juss. (23–40%), *Artemisia* L. (27–32%), *Chenopodiaceae* Vent (до 10%), *Poaceae* Barnhart (10%), *Compositae* Giseke (до 10%), *Rosaceae* Juss. (до 5%), *Asteraceae* Dumort. (4%), *Polygonaceae* R. Br. (2%), *Ranunculaceae* Juss. (2%). Единичны пыльцевые зерна у таксонов – *Liliaceae* Juss., *Fabaceae* Lindl., *Valeriana* L., *Plumbaginaceae* Juss., *Plantago* L., *Thalictrum* L. Споровая часть спектра представлена *Botrychium* Sw. (до 70–100%), *Polypodiaceae* Bercht. & J. Presl (до 60–100%), *Lycopodium* L. (35%), *Bryales* sp. (30%), *Sphagnum* sp. (30%).

Отложения сформировались в *среднеатлантическое время*. Период характеризовался переменено-влажным теплым климатом с усилением сухости к его концу. На территории формировались сухостепные группировки из эфедры, полыней, гречишных, лютиковых, сложноцветных. Наблюдалось уменьшение общей влагообеспеченности и, соответственно, увеличение площади березовых лесов. Вверх по склонам расширялись площади сосны обыкновенной. Леса из ели и пихты спускались в долины рек. Кедр и лиственница занимали место на верхней границе леса.

Интервал 2,63–2,58 м. В палиноспектрах кривые пыльцы древесных растений и травянистых на протяжении всей толщи практически сближены (соответственно 63 и 36%). Формирование прослоя торфа происходило в *середине раннесуббореального времени* и характеризуется радиоуглеродной датировкой 4400 ± 70 л. н. (ЛУ-1800). Возрастает содержание пыльцы сосны обыкновенной (52%), пихты (5%), лиственницы (2%). Кривая пыльцы кедра уменьшается до 20%, эфедры – до 3% и исчезает пыльца таксонов древесных пород – березы, ивы, облепихи, из травянистых – злаков. Таксономический состав травянистого спектра скуден. В исследо-

ванный период в котловине происходило увеличение влажности. Климат менее теплый и влажный. Лиственный, еловые леса отреагировали на повышение влажности климата увеличением своих площадей. Торф в отложениях – также свидетельство нарастания увлажненности климата.

Интервал 2,58–1,82 м. Вышележащий над торфом слой руслового аллювия (2,58–1,97 м) характеризуется увеличением содержания пыльцы травянистой растительности. Заметно снизилось участие пыльцы трав-ксерофитов. Возросла роль пыльцы осоковых. Глубина 2,38 м – точка пересечения кривых пыльцы древесных и травянистых, фиксируется незначительное преобладание содержания травянистой растительности над древесной (соответственно, 51 и 48%). На этой глубине фиксируется возрастание содержания пыльцы *Pinus sylvestris* L. (до 60%), *Pinus sibirica* (50%), *Larix sp.* (до 10%) и максимальное количество пыльцы *Cyperaceae gen. indet.* (до 70%). При изучении микрофоссилий из исследуемого слоя выявлена пыльца растений плохой сохранности. Часто встречаются минерализованные пыльцевые зерна кедра, редуцированные воздушные мешки пыльцы сосны обыкновенной, смятые зерна березы. Из травянистой растительности привлекают внимание уродливые, смятые пыльцевые зерна полыни. Все эти характеристики пыльцы подтверждают наше мнение о начавшихся изменениях условий обитания в *раннесуббореальное время*.

Палиноспектры исследуемой толщи содержат пыльцу *Pinus sibirica* (до 60%), спорадически представлена пыльца *Hippophae* L. (до 10%) *Salix sp.* (8%). По-прежнему присутствует в спектрах пыльца *Picea sp.* (до 11%) и *Abies sp.* (около 2%). В спектрах резко снижается содержание пыльцы *Pinus* L. sect. *Diploxylon* (до 40%), *Pinus sylvestris* (до 18%), *Betula* sect. *Albae* (до 2%), *Betula* sect. *Fruticosa* (до 1%) и *Ephedra sp.* (до 15–10%). Появляются в незначительном количестве пыльца *Corylus* L. (до 1%). Состав спектров травянистых растений практически не изменился. По-прежнему присутствует пыльца *Chenopodiaceae gen. indet.* (до 20%), *Artemisia sp.* (до 10%), *Poaceae gen. indet.* (10%), *Compositae gen. indet.* (5%), *Rosaceae gen. indet.* (7%), *Ranunculaceae gen. indet.* (4%), *Thalictrum sp.* (5%), *Asteraceae gen. indet.* (4%), *Polygonaceae gen. indet.* (3%). До 1% пыльцевых зерен у таксонов *Caryophyllaceae* Juss., *Euphorbiaceae* Juss., *Valeriana*, *Fabaceae*, *Liliaceae*, *Polygonaceae gen. indet.*, *Caryophyllaceae gen. indet.*, *Urticaceae* Juss., *Gentiana* L., *Rumex* L.

Содержание пыльцы осок на протяжении формирования всей толщи остается высоким (65–70%). Споры, присутствующие в спектрах, имеют хаотичный характер распространения. В конце периода наблюдается рост сфагновых мхов (от 30 до 60%) и постепенное увеличение гроздовника (20%).

Конец раннесуббореального времени характеризуется более прохладным и переменнно-влажным климатом, который сопровождался расширением русла рек и большими половодьями. В долинах рек произрастала ель, лещина.

Интервал 1,82–1,44 м. В палиноспектрах зафиксировано преобладание содержания пыльцы древесных (до 80%), травянистых (20–30%) и незначительное содержание споровых. Отличительной особенностью спектров древесных пород является снижение содержания пыльцы *Larix sp.* (до 5%), *Pinus sibirica* (до 40%), *Hippophae sp.* (до 2%), *Ephedra sp.* (до 10%) при постоянном процентном росте пыльцы *Pinus sect. Diploxylon* (до 40%), *Picea sp.* (до 20%). Лишь в конце исследуемого периода палинозоны III появляется пыльца *Salix L.* (до 2%), *Betula sect. Albae* (3%), *Betula sect. Fruticosa* (10%), *Betula sect. Nanae* (2%). Травянистые растения: *Cyperaceae gen. indet.* (до 70%), *Artemisia L.* (до 45%); *Liliaceae gen. indet.* (до 5%), *Asteraceae gen. indet.* (2%); единичны пыльцевые зерна *Cannabaceae* Endl., *Caryophyllaceae gen. indet.*, *Convolvulaceae* Juss., *Ranunculaceae*, в том числе и *Thalictrum*. Среди споровой части отмечен рост *Botrychium sp.* (до 70%), снижение *Sphagnum sp.* (до 30%), в конце исследуемого интервала появляются споры *Lycopodium sp.* (37%), *Bryales sp.* (17%).

В среднесуббореальное время климат холодный и переменнно-влажный. Идет развитие леса с кедром, лиственницей, с участием ели и пихты. Наблюдалось увеличение площадей березы кустарниковой и кустарничковой. При снижении злаковых и маревых группировок увеличивалась роль осок.

Интервал 1,44–0,12 м. Отличительной особенностью исследуемых отложений является постоянное пересечение кривых древесных и травянистых растений. В спектрах увеличивается содержание пыльцы травянистых (до 75%). Главная роль принадлежит пыльце осок (до 90%), выделяются полынь (до 20%), злаки, маревые (до 10%). Разнотравье также представлено таксонами: *Gentiana L.*, *Apiaceae Lindl.*, *Asteraceae gen. indet.*, *Cannabaceae gen. indet.*, *Caryophyllaceae gen. indet.*, *Compositae gen. indet.*, *Geraniaceae* Juss.,

Euphorbiaceae gen. indet., *Primulaceae Vent.*, *Ranunculaceae gen. indet.*, в том числе и *Thalictrum sp.*, *Rosaceae gen. indet.*, *Rubiaceae Juss.*, *Fabaceae gen. indet.* (по 2–3%). В незначительном количестве присутствует пыльца представителей водной растительности: *Nymphaea L.*, *Sparganium L.* (по 1–2%).

В общем составе на долю древесных пород приходится от 30 до 70%, причем основная роль принадлежит сосне и кедру (до 80%). Увеличивается количество пыльцы *Larix sp.* (8–9%), *Salix sp.* (до 10%). Количество пыльцы *Ephedra sp.* снижается до 4% и к концу рассматриваемой палинозоны исчезает совсем. Среди споровой части по-прежнему присутствуют папоротники, плауны, многоножки, сфагновые мхи, зеленые мхи (отмечен рост последних).

Для прослая торфа на глубине 1,20–1,10 м получена радиоуглеродная датировка 2990 ± 90 л. н. (ЛУ-1802). Начало позднесуббореального времени отличается прохладным и влажным климатом. Сокращение площадей лесов во впадине связано с заболачиванием территории. В исследуемом районе была распространена сосново-березовая лесостепь с участием лиственницы и кедра. С нарастанием увлажненности климата увеличивались площади ели и осоковых болот.

Интервал 1,00–0,12 м. В спектрах зафиксировано преобладание пыльцы древесных (до 80%), травянистых (до 20%) и незначительное содержание споровых. Среди древесных таксонов преобладает пыльца сосны обыкновенной (30–40%) и кедра (30–60%). Присутствует пыльца *Abies sp.*, *Picea sp.*, *Larix sp.*, *Betula sect. Fruticosa*, *Salix sp.* (соответственно до 5%), *Betula sect. Albae* (до 10%). Возрастает количество пыльцы *Ephedra sp.* (30–55%). Среди пыльцы травянистых растений ведущее положение занимает пыльца осоковых (от 30 до 50%) и разнотравья (40%). Разнотравье характеризуется семействами: гречишные (до 20%), цикоревые (до 20%), *Artemisia sp.* (до 23%) и остальные сложноцветные (до 10%), зонтичные (3%). Единичны пыльцевые зерна *Cannabaceae gen. indet.*, *Caryophyllaceae gen. indet.*, *Ranunculaceae gen. indet.*, *Rosaceae gen. indet.*, *Rubiaceae gen. indet.* В спектрах также присутствует *Chenopodiaceae gen. indet.* (до 10%), *Poaceae gen. indet.* (5%). С середины палинозоны до ее завершения присутствуют споры *Sphagnum sp.* (до 30%), *Lycopodium sp.* (30%). Споры *Polypodiaceae gen. indet.* встречаются эпизодически, но их содержание достигает 70%. Четкая тенденция – убывание спор *Botrichium sp.* (70–30%).

Конец позднебореального времени характеризуется прохладным и переменнo-влажным климатом. Произрастали леса из кедра, лиственницы с участием сосны и незначительной ролью ели и пихты. Увеличивались площади березы кустарниковой и кустарничковой, эфедры. Открытые пространства занимали осоковые, злаково-разнотравные поленные, маревые группировки.

Интервал 0,12–0,00 м. Отличительной особенностью спорово-пыльцевых спектров является увеличение в общем составе спор (до 10%). Кривые пыльцы древесных пород и травянистой растительности сближены (соответственно, по 45%). В составе спектров древесной растительности увеличивается роль *Pinus* sect. *Diploxylon* (до 40%), *Picea* sp. (10–14%), *Abies* sp. (до 5%), *Hippophae* sp. (до 8%), *Betula* sect. *Albae* (до 10%). Снижение содержания пыльцы лиственницы (4–5%), кедра (30%) и эфедры (до 4%). Для спектра травянистых растений характерно резкое падение содержания пыльцы *Cyperaceae* gen. indet. (с 78 до 22%), возрастание в спектрах процентного содержания пыльцы *Poaceae* gen. indet. (5%), и в том числе разнотравья (до 45%) – *Asteraceae* gen. indet. (35%), из них *Artemisia* sp. (до 20%), *Ranunculaceae* gen. indet. (7%), *Chenopodiaceae* gen. indet. (5%). Среди споровых продолжается рост содержания *Polypodiaceae* gen. indet. (до 85%).

Спорово-пыльцевые спектры характеризуют лесной тип растительности. Климат начала субатлантического времени теплый и переменнo-влажный. Значительные пространства занимала степная растительность. Увеличивались площади сосново-березовых лесов. Леса с лиственницей и кедром отреагировали сокращением своих площадей, одновременно увеличивались площади с елью и пихтой, появилась облепиха.

В соответствии с изложенным материалом выделено XIII палинозон, охватывающих период от позднебореального до среднеатлантического времени (табл. 3. 1). Выделенные палинозоны наиболее показательно представлены по разрезу Ештыкколь, что связано с более детальным отбором образцов торфа (интервал отбора через 5 см). В разрезе Курай наблюдаются перерывы в осадконакоплении, а в разрезе Джангыскуль отбор осуществлялся с целью предварительного опробования (интервал отбора через 20 см), в результате смена палинозон дискретна.

Таблица 3.1

Основные этапы формирования растительности
межгорных котловин Центрального Алтая
в голоценовое время

Хронозона	Подзона	Абс. возраст по C^{14}	Номер зоны	Пыльцевая зона	Характеристика растительности	Характеристика климата
Субальпийская	SA-2		XIII	ели (50%), кедра (30%); сосны (28%), маревых (20%), осоки (40%), полыни (30%)	еловые леса с участием пихты, кедровые леса с участием лиственницы; сокращение березово-сосновой растительности, маревопопынно-осоковые группировки	прохладный переменно-влажный
	SA-1	около 2300 л. н.	XII	с незначительным преобладанием содержания пыльцы древесных пород над травянистыми: сосны (40–80%), кедра (17%), ели (14%), березы (9%), облепихи (8%); появление широколиственных пород – липы (единично); осоки (45%), полыни (45%)	березово-сосновая лесостепь с участием кедра и лиственницы; небольшие группировки из липы; широкий спектр разнотравья; в понижениях – луговые сообщества	теплый, переменно-влажный
Суббореальная	SB-3	2990±90 л. н. (ЛУ-1802)	XI	кедра (48%), сосны (25%), лиственницы (12%), ели (9%); мезофильное разнотравье, главным образом, осоки (до 80%)	леса из кедра, лиственницы, сосны, с примесью ели; мезофильное разнотравье	прохладный, переменно-влажный
	SB-2	3200±250 л. н. (ЛУ-1801)	X	кедра (65%), лиственницы (12%), пыльца ели (10%); березка кустарничковая (25%), мезофильное разнотравье, в том числе осоковые (40–90%)	леса из кедра, лиственницы с кустарничковой березкой; участием ели; мезофильное разнотравье	холодный, переменно-влажный

Хронозона	Подзона	Абс. возраст по C ¹⁴	Номер зоны	Пыльцевая зона	Характеристика растительности	Характеристика климата
	конец SB-1		IX	кедра (60%), сосны (20%), ели (11%), лиственницы (10%); разнотравье, в том числе осоки (65–70%)	леса с кедром, елью, лиственницей с участием пихты; возросла роль разнотравья	прохладный, переменновлажный
	середина SB-1	РУ 4400±70 л. н. (ЛЮ-1800)	VIII	сосны (52%), кедр (20%), лиственницы (2%), пихты (5%), разнотравно-осоковые группировки	кедрово-сосновые леса с пихтой, лиственницей; разнотравно-осоковые группировки	переменно-влажный, теплый увеличение влажности
Суббореальная	конец первой половины SB-1	4745±80 л. н. (СОАН-6367)	VII	кедра (50%-60%), лиственницы (20%), ели (11%), березки кустарничковой (30%), злаков (39%), полыни (22%), осок (22%)	леса из кедр и лиственницы, ели; распространение березки кустарничковой, полынно-осоково-злаковых группировок	холодный и переменновлажный
	начало первой половины SB-1		VI	сосны (65-70%), ели (20%), кедр (12%), березы (15%), широколиственных пород: дуб, вяз, клен (по 2%); мезофильного разнотравья	березово-сосновая лесостепь, с участием кедр; по долинам рек ель и широколиственные породы	теплый и переменновлажный, максимум положительных температур приходится на это время
Атлантическая	АТ-3	5220±70 л. н. (СОАН-6368)	V	сосны (40%), лиственницы (30%), кедр (12%), ели (10%); осок (72%), розоцветных (5–7%)	леса из лиственницы, сосны и кедр, ели; открытые пространства склонов заняты злаково-осоковыми группировками	холодный и влажный

Хронозона	Подзона	Абс. возраст по C^{14}	Номер зоны	Пыльцевая зона	Характеристика растительности	Характеристика климата
Атлантическая	конец АТ-2		IV	сосны (65%), кедра (25–46%), лиственницы (до 15%), дуба (2%), эфедры (до 45%), ксерофитного разнотравья	березово-сосновая лесостепь, леса из кедра и лиственницы на верхней границе леса; ель и дуб по долинам рек; сухостепные группировки из эфедры, польней, гречишных, лютиковых, сложноцветных	теплый, переменновлажный с усилением сухости
	начало АТ-2	7070±170 л. н. (ЛЮ-1804 А)	III	лиственницы (2%), ели (41%), кедра (30%), осок (80%)	леса лиственнично-кедрово-еловые с участием пихты, сокращение площадей березово-сосновых лесов; осоковые группировки	прохладный и влажный
	АТ-1		II	сосны (48%), ели (31%), кедра (17%), эфедры (8%), пихты (4%); польни (до 70%), злаки (20%), осоки (10%)	леса из ели, кедра и лиственницы; ольха и береза кустарниковая, эфедра; леса с елью, сосной, пихтой; на верхней границе произрастал кедр; маревопольные, осоково-злаково-разнотравные группировки	теплый, переменновлажный
Бореальная	ВО-3		I	ели (65%), сосны (до 32%), кедра (7%), березы (7%), пихты (до 2%); разнотравье	еловые леса с участием пихты, березово-сосновые, на верхней границе леса произрастал кедр с подлеском из эфедры, береза кустарниковая и кустарничковая; разнотравье	прохладный, переменновлажный

Позднебореальное время характеризуется палинозоной I.

Палинозона I отражает спектры, соответствующие *позднебореальному времени*. В палиносpectрах доминирует пыльца ели (65%), сосны (32%), кедрa (7%), березы (7%), пихты (2%). Появляется в составе пыльца ольхи (до 1%), увеличивается количество пыльцы березы кустарниковой (6%), березы кустарничковой (5%), эфедры (5%). В составе травянистого яруса преобладает пыльца ксерофитного разнотравья, главным образом, семейства маревые (19%) и полынь (до 80%).

Результаты наших исследований дали возможность выделить четыре палинозоны в атлантическом периоде.

Палинозона II отражает спектры, соответствующие *раннеатлантическому времени*. Осадки этого времени вскрыты в разрезе Джангысколь и представлены суглинком. Выделенная палинозона характеризуется увеличением пыльцы сосны (48%), кедрa (17%), пихты (4%), эфедры (до 8%). Среди пыльцы травянистых растений увеличивается роль пыльцы злаковых (20%) и осоковых (10%), сокращением количества пыльцы маревых (до 10%) и полыни (с 70 до 20%). Споровые растения представлены в основном зелеными мхами (до 73%).

Среднеатлантическое время характеризуется палинозонами III, IV, V.

Палинозона III охватывает *начало среднеатлантического времени* и датируется по C^{14} 7070 ± 170 л. н. (JY-1804 A). Нам удалось зафиксировать признаки похолодания *в начале среднеатлантического времени* лишь в осадках разреза Джангысколь. Палиносpectры характеризуются увеличением пыльцы ели (41%), кедрa (30%), *Betula sect. Albae* (2%), *Betula sect. Fruticosa* (до 3%), снижением количества пыльцы сосны (32%). Появление в спектрах пыльцы лиственницы (2%), ивы (до 1%). Среди травянистых наблюдается значительное преобладание пыльцы осок (80%). Среди споровых выделяется семейство многожковые (около 90%), плауны (до 20%), сфагнум (около 10%).

Палинозона IV соответствует *концу среднеатлантического времени*. Осадки этого периода представлены в разрезе Ештыкколь и Курай. Спорово-пыльцевые спектры древесной растительности отличаются наличием пыльцы дуба (2%), но распространение его пыльцы характерно лишь для отложений разреза Ештыкколь, что

является следствием локального развития растительности. В разрезах господствует пыльца сосны (45–65%), березы (до 11%), эфедры (2–45%), с участием кедра (25–46%), лиственницы (до 15%). Среди травянистых наблюдается значительное преобладание пыльцы осок (40%), полыни (32%), маревых (10%), злаков (10%).

Палинозона V характеризует *позднеатлантическое время*, датируется по C^{14} 5220 ± 70 л. н. (СОАН-6368). Палинозона выделена лишь в разрезе Ештыкколь, что связано с более детальным отбором образцов торфа (интервал отбора через 5 см). Палиноспектры характеризуются господством пыльцы лиственницы (30%). Присутствием в спектрах пыльцы кедра (12%), ели (10%). Процент участия пыльцы сосны снижается до 40%. Рост содержания пыльцы семейства осоковых (72%), розоцветных (5–7%).

Раннесуббореальное время характеризуется палинозонами VI, VII, VIII, IX.

Палинозона VI соответствует *началу первой половины раннесуббореального времени*. Осадки этого времени вскрыты в разрезе Ештыкколь и представлены торфом. Спектры характеризуются господством пыльцы древесных пород, в составе которых наблюдается увеличение пыльцы широколиственных пород. Состав широколиственных пород расширяется: дуб, вяз, клен (по 2%), но их присутствие в спектрах спорадически. Доминирует пыльца сосны (65–70%), пыльца ели (20%). Присутствует пыльца березы (15%), кедра (12%). Среди травянистых растений преобладает пыльца мезофильного разнотравья.

Палинозона VII датируется по C^{14} 4745 ± 80 л. н. (СОАН-6367) и соответствует *концу первой половины раннесуббореального времени*. Спектры характеризуются по разрезу Ештыкколь и представлены пылью древесных пород: кедр (50%), лиственница (20%), березка кустарничковая (30%). Среди травянистых преобладает пыльца злаков (39%), полыни (22%), осок (22%).

Палинозона VIII датируется по C^{14} РУ 4400 ± 70 л. н. (ЛУ-1800) и соответствует *середине раннесуббореального времени*. Осадки этого периода вскрыты в разрезе Курай. Спектры характеризуются пылью сосны (52%), кедра (20%), лиственницы (9%), пихты (5%). Пыльца травянистых растений представлена разнотравьем, в том числе осоковыми.

Палинозона IX характеризует спорово-пыльцевые спектры *конца раннесуббореального времени*, осадки этого периода вскрыты

в разрезе Курай и представлены русловым аллювием и суглинком. Спорово-пыльцевые спектры палинозоны характеризуются увеличением содержания пыльцы кедра (60%), ели (11%), лиственницы (10%); присутствует пыльца пихты (2%); снижение количества в спектрах пыльцы сосны (18%), эфедры (до 15–10%). В составе травянистого яруса преобладает пыльца осок (65–70%), присутствует пыльца маревых (20%), полынь (10%), злаки (10%).

Среднесуббореальное время характеризуется палинозоной X.

Палинозона X датируется по C^{14} 3200 ± 250 л. н. (ЛУ-1801) характеризует спектры *среднесуббореального времени*. Осадки этого периода вскрыты в разрезе Джангысколь. Спектры характеризуются увеличением пыльцы кедра (50%), сосны (20%), березы кустарниковой (5%) и березы кустарничковой (25%), лиственницы (12%). В составе травянистого яруса преобладает пыльца мезофильного разнотравья, главным образом, осоки (40–90%).

Позднесуббореальное время характеризуется палинозоной XI.

Палинозона XI датируется по C^{14} 2990 ± 90 (ЛУ-1802) л. н., осадки этого периода вскрыты в разрезе Курай и соответствуют *позднесуббореальному времени*, характеризуется увеличением содержания пыльцы кедра (48–80%), лиственницы (12%), ели (9%), мезофильное разнотравье, главным образом, осоки (до 80%)

Раннеатлантическое время характеризуется палинозой XII.

Палинозона XII характеризует спектры *раннесубатлантического времени*. Первая зона субатлантики характеризуется, судя по составу палиносpectров, незначительным преобладанием пыльцы древесных пород над травянистыми. В спектрах преобладает пыльца сосны, процент участия ее пыльцы варьирует в разрезах, но тем не менее он составляет 40–80%. Присутствует пыльца березы (9%), облепихи (8%). Уменьшается содержание пыльцы ели (20–14%), кедра (30–17%). В спектрах появляется пыльца липы, но ее пыльца встречается отдельными пыльцевыми зернами, что, видимо, свидетельствует о неблагоприятных условиях для ее произрастания. Среди травянистых преобладает пыльца полыни (45%) и осок (45%).

Среднеатлантическое время характеризуется палинозой XIII.

Палинозона XIII – *середина субатлантического периода*. Осадки этого периода вскрыты в разрезе Джангысколь. В составе пыльцы древесных пород возрастает содержание пыльцы сосны

(28–59%), ели (50%), пихты (2%), кедра (30%), лиственницы (2%). Появляются отдельные пыльцевые зерна ольхи, эфедры, жимолостные. Возрастает содержание пыльцы полыни (80%), одновременно наблюдается рост процента пыльцы *Betula* sect. *Fruticosa* (до 15%), *Betula* sect. *Albae* (до 5%) и снижение содержания пыльцы *Betula* sect. *Nanae* (1%). Травянистые в основном представлены пыльцой семейства маревые (20%), осоки (40%), полыни (30%).

Глава 4

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ И КЛИМАТ ГОЛОЦЕНА ЦЕНТРАЛЬНОГО АЛТАЯ

4.1. Этапы развития природного комплекса межгорных котловин Центрального Алтая в голоцене

Изученные нами участки Центрального Алтая (рис. 4.1, 4.2) интересны сочетанием типичных для горной страны лесных ландшафтов на склонах хребта, гляциально-нивальных ландшафтов в высокогорье, степных и лесостепных – в котловинах. На основе анализа материала третьей главы воспроизведены основные изменения природной среды на исследуемой территории, выявлены климатические фазы бореального, атлантического, суббореального, субатлантического периодов раннего, среднего и позднего голоцена.



Рис. 4.1. Урочище Ештыкколь



Рис. 4.2. Урочище Ештыкколь

Позднебореальное время (ВО–3) характеризуется прохладным и переменнo-влажным климатом. Распространялись еловые леса с участием пихты, березово-сосновые, на верхней границе леса произрастал кедр, эфедра, береза кустарниковая и кустарничковая. В понижениях образовывались сфагновые болота, их окружали осоковые группировки. Постепенно происходило уменьшение общей увлажненности, увеличивались площади открытых пространств, активизировались полынные и маревые, злаково-разнотравные группировки.

В раннеатлантическое время (АТ–1) климат теплый и переменнo-влажный. На территории развивались леса с елью, сосной, пихтой. На верхней границе произрастал кедр. Открытые пространства по-прежнему занимают маревые и полынные группировки, хотя их площади незначительно уменьшались, одновременно увеличивались осоково-злаково-разнотравные сообщества. Хорошо распространялись зеленые мхи, сфагнум на влажных участках, а периодически заливаемые сырые места занимала риччия. В это время в понижениях идет процесс озераобразования.

В начале среднеатлантического времени (АТ-2) (7070±170 л. н. (ЛУ-1804 А)) с похолоданием и нарастанием общей увлажненности климата увеличивались площади лиственнично-кедрово-еловых лесов с участием пихты, сокращались площади березово-сосновых лесов. Возрастала роль осоковых, а также мхов, произрастающих в сырых местах; начинали формироваться болота.

В середине и в конце среднеатлантического времени (АТ-2) климат был переменнно-влажным и теплым. К концу периода усиливается сухость. В это время на территории преобладала березово-сосновая лесостепь с участием кедра и лиственницы, долины рек были заняты елью, произрастал дуб. Наблюдалось уменьшение общей влагообеспеченности и, соответственно, на территории формировались сухостепные группировки из эфедры, полыней, гречишных, лютиковых, сложноцветных.

Позднеатлантическое время (АТ-3) (5220±70 л. н. (СОАН-6368)). Происходит похолодание и увлажнение климата. Состав растительности несколько меняется. В это время березово-сосновая лесостепь уступала место лесам с лиственницей и кедром, происходило постепенное увеличение по долинам рек ели и снижение участия дуба. Увеличивались площади осоковых группировок.

По палинологическим результатам суббореальное время (SB) не было однородным по климатическим условиям и характеру изменения растительности. Начало первой половины суббореала (SB-1) характеризуется теплым и переменнно-влажным климатом. Состав спектров отражает развитие березово-сосновых лесов. Пониженные пространства и долины рек были заняты елью и широколиственными породами. Максимум положительных температур суббореала приходится на этот период. Постепенно начинается замещение дуба елью. Получает развитие злаково-разнотравная и полынно-маревая растительность. Вокруг сформировавшихся водоемов произрастают осоковые, рогоз.

Конец первой половины раннесуббореального времени (SB-1) (4745±80 л. н. (СОАН-6367)) завершается холодным и переменнно-влажным климатом, преобладанием леса из кедра и лиственницы, березки кустарничковой, а также полынно-осоково-злаковых группировок.

Середина раннесуббореального времени (SB-1) (РУ 4400±70 л. н. (ЛУ-1800)). Климат переменнно-влажный, теплый. Увеличение

влажности происходило постепенно, с нарастанием увлажнения увеличивалась роль лиственницы. На территории распространялись кедрово-сосновые леса с пихтой. Из состава флоры исчезли представители широколиственных пород. Происходило заболачивание водоемов.

В конце раннесуббореального времени (SB-1) климат характеризуется как прохладный и переменнo-влажный. Происходило расширение русел рек, наблюдались большие половодья. Продолжалось формирование леса с кедром, елью, лиственницей с участием пихты. Постепенно распространялись ерники и разнотравно-злаковые группировки.

Среднесуббореальное время (SB-2) (3200±250 л. н. (ЛУ-1801)) отличалось прохладным и влажным климатом. На территории распространялись леса с кедром, лиственницей, с участием ели и пихты. Прослеживается отклик растительности на общее похолодание климата: активизация лиственницы и спутников лиственничной формации. С повышением увлажнения увеличивались площади еловых лесов, осоковых болот.

В начале и конце поздне-суббореального времени (SB-3) (2990±90 л. н. (ЛУ-1802)) климат характеризуется как прохладный, переменнo-влажный. Обширные площади занимали леса из кедра, лиственницы, сосны, с примесью ели. Распространялась береза карликовая и береза кустарничковая, формировались луговые сообщества. С нарастанием увлажненности климата увеличивались площади осоковых болот.

Конец среднесуббореального и начало поздне-суббореального времени отличаются более холодными и влажными условиями, чем в начале и середине суббореального времени.

Начало раннесубатлантического времени (SA-1) (около 2300 л. н.) характеризуется теплым и переменнo-влажным климатом. На территории распространялась сосново-березовая лесостепь с участием кедра и лиственницы. Встречались небольшие группировки из липы. Формировались осоковые, маревые группировки с широким спектром разнотравья. В понижениях формировались луговые группировки, зеленые мхи занимали более увлажненные участки.

В среднесубатлантическое время (SA 2) климат переменнo-влажный и прохладный, постепенно нарастает увлажнение. В этот период распространялись еловые леса с участием пихты, кедровые

леса с участием лиственницы; сокращение площадей березово-сосновых лесов. На территории отмечались марево-попынно-осоковые группировки.

Таким образом, нами обозначены теплые и холодные периоды раннего, среднего и позднего голоцена. Теплое время на территории исследования в среднем голоцене приходится на раннеатлантическое, конец среднеатлантического, начало первой половины раннесуббореального, середину раннесуббореального времени (4400 ± 70 л. н.), начало раннесубатлантического времени. Холодные фазы выделяются в позднебореальное время, в начале раннеатлантического времени (7070 ± 170 л. н.), в позднеатлантический период (5220 ± 70 л. н.), в конце первого периода раннесуббореального времени (4745 ± 80 л. н.). Наибольшее повышение увлажнения соответствует фазе похолодания – среднесуббореальное время (3200 ± 250 л. н.), начало позднесуббореального времени 3200 ± 250 л. н. (ЛУ-1801), (2990 ± 90 л. н.).

Возраст похолодания в атлантический период Е.М. Максимов (1986) предложил оценивать с 6300 л. н., Н.А. Хотинский (1985) – с 7000 до 6000 л. н. Нам удалось зафиксировать признаки похолодания в атлантическое время, нижняя его граница датирована по C^{14} 7070 ± 170 л. н. (ЛУ-1804А), а верхняя – 5220 ± 70 л. н. (СОАН-6368), а также в суббореальное время -3200 ± 250 л. н. (ЛУ-1801), 2990 ± 90 л. н. (ЛУ-1802). Характерной особенностью всех выделенных спорово-пыльцевых спектров каждого разреза является изменение содержания пыльцы лесных ассоциаций. Во всех изученных толщах голоцена отмечено чередование спектров с преобладанием пыльцы темнохвойных видов с высоким содержанием пыльцы светлохвойной растительности. Увеличение пыльцы темнохвойной растительности в спектрах свидетельствует о расширении их площадей при повышении общей увлажненности климата. Наиболее благоприятными условиями для расширения экологического ареала сосны обыкновенной и березы являются относительно сухие периоды, в эти же промежутки концентрируется пыльца широколиственных пород. Наиболее высокие позиции в рельефе занимали лиственница и кедр, с наступлением более теплых периодов их площади сокращались. Незначительное содержание пыльцы ели в спектрах отложений в суббореальное время свидетельствует о том, что еловый пояс в это время имел разреженный характер. Климат был теплее и суше современного.

4.2. Основные сходства и различия в развитии растительности, климата Центрального Алтая и других регионов в голоцене

При реконструкции растительного покрова, возможно, восстановить и климат, и те события, которые непосредственно или опосредованно могли влиять на развитие растительности. Интерпретация спорово-пыльцевых спектров и данные радиоуглеродного анализа различных разрезов дали возможность сопоставить изменения климата, восстановленные по палинологическому материалу, с данными климатических изменений на сопредельной территории Алтая; позволили нам восстановить развитие растительности на территории межгорных котловин Центрального Алтая.

Литературные палинологические данные за период 15000–12000 л. н. недостаточны для того, чтобы показать резкие ландшафтно-климатические изменения в это время. В работе Т.А. Blyacharchuk, Н.Е. Wright, P.S. Borodavko, W.O. van der Knaap, В. Ammann (2004) на улаганских пыльцевых диаграммах не выявлено явных признаков похолодания в раннем дриасе, что связано с безлесным ландшафтом в этот период. Пыльцевые данные для залесенных территорий Алтая имеют низкое временное разрешение и базируются на бедных радиоуглеродных данных (Бутвиловский, 1993; Деревянко и др., 1998).

В начале голоцена (12000–11000 л.н.) отмечается потепление климата (Blyacharchuk et al., 2004). Происходит потепление климата северного полушария в период 10000–12000 л. н. и распад ледниковых покровов (Лэм, 1974). Палеогеографические изменения отмечались на многих участках Алтая, но в отличие от Западной Европы эти изменения не были внезапными и катастрофическими. По мнению В.В. Бутвиловского (1993), позднеледниковье – это «более теплая эпоха, чем современная, достаточно влажная, но с сильными неоднократными похолоданиями и иссушениями климата в конце похолоданий... Господствовали открытые луговые ландшафты с множеством мелких водоемов, островков и лесков хвойных и мелколиственных лесов. Произрастали виды и роды редких для современной флоры Алтая растений, причем часть из них – теплолюбивы». В конце позднеледниковья предположительно похолодания три раза сменялись потеплениями. В.В. Бутвиловский (1993) описал спорово-пыльцевые спектры из предгорий Се-

веро-Чуйского хребта, урочище Ештыкколь. Выделенные спорово-пыльцевые спектры нижней части толщи отложений (10960 ± 50 л. н.), содержат единичные споры мхов, папоротниковых и пыльцу сосновых, эфедры, осоковых, лебедовых. В период времени 10845 ± 80 л. н. выделяются обильные спектры, представленные ископаемыми семенами рдестов, кувшинок, осок, мезо-ксерофитов. Около 11500 л. н. лесная растительность начала расширяться на Улаганском высокогорном плато, в межгорных котловинах и Юго-Восточном Алтае сохранялись степи (Бутвиловский, 1993; Blyacharchuk et cet., 2004).

Климатический оптимум, согласно В.В. Бутвиловскому (1993), был на Алтае приблизительно 10 тыс. л. н. Данные В.В. Бутвиловского (1993) о климате по спорово-пыльцевым спектрам также подтверждают его исследования по раковинам моллюсков из нижней части толщи в долине реки Карадюр. Получена радиоуглеродная датировка 10820 ± 100 л. н., малакофауна этого периода характеризует теплое время.

В это время средняя солнечная радиация по северному полушарию была на 8% выше в июле и на 8% ниже в январе, чем в настоящее время. Увеличение летней инсоляции стало первой причиной распространения лесов в прежде безлесных областях. С исчезновением последних остатков ледяного скандинавского щита, после 10 тыс. л. н., сезонные крайности уменьшились до современных значений. Происходит изменение атмосферной циркуляции и увеличение влажности в Юго-Восточном и Центральном Алтае, это вторая причина развития лесов (Blyacharchuk et cet., 2004). Таким образом, сосуществовали две контрастирующих особенности ландшафтов: сухая степь и глубоководные бассейны, которые в некоторых случаях обеспечили достаточную влажность для роста древесной растительности по берегам. Согласно работам Prentice и др. (1992), по палинологическим данным полуаридные условия и геоморфные свидетельства высоких уровней озер совместимы с сухим летом и влажной зимой, а также с общим сокращением сезонных температур (Blyacharchuk et cet., 2004). Пыльцевые данные Т.А. Blyacharchuk et cet. (2004) из отложений улаганских участков не противоречат интерпретации В.В. Бутвиловского (1993) о том, что теплые и сухие условия преобладали в *позднеледниковье и раннем голоцене*. М.И. Дергачева, И.Н. Феденева (2000) на основании изучения геохимических и педогенных свойств осадка также ха-

рактируют ландшафто-климатические условия межгорных котловин Центрального Алтая на *начало голоценового периода* как время распространения темнохвойных или смешанных лесов, сменяющихся лесостепями. Все это происходило на фоне изменений атмосферной увлажненности.

Начиная приблизительно с 14000–10000 л. н. Алтай находился под влиянием господства холодной и сухой северо-восточной ветви Сибирского антициклона; тогда как после 10000 л. н., влияние этого антициклона ослабло, и тихоокеанские муссоны стали проникать далеко внутрь страны и в горы. После 9500 л. н. на горы Алтая оказывает более сильное влияние влажный воздух, который приносят атлантические циклоны, что и явилось причиной большого облесения территории (Vlyacharchuk et cet., 2004).

На Улаганском плато около 9500 л. н. лес достиг наибольшего распространения, произрастали пихта, ель, лиственница и береза-бородавчатая. Максимальное развитие получает темнохвойная тайга в период 9500–7500 л. н. На возвышениях (выше 2100 м) господствует высокогорная кустарниковая тундра с чащами березки кустарничковой (Vlyacharchuk et cet., 2004). В.В. Бутвиловским (1993) также реконструировано максимальное распространение темнохвойного леса с елью для долины реки Каракудюр (возвышение на 1420 м). *В начале раннего голоцена* климат становится теплым и засушливым, наблюдается максимум сосновых, полыни, эфедры, разнотравья (Бутвиловский, 1983). По мнению В.В. Бутвиловского (1983), 7000–8000 л. н. наметился сдвиг климата в сторону большей суровости и континентальности климата. Палинологические спектры из Верхнекаракабинской внутригорной впадины характеризуют период похолодания (8300±80 л. н.) (Михайлов и др., 1992). *Позднебореальное время* нами характеризуется прохладным и переменнно-влажным климатом.

Средний голоцен в Центральном Алтае выделяется как сложный и неоднородный этап в развитии растительности и климата. Климат *атлантического времени* был теплее и влажнее современного.

При благоприятных климатических условиях в Курайской впадине на склонах и в долинах рек, на дне котловины развивались горно-таежные леса (Михайлов и др., 1992). В межгорных котловинах Центрального Алтая, по исследованиям М.И. Дергачева, И.Н. Феденева (2000), происходит развитие умеренно-засушливой

степи – южная лесостепь на аналогах черноземов обыкновенных и выщелоченных. На территории Абайской впадины (болота Тюдекты) растительность также широко представлена степными ассоциациями. По долинам рек произрастали березовые леса, на склонах хребтов – кедрово-еловые леса (Михайлов и др., 1992). По результатам наших исследований, *раннеатлантический период* характеризуется теплым и переменнo-влажным климатом. На изучаемой территории озера Джангысколь произрастали елово-сосновые леса с пихтой, уменьшение влажности привело к активизации кедра. Открытые пространства занимали маревые и полынные группировки, хотя их площади незначительно уменьшились в это время.

В районе Верхнекаракабинской внутригорной впадины в *ранний атлантический период* (7690±70 л. н.) развивается темнохвойная еловая тайга. Постепенно климат становится более прохладным. В Юстикской котловине в этот период произрастали еловые леса, открытые каменистые пространства занимала эфедра и гроздовник, позднее, в *середине раннеатлантического периода* (7430±120 л. н.), на заболоченной территории котловины развивались осоковые в окружении еловых лесов с участием пихты, в надпочвенном покрове – зеленые мхи.

По исследованиям в Верхнекаракабинской внутригорной впадине в *среднеатлантический период* климат прохладный, распространяются формации березы кустарниковой и кустарничковой (7000±90 л. н., 6770±100 л. н.) (Михайлов и др., 1992). В *начале среднеатлантического времени* в осадках разреза Джангысколь нам удалось зафиксировать признаки похолодания (7070±170 л. н.). С похолоданием и нарастанием общей увлажненности климата увеличиваются площади лиственнично-кедровых лесов, возрастает роль осоковых, а также мхов, произрастающих в сырых местах, образуются озера.

Более холодный и более континентальный климат обозначен для Алтая и соседних областей после 6,8 тыс. л. н., моделируемые температуры на Земле снизились в ответ на уменьшение июльской инсоляции. Действие тихоокеанских муссонов ограничивалось Северо-Западной Монголией, что явилось причиной исчезновения лесной растительности в северной Монголии и в Джулукульской депрессии Юго-Восточного Алтая, тогда как атлантические циклоны приносили влагу к областям гор Центрального Алтая, что способствовало распространению лесного высокогорного пояса. Ат-

лантические циклоны, конечно, не были достаточно сильны, чтобы предотвратить проникновение холодных воздушных масс сибирского антициклона зимой, который приносил холодные сухие ветра по межгорным впадинам и долинам на запад. Постепенно темнохвойные леса сокращаются, начиная с 7500 л. н., и почти исчезают из лесистых местностей Улаганского высокогорного плато примерно 6000 л. н. (Blyacharchuk et set., 2004). В Юстикской котловине также уменьшается участие пихты, ели в *среднеатлантическое время* (6300±90 л. н.). Одновременно усиливается роль лиственницы и березы кустарниковой и кустарничковой. Отмечается похолодание, которое реконструирует П.А. Окишев (1982), по формированию морен кочурлинской стадии на Алтае, возраст которой определяется в 6000 лет.

Заключительный период среднеатлантического времени (по разрезу Ештыкколь и р. Курайка) переменено-влажный и теплый. К концу периода усиливается сухость. Была развита березово-сосновая лесостепь с участием кедра и лиственницы. Ель и дуб распространялись по долинам рек. На территории формировались сухостепные группировки из эфедры, полыней, гречишных, лютиковых, сложноцветных. Данные В.В. Бутвиловского (1993) по осадкам террас Б. Улагана, Башкауса также свидетельствуют о сухих и теплых условиях *голоцена* (6270±150 л. н.) по высокому содержанию аутигенных карбонатов и сульфатов.

По материалам исследований ледников и ледниковых отложений северного склона Северо-Чуйского хребта (Центральный Алтай) использованы 42 датировки для построения изменения термического режима теплого периода с интервалом в 200 и 100 лет (В.П. Галахов, А.Н. Назаров, О.В. Ловцкая, А.Р. Агатова, 2012). Авторы обращают внимание, что «...ледники являются весьма инертными природными образованиями, период осреднения ими изменений термического режима весьма значителен: не менее ста лет. Это необходимо помнить при сравнении термического режима, полученного по ледникам и, например, по споропыльцевым спектрам». Исследователи выделяют оптимум голоцена (6000 л. н., радиоуглеродный возраст). С учетом абсолютного времени продолжительность этого цикла будет составлять немногим менее 6000 лет.

В середине позднеатлантического времени (5660±70 л. н.) климат был относительно влажный и умеренно теплый. Днища Юстикской котловины занимали еловые леса, развивалась луговая

растительность. Суглинок отложился, вероятно, в момент усиления обводненности территории, причем накопление торфа в зарастающем озере не прекращалось. Для этого эпизода получена радиоуглеродная датировка 5660 ± 70 л. н. (ЛУ-2426, глубина 3,10–3,20 м). Еловые леса по-прежнему занимали днище котловины, была развита и луговая растительность. Климатические условия относительно влажные и умеренно теплые.

По нашим данным, *в конце позднеатлантического времени* (5220 ± 70 л. н.) происходит похолодание и увлажнение климата. Состав растительности несколько меняется. Березово-сосновая лесостепь уступала место лесам с лиственницей и кедром, происходило постепенное увеличение по долинам рек ели и снижение участка дуба. Увеличивались площади осоковых группировок.

В конце атлантического периода (5500–4500 л. н.) происходит потепление климата, и в Верхнекаракабинской внутривпадинной впадине получили развитие елово-пихтовые леса. *К концу атлантического периода* усиливается аридизация климата. На *рубеже атлантического и суббореального периодов* сокращаются темнохвойные леса, активизируются ледники, наблюдается похолодание климата.

В конце атлантического – начале суббореального периода в Катон-Карагайской внутривпадинной впадине с увлажнением климата склоны хребта Сарым-Сакты покрывались кедром, лиственницей и березой.

На террасах р. Бухтармы *в середине позднеатлантического периода* (5300–5500 л. н.) были развиты сухие степи, березовые леса произрастали в пойме реки, постепенно на днище Чингистайской котловины происходит облесение, что связано с увлажнением климата, но в целом на территории продолжали господствовать открытые остепненные участки (Михайлов и др., 1992).

В суббореальный период климат переменный, происходит относительное похолодание. В межгорных котловинах Центрального Алтая развиты лесостепные и лесные ландшафты (Дергачева, Феденева, 2000). *В начале суббореального периода* климат реконструируется как аридный, в Абайской впадине (болота Тюдекты) широко распространены степи, наблюдается подъем нижней границы леса. Озеро, существовавшее в период накопления этих осадков, вероятно, стало интенсивно зарастать, на что указывает высокое содержание в спектрах пыльцы тростника. Во впадине были широ-

ко представлены степные сообщества, по долинам рек, пересекающих ее, росли березовые леса. На склонах хребтов произрастали кедрово-еловые леса. Их граница в середине среднего голоцена (в самом конце атлантического периода) находилась выше своего современного положения. В это время отмечается увеличение площади открытых пространств, связанное, вероятно, с ксерофитизацией климата. В спорово-пыльцевых спектрах для этого периода отмечается повышение содержания пыльцы сосны (Михайлов и др., 1992).

По нашему мнению, *начало раннесуббореального времени* характеризуется теплым и переменнно-влажным климатом. Климат теплый, но менее влажный. Вероятно, максимум положительных температур приходился на это время. Растительность представлена березово-сосновыми лесами с участием ели и дуба по долинам рек, начиналось постепенное замещение дуба елью. Вокруг сформировавшегося водоема произрастали осоки, рогаз.

В раннесуббореальное время (4860±75 л. н.) на плоскогорье Укок распространялись осоково-марево-полынные группировки; сокращались площади березы кустарниковой и кустарничковой. Верхняя граница леса была образована елью и кедром. Климат теплый и достаточно сухой. *К концу раннесуббореального времени* нарастает увлажнение и похолодание (Редькин, 1998).

Раннесуббореальное время (4810±70 л. н.) по разрезу в Юстикской котловине отличается оптимальными условиями для произрастания пихтово-еловых лесов. Вероятно, этот период отличался оптимальными условиями для произрастания столь требовательной к теплу и почвам породы, как пихта сибирская. Климатические условия начинают постепенно изменяться. *Ко времени 4760 л. н. резко сокращаются теплолюбивые таксоны и к концу эпохи исчезают совсем* (Михайлов, Чернова, 1995). По нашим реконструкциям, *конец первой половины раннесуббореального времени* (4745±80 л. н.) завершается холодным и переменнно-влажным климатом, формированием лесов из лиственницы и кедра, распространением березы кустарничковой и березы карликовой и осоково-полынно-разнотравно-злаковых группировок.

В.П. Галахов, А.Н. Назаров, Харламова (2005) около 4500 л. н. отмечают снижение пыльцы ели, что связывают с уменьшением увлажнения в долине Актру, в настоящее время ель произрастает по долинам рек. В этот период происходило увеличение пыльцы кедра, что также связано со снижением увлажнения.

Середина раннесуббореального времени (РУ 4400±70 л. н.) характеризуется нами теплым и переменнно-влажным климатом, развивались кедрово-сосновые леса с пихтой, лиственницей; разно-травно-осоковые группировки.

В среднегорном таежно-лесостепном поясе господствуют степные и лесостепные ландшафты, в высокогорье – хвойная тайга. Граница леса в начале голоцена была выше на 300–400 м. Около 4500 л.н. климат становится влажнее. Похолодание климата приходится на периоды около 4000 л. н. (Бутвиловский, 1983).

В конце раннесуббореального периода (4150±80 л. н.) сокращается роль пихтово-еловых лесов, возрастает участие кедра и березы кустарниковой и кустарничковой (Михайлов, Чернова, 1995). В начале среднесуббореального и конце поздне-суббореального периодов (соответственно, 3810±90 л. н., 2610±60 л. н.) на территории Юстикской котловины распространяются светлохвойные леса, осоковые и сфагновые мхи. Вторая половина среднего голоцена характеризуется усилением процессов болотообразования. В это время (4150+80, 3600+90, 2610+60 л. н.) в спорово-пыльцевых спектрах возросла роль сфагновых мхов и болотных растений, отмечалась высокая степень торфонакопления (до 0,93 мм в год) и отложилась мощная торфяная залежь. В окружении болотного массива ель и пихта уступили место кедру и лиственнице. Возрастание роли кедра отмечалось 3600 л. н.

Спорово-пыльцевые спектры по разрезу в долине ручья Тюдекты (Абайская котловина) III, IV, V палинозон отражают растительность второй половины среднего голоцена (суббореального периода). В начале периода продолжалась аридизация климата, которая привела к широкому распространению степей, интенсивному зарастанию озерного водоема и, вероятно, к дальнейшему подъему нижней границы леса. В спорово-пыльцевых спектрах III зоны отмечается высокое содержание пыльцы трав (69–81%) в общем составе. В дальнейшем в спорово-пыльцевых спектрах IV и V палинозон увеличивается содержание пыльцы древесных пород (до 37–41%). Среди них велика доля пыльцы ели (до 22%), кедра (до 53%), пихты (до 8%), лиственницы. Это свидетельствует о более широком распространении кедрово-лиственничных лесов с елью и пихтой. Видимо, увлажнение климата вызвало опускание нижней границы леса на склонах хребтов, окружающих впадину (Михайлов, Чернова, 1995).

В начале среднесуббореального (3940±90 л. н.) и в конце среднесуббореального периодов (3340±80 л. н.) на плоскогорье Укок распространялись осоково-полынно-злаковые группировки, увеличивались площади березы кустарниковой и кустарничковой; на верхней границе леса происходило замещение ели кедром. Ухудшение климатических условий было связано с похолоданием (Редькин, 1998).

На болотном массиве Катон-Карагайской внутригорной впадины в период 3990±100, 3970±90, 3850±40 л. н. произрастали еловые леса, пихта, в дальнейшем ее присутствие в лесах, днищах и склонов впадины сократилось (Михайлов и др., 1992). *В среднесуббореальное время (3200±250 л. н.)*, по мнению автора, роль кедра, лиственницы с кустарничковой березкой в растительности остается ведущей. Формируются болота. Климат холодный и переменновлажный.

Увлажнение климата (3140±90 л. н.) в Абайской впадине приводит к увеличению площадей по склонам хребтов кедрово-лиственничных лесов с елью и пихтой. *В конце суббореального периода* сокращаются леса в Курайской впадине, и происходит заболачивание территории, увеличивается роль осоковых и мезофильного разнотравья (Михайлов и др., 1992).

По долине р. Джазатор к югу от Южно-Чуйского хребта спорово-пыльцевые спектры торфяных отложений на период 3215±20 (СОАН-1579), 3390±30 (СОАН-1760), 3205±40 л. н. (СОАН-1760) восстанавливают сосновые леса с примесью ели. В дальнейшем, в связи с некоторым похолоданием и увлажнением климата, характеризовавшимся опусканием верхней границы леса, развиваются кедрово-елово-сосновые леса. Альпинотипные растения активно внедряются в лесные сообщества (Безрукова, Летунова, 1984).

По исследованиям В.В. Бутвиловского (1993), *в конце среднего голоцена (3110±30 л. н.)* сформировавшиеся отложения из разреза с левого борта долины р. Чуи, ниже устья р. Куэхтанар соответствуют теплomu периоду.

В позднесуббореальное время (2990±90 л. н.) климат характеризуется нами как прохладный, переменновлажный. Обширные площади занимали леса из кедра, лиственницы. Формировались луговые сообщества. С нарастанием увлажненности климата увеличивались площади ели и осоковых болот.

В начале субатлантического периода на плоскогорье Укок происходило похолодание климата (2320 ± 130 л. н.). Распространялись ерники, полынно-осоково-злаковые формации (Редькин, 1998).

Конец суббореального – начало субатлантического периодов по разрезу Верхнекаракабинской внутригорной впадины характеризуется распространением березы кустарниковой и кустарничковой, в растительном покрове усиливается роль степных и луговых сообществ, что в дальнейшем связано с похолоданием и усилением континентальности климата. Исследованные спорово-пыльцевые спектры за период 2910 ± 40 л. н. содержат деформированные, варьирующие по размеру пыльцевые зерна ели, пихты, сосны, что указывает на неблагоприятные условия для их произрастания; одновременно возрастает роль кедра (Михайлов и др., 1992).

Заключительный этап голоценовой палеогеографической истории характеризуется переменным климатом и незначительными колебаниями увлажненности и теплообеспеченности. В почвенном покрове сочетаются каштановые почвы и черноземы южные и обыкновенные. Распространены степные ландшафты (Дергачева, Феденева, 2000).

В начале субатлантического времени в Абайской впадине на склонах получили развитие кедрово-лиственничные леса, а по долинам рек и на днище впадин – елово-березовые. 2300 ± 200 л. н. в долине реки Кочурлы также получили развитие кедрово-лиственничные и лиственнично-кедровые леса, распространялись редколесья и остепненные луга. Еловые леса произрастали по долинам рек (Михайлов и др., 1992). По данным В.В. Бутвиловского (1983), начинается похолодание климата, которое приходится на период 2400–1800 л. н., в это время возрастает роль осоковых и снижается процент водной флоры. Но тем не менее по разрезу урочища Ештыкколь формирование торфяных прослоек происходило в периоды потепления, и в том числе на время 2240 ± 70 л. н. (Бутвиловский, 1983). Период между 2240 ± 70 и 2450 ± 95 л. н. связан не с похолоданием, а со значительным потеплением и очень большим увеличением талого стока с ледников (Галахов, Назаров, Харламова, 2005). Мы реконструируем климат начала раннесубатлантического времени (около 2300 л. н.) как теплый и переменновлажный. На территории распространена березово-сосновая лесостепь с участием кедра и лиственницы; небольшие группировки из липы; широкий спектр разнотравья; в понижениях – луговые группировки.

К.В. Чистяков, Ю.П. Селиверстов (1999) период в среднем 2500 л.н. выделяют как теплый на плоскогорье Укок.

Н.Н. Михайлов и др. (1992) по разрезу Катон-Карагайской внутригорной впадины интерпретируют *начало субатлантического времени* как период с наибольшей влажностью в интервалы времени 1800–2500 л. н. (елово-пихтовые леса, кедр, открытые пространства занимали луговые степи). Годовое количество осадков было больше современного на 100–200 мм. Период 1100–1800 л. н. отличается во впадине экстремальной сухостью, количество осадков было на 100–200 мм меньше современного (расширение степных участков, развитие березы кустарниковой и кустарничковой). На фоне незначительного колебания температуры был выявлен период относительного похолодания, относящийся к 1300–1700 л. н. Увеличиваются ерники, распространяются степи.

С аридизацией климата в *среднеатлантическое время* (1990±50 л. н., ЛУ-2286) в Чингистайской впадине распространялись луговые степи, а на окружающих хребтах и в пойме реки – лесная растительность.

В *середине субатлантического периода* по разрезу на северном склоне Катунского хребта в долине реки Кочурлы реконструируются кедрово-лиственничные леса и лиственнично-кедровые редколесья с березой круглолистной, остепненные луга и степи; кедрово-лиственничные и лиственнично-кедровые разреженные леса с пихтой, остепненные луга; лиственнично-кедровые и кедрово-лиственничные редколесья, остепненные луга и степи. В Курайской впадине развивается лесная растительность, на днище ее – степные растительные ассоциации (Михайлов и др., 1992). С похолоданием климата в *среднеатлантическое время* (1720±90 л. н.) в растительном покрове Юстикской котловины широко распространились лиственничники и ерниковые леса (Михайлов, Чернова, 1995).

Период некоторого иссушения, по мнению некоторых авторов (Ивановский и др., 1982), охарактеризован накоплением мало мощного прослоя торфов, отмеченных датировками 1140±50 (СОАН-1757) и 830±30 л. н. (СОАН-1758).

Заключительная фаза субатлантического периода (990±40 л. н.) в долине реки Кочурлы характеризуется развитием разреженных кедрово-лиственничных лесов с мезофильным разнотравьем. В Катон-Карагайской внутригорной впадине период 700–110 л. н. отличается максимальной влажностью климата, главной лесообра-

зующей породой в это время был кедр. Годовое количество осадков больше современного на 100–200 мм. Похолодание и иссушение климата, начавшееся 250–350 л. н., отражается в спорово-пыльцевых спектрах впадины низкой концентрацией пыльцы и спор (Михайлов и др., 1992). Похолодание климата было и в XIV–XIX вв., в это время возрастает роль осоковых и снижается процент водной флоры.

Этап похолодания и увеличения увлажненности отмечается в спорово-пыльцевых спектрах образцов из кровли озерных илов (долина р. Джазатор к югу от Южно-Чуйского хребта), где отмечается развитие сосново-еловых лесов с участием альпийских сообществ у верхней границы леса. Затем последовало некоторое иссушение. С этим связано исчезновение из спектров пыльцы альпийских видов. Господствующее положение занимает пыльца сосны (сосновые леса). Завершился этот период формированием мощного прослоя торфа, отложенного 540±25 л. н. (СОАН-1756). Последние 300 лет на этой территории произрастали елово-сосновые леса с незначительным участием кедра и разнообразным травянистым покровом. Вверх по разрезу идет постоянное уменьшение роли ели и увеличение роли сосны (Безрукова, Летунова, 1984).

Конец оптимальной эпохи голоцена на Алтае датируется В.В. Бутвиловским (1993) 4500–4000 л. н. Все эти данные в совокупности свидетельствуют о более сухом и теплом климате *в начале и середине голоцена*, чем во второй его период. Рубеж теплой эпохи на Алтае наступил примерно 4500 л. н. (Соломина, 1999). Результаты собственных исследований позволяют нам говорить о более мягком климате и в суббореальное время, хотя этот отрезок времени не был однородным по климату и соответственно в развитии растительности. Нами реконструируются похолодания около 2900 л. н.

В.П. Галахов (2001) реконструирует похолодание после климатического оптимума между 6000 и 3000 л. н., глубина похолодания была на 1 °С ниже современной при уменьшении годовых осадков примерно на 10%. Также в работах В.П. Галахова, А.Н. Назарова, Н.Ф. Харламовой (2005), В.П. Галахова, А.Н. Назарова, О.В. Ловцкой, А.Р. Агатовой (2012) выделяется похолодание («аккемская» стадия). «...Основные периоды наступаний алтайских ледников совпадают с другими ледниковыми странами» (рис. 4.4) (Галахов, Назаров, Ловцкая, Агатова, 2012).

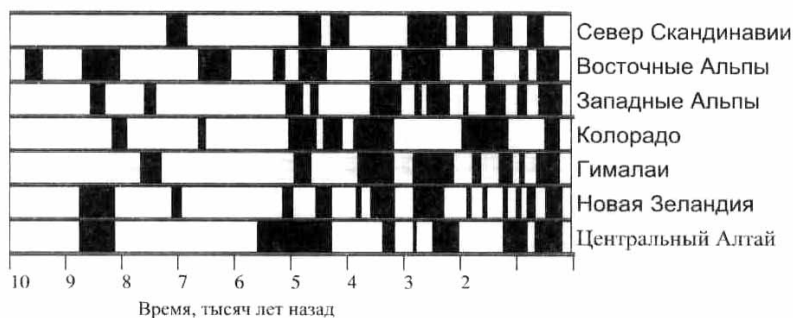


Рис. 4.3. Фазы наступаний горных ледников в голоцене (черные прямоугольники). Из оригинала рисунка убраны ледниковые страны, расположенные в полярных широтах (Галахов, Назаров, Ловцкая, Агатов, 2012)

Период времени около 3000 л. н. в долине Ян-Карасу (северный склон горного узла Биш-Иирду), разрез Чикты (южный склон Южно-Чуйского хребта) характеризуется увеличением увлажнения (Ивановский, Панычев, Орлова, 1982).

А.В. Мельникова (1987) на территории Северного и Центрального Тянь-Шаня в конце суббореального и в начале субатлантического времени (от 3000 до 2000 л. н.) отмечает увеличение увлажненности и похолодание климата.

После 2990±90 л. н. широколиственные породы не восстанавливаются нами в среднем голоцене, исключая период позднего голоцена, когда в разрезе оз. Ештыкколь были найдены пыльцевые зерна липы. Возможно, это говорит о том, что сюда заходили ветви от небольших по площади рефугиумов, которые реконструирует Е.А. Малаева (1995; 1996). А.В. Куминова (1957) выделила два района распространения реликтовых растений (рис. 4.4).

Один рефугиум – восточноалтайский, охватывающий Кузнецкий Алатау, Салаир и Прителецкий район. Второй – западноалтайский, включающий западные склоны хребтов Холзун и Тигирецкий. Рефугиумы разделены долинами нескольких рек (включая Ануй), радиально расходящихся с горного массива на стыке Тигирецкого, Бащелакского, Ануйского и Семинского хребтов и впадающих в Обь. Полоса смешанных широколиственных лесов, соединявшая западный и восточный рефугиумы, протягивалась через бассейны этих рек.

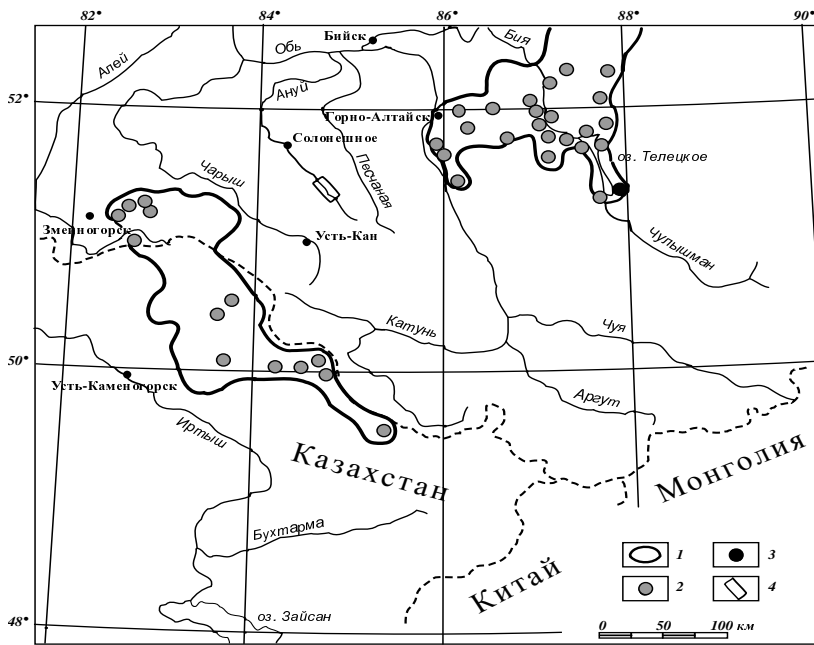


Рис. 4.4. Алтайские ареалы реликтовых растений (Куминова, 1957)

При понижении общего температурного фона предел миграций широколиственных пород был более ограничен, чем для эдификаторов южно-сибирской тайги (Малаева, 1995; Деревянко, Малаева, Шуньков, 2000; А.П. Деревянко и др., 2003). Климатические условия способствовали сохранению реликтов неогена. Так же, как и в работах Т.Д. Боярской (1978), между среднелейстоценовым и позднелейстоценовым оледенениями существовала межледниковая эпоха, а климат, например, Чуйской степи, был мягче современного. В котловинах распространялась степная растительность, березовые и кедровые леса с примесью ели по склонам гор, в качестве примеси встречались наиболее холодоустойчивые широколиственные породы – липа, вяз, дуб, лещина. Представление об обезлесивании перегляциальной зоны оледенений справедливое для равнинных территорий, не всегда приемлемо для условий горного рельефа. Так, кедр сибирский в пределах Западно-Сибирской низменности не выдерживал неблагоприятных условий ледникового

времени, а в горах Алтая переживал их. В горах создавались неоднородные условия, что способствовало сохранению разнообразной растительности, в том числе и широколиственной.

И для современного климатического режима низко- и среднегорной частей Северо-Западного и Центрального Алтая характерно весьма неоднородное температурное поле. Среднеянварская температура в нижнем поясе гор равна $-15-17,6$ °С. Есть теплые оазисы, например Чемал в долине реки Катунь, здесь средняя температура января составляет $-11,7$ °С.

Происхождение сосны обыкновенной носит местный характер, и данная пыльца не считается нами заносной с другой территории. Автор это утверждает на основании аэропалинологических наблюдений, которые проводились в лесостепной зоне Западной Сибири. При пылении сосны сибирской и сосны обыкновенной встречаемость последней в спектре была на порядок ниже, хотя мы знаем о способности пыльцы сосны перемещаться по воздуху на сотни километров благодаря ее морфологическим особенностям.

Леса из кедра, лиственницы реконструируются со среднеатлантического времени и на протяжении всего периода исследования, но их площади распространения сокращаются или увеличиваются в зависимости от климатических условий. Изменяется соотношение пыльцы лиственницы, кедра и сосны обыкновенной. В более теплые периоды доминируют березово-сосновые леса, а на влажных участках и по речным долинам встречаются широколиственные породы (дуб, вяз, клен, лещина). Расселение широколиственных видов зависит от температурных факторов, относительно сухие периоды были и более теплыми. Концентрация пыльцы сосны обыкновенной и березы связана с относительно засушливыми и теплыми периодами. В конце раннесуббореального времени присутствие широколиственных в растительном покрове практически заканчивается, и лишь незначительно их появление в начале раннесубатлантического времени. Леса из ели и пихты занимали наиболее обширные пространства до второй половины атлантического периода (7070 ± 170 л. н.), расширение их ареала свидетельствует об увеличении общей увлажненности. В дальнейшем начинается уменьшение их площадей. Сокращение ели происходило постепенно. Пик пыльцы ели также наблюдается в начале поздне-суббореального времени.

По зонально-экологическим характеристикам травянисто-кустарничковый комплекс, как и у Е.А. Малаевой (1995), нами разделяется на группы:

- представители широко распространенных семейств и родов (маревые, осоковые, полыни, злаки);
- представители остепненных группировок (сложноцветные, лютиковые, розоцветные, зонтичные, ворсянковые, мареновые);
- представители лугово-лесных местообитаний (вересковые, лилейные, кипрейные, гераниевые).

У травянистой группы, как и у древесно-кустарничковой группы растений, проявляются достаточно четкие признаки наступления относительно влажных периодов или относительно сухих. С экстремально высоким содержанием пыльцы осоковых связана высокая увлажненность, засушливые периоды благоприятны для распространения полыни. Группа споровых растений в основном состоит из скальных и лесных представителей.

Обратимся к материалам исследований сопредельных равнинных и горных территорий.

Отложения голоценового возраста донных осадков оз. Рублево, расположенного на Кулундинской равнине (в ближайшем окружении – продолжение ленточных боров Барнаульского и Касмалинского – Большой Гатский бор), формировались в условиях природной обстановки, близкой к современной. На протяжении всего времени накопления толщи (вероятно, суббореальный и субатлантический периоды голоцена) в районе господствовали березово-сосновые леса. В различных палинозонах отмечается присутствие *Acer* (2%), *Ulmus* (до 5%), *Quercus* (до 1–2%), отсутствующих в современном естественном покрове. Стоит отметить, что, как правило, пыльца *Acer* и *Ulmus* плохо сохраняется при консервации, а пыльца *Quercus* и *Ulmus* выносятся за пределы образования в ничтожных количествах (Ненашева, Михайлов, 2003).

По результатам исследования в Северо-Западном Алтае в начале голоцена в бассейне р. Ануй (комплекс Денисова пещера) произрастал обедненный состав широколиственных пород, к началу интервала в 10–6 тыс. л. н. исчезли клен и липа, к интервалу 6–3 тыс. л. н. (середина голоцена) исчезли вяз и лещина, а в конце голоцена – ольха, которая еще присутствует во временном интервале 6–3 тыс. л. н. (Проблемы палеоэкологии..., 1998).

Для Северной Кулунды, части Приобского плато зафиксированы широколиственные породы в торфяниках Барабинской лесостепи – торфяники Каякского займища (Левина и др., 1987), Суминского займища (Климанов и др., 1987), окрестностей Новосибирска – торфяник болото Гладкое (Фирсов и др., 1982). Появление широколиственных пород в Барабе и в окрестностях Новосибирска перемежалось с отрезками времени, когда эти породы не фиксировались. Вяз в голоцене был отмечен около 8300 л. н. (влажный этап) в «сосново-березовых перелесках». Он фиксируется и в теплый период (около 7060 л. н.) на севере Новосибирской области. Около 5200 л. н. вяз появился в «березово-сосновых и сосново-березовых перелесках» г. Новосибирска. Здесь впервые в голоцене на юге Западной Сибири было отмечено присутствие липы. В суббореале в составе лесов появился кедр. Вновь широколиственные породы фиксируются около 3200 л. н.

В субатлантический период в районе Каякского займища небольшие березово-сосновые группировки с вязом фиксируются около 2350 л. н., в сосновых лесах встречалась липа. Около 1260 л. н. в районе Каякского и Суминского займищ в березово-сосновых лесах росли вяз и липа. Липа просуществовала до 1730 л. н. В районе Новосибирска около 1950 л. н. реконструируются сосновые леса с липой и с 1620 л. н. – березово-сосновые леса.

Г.И. Ненашева, М.М. Силантьева, Н.Н. Михайлов (2006) отмечают, что практически весь голоцен на территории Алтайского края в разных его частях и сопредельных территориях присутствуют единичные широколиственные породы. Возможно, что в качестве основного фактора их исчезновения к историческому времени было общее снижение тепло- и влагообеспеченности на фоне все более существенного проявления неустойчивости при сезонных сменах погоды. Климатические изменения могли запустить и иные направления вековых эндогенетических смен растительности (вначале активизация лиственницы, затем сосны, березы). А поскольку последние события уже происходили в историческое время, возможно, определенную роль в эндогенетических сменах растительности и в истреблении видов, находящихся у пределов своих экологических оптимумов, сыграл человек.

Климатические условия Барабы и Северной Кулунды также характеризуется падением температур и увеличением увлажнения. Наибольшее похолодание фиксируется в первой половине субборе-

ального периода 4–5 тыс. л. н., уступающее по силе похолодание было в начале субатлантического периода (2360–1300 л. н.). Из трех температурных максимумов наибольшей амплитудой выделяется потепление, отвечающее малому климатическому оптимуму голоцена (1300–600 л. н.) (Орлова, 1990).

В предгорьях в позднем голоцене преобладали березовые, сосновые и смешанные леса (Адаменко, 1974). На Приобском плато – березовые, сосновые и смешанные леса, поймы рек заболачивались (Гнибиденко и др., 2000). Часть боров оз. Рублево была сильно заболочена (большая часть торфяников – мощностью до 2 м), по окраинам заболоченных понижений большее распространение получила лиственница. Распространение лиственничников наблюдалось, возможно, также и в предгорьях, низкогорьях и среднегорьях. Но стоит отметить тот важный факт, что окраины боров как на равнине, так и в предгорьях были заселены людьми разных культур эпохи бронзы. И роль конкурента лиственницы – сосны могла усиливаться из-за антропогенного фактора – действия палов и пожаров, в результате которых быстрее уничтожается подрост лиственницы, чем сосны, и в целом позиция сосны, вытесняющей лиственницу, чрезвычайно возрастает (Сочава, 1956). Вместе с лиственницей большее распространение получали *Picea obovata*, *Betula pubescens*. В ксеротермический этап суббореального периода и субатлантический период началась смена лиственничников березами, кое-где соснами, и одной из причин, кроме климатических изменений, также могли быть палы. Эти же процессы, но уже вкупе с рубками в период русской колонизации привели к истощению лиственничников Салаира и Верхнеобского бора. Хотя полученные спорово-пыльцевые спектры торфяника (Ненашева, Михайлов, 2003) в первую очередь отражают локальные черты растительного покрова, тем не менее, они отражают и некоторые общерегиональные черты, что подтверждают исследования, проведенные ранее на сопредельных территориях (Фирсова и др., 1982; Левина и др., 1987, 1989; Гнибиденко и др., 2000).

А.П. Деревянко, Н.С. Болиховская, С.В. Маркин, В.М. Соболев (2000) исследовали отложения пещеры Каминной на Северо-Западном Алтае. В голоценовых отложениях были отмечены пыльцевые зерна широколиственных лесообразующих пород и криофитов, ими также подтверждается правомерность выводов палеобота-

ников и ботаников-географов о рефугиальной природе растительного покрова Алтая.

В.С. Зыкин, В.С. Зыкина, Л.А. Орлова (2000), по данным изучения погребенных почв второй половины голоцена лесостепной зоны Западной и Средней Сибири, выделяют три климатических этапа. Для первой половины атлантического периода реконструируется климат более теплый и влажный по сравнению с современным климатом, сменившийся во второй половине на более теплый и аридный. Климат суббореального и субатлантического периодов характеризуется как более прохладный и влажный, нежели современный.

На территории лесостепной зоны Западной и Средней Сибири реконструируют березовые леса с примесью сосны, кедра, ели. Климатический оптимум голоцена (5930, 6020, 6355 л. н.) характеризуется более влажным и теплым климатом, чем современный (Дроздов, Зыкина, Орлова и др., 1998).

По мнению Н.А. Хотинского, В.С. Волковой, Т.П. Левиной, О.Л. Лисс (1979), послеледниковое время (около 10 300 л. н.) для Северной Евразии ознаменовалось резким потеплением, смягчением континентальности климата и консолидацией основных растительных зон: тундровой, лесной и степной. В *предбореальном* (10300–9500 л. н.) и особенно в *бореальном* (9500–8000 л. н.) периодах зона лесов расширяется более интенсивно в северном направлении и менее интенсивно – в южном. Широкое распространение темнохвойных лесов указывает на значительное потепление и увеличение влажности климата. Это связано с изменением атмосферных циркуляционных процессов над Северной Евразией, в частности с возникновением интенсивного северо-западного переноса влажных воздушных масс. С этого времени начинается непрерывное накопление органогенных, озерно-болотных отложений. *Атлантический период* (8000–4500 л. н.) выделяется как наиболее теплый этап послеледниковья, соответствующий климатическому оптимуму голоцена. Зональная структура ландшафтов достигает своего максимального выражения в связи с новым изменением циркуляционных процессов. Возникает западный перенос воздушных масс с Атлантики, более интенсивный, чем в предшествовавшее время. Зона лесов расширяется за счет значительного смещения ее северной границы на территорию современной лесотундры. Южная граница леса достигает своего современного положения и в

дальнейшем остается более или менее стабильной. В лесной зоне широкое развитие получают еловые леса и березняки. В конце периода в юго-западном секторе лесной зоны распространяются теплолюбивые ильмовые леса, а также липа и дуб (Хотинский, Волкова, Левина, Лисс, 1979).

Климат во второй половине атлантического периода (оптимум голоцена – 6500–5500 л. н.) был теплее современного: среднеиюльские температуры выше современных на 5–6 °С, среднеянварская изотерма (-20 – -25 °С) достигала широты устья р. Ангары (Волкова, Вотах, Белова, 1984).

В целом на территории Сибири *суббореальный и субатлантический периоды* (последние 4500 л. н.) – это более или менее единый этап в развитии природных условий. В это время для Сибири отмечают деградацию еловых и пихтовых лесов с участием широколиственных элементов в связи с похолоданием и усилением континентальности климата. Процессы заболачивания достигают в это время грандиозных масштабов, приводя к образованию уникальных торфяных месторождений. Граница между лесом и степью остается относительно стабильной (Хотинский и др., 1979).

Позднее ледниковье (15000–12000 л.н.) Каргинской высокогорной депрессии характеризуют ландшафты, сходные с современными тундро-степными сообществами Юго-Восточного Алтая или луговыми степями Юго-Западной Тувы. Отличие наблюдается в большем участии в растительном покрове альпийских элементов – *Salix*, *Saxifragaceae*, *Androsaceae*, *Crassulaceae*, в большем видовом разнообразии травянистых компонентов и в постоянном наличии пыльцы растений из семейств *Cruciferae*, *Cichorioidea*, произрастающих на нарушенных или несформированных почвах. Эта растительность покрывала значительно большие, чем в настоящее время, территории Алтая и Тувы, освободившиеся от ледников. На большей территории Алтая в этот период непрерывный пояс горных лесов еще не сформировался. Безлесные открытые ландшафты распространялись вокруг озер (Груша – высокогорное озеро ледникового происхождения, абс. выс. 2413 м и Ак-Холь (абс. выс. 2204 м), расположенные на юго-западе Тувы в высокогорной Каргинской депрессии, относящиеся к водосборному бассейну р. Моген-Бурен), а также и в Центральном Алтае. Похолодание позднего дриаса на пыльцевых диаграммах не выражено, хотя осадки озер охватывают все позднеледниковье (Бляхарчук, 2008).

В начале раннего голоцена (12000–11000 л.н.) происходила аридизация климата и на более высоких гипсометрических уровнях альпийские луга сменялись сухой степью с доминированием полыни; степь контактировала с высокогорными кустарниковыми сообществами из березок круглолистной (*Betula nana*) и низкой (*B. humilis*). Распространялись лесные ландшафты на ныне безлесных высокогорных плато, покрытых высокогорными тундрами и тундростепями на высоте 2000–2400 м, в условиях теплого и влажного климата.

Леса (после 5000 л.н.) отступили с высокогорий Каргинской депрессии и Джулукульского плато и более на этой территории не восстанавливались. Темнохвойные породы *Abies*, *Picea* и *Pinus sibirica* исчезают полностью, *Larix sibirica* сохраняется в убежищах по северным склонам хребтов Чихачева и Курайский. Возросла роль степных сообществ (Бляхарчук, 2008). Разрозненные участки листовенных лесов в настоящее время можно встретить по северным склонам хребтов Чихачева и Сайлюгем на высоте 2400 м (цит. по: Бляхарчук, 2008, Огуреева, 1980). Лимитирующим фактором распространения лесов на этих территориях стало иссушение климата, усилившееся после 5000 л.н., так и его похолодание (Бляхарчук, 2008).

В.С. Волковой, М.Р. Вотах, В.А. Беловой (1984) на рубеже 4500–3000 л. н. отмечено похолодание. В горных районах (Алтай, Саяны) в это время произошли крупные ледниковые подвижки и развитие карового оледенения. На севере Сибири таежные леса сменились лесотундрой. Прохладный климат установлен для субатлантического времени, с которым связано усиление роли сосны и лиственницы даурской на востоке региона. Малая ледниковая эпоха (800–700 л. н.), выявленная по материалам исследований Алтая и Восточного Саяна, оказала несомненное влияние на окончательное оформление современных ландшафтов.

В.С. Волкова (1996, 1977) выделяет на территории Западной Сибири суббореальное время как исключительно теплое. Для этого отрезка времени характерно появление в лесах липы и дуба. Происходило смещение границ ландшафтных зон на 500–600 км, а климат был теплее на 3–4 °С.

В.С. Волковой, Т.П. Левиной (1985) по результатам анализа флоры и растительности послеледникового времени и голоцена с учетом данных по абсолютному возрасту составлена климатическая кривая (рис. 4.5). На ней выделено пять этапов. *Первый этап* включает поздний дриас, *второй* объединяет пребореальный и бо-

реальный периоды и начало атлантического периода. Климат этого этапа приближался к современному или был несколько холоднее его. В целом же он продолжал оставаться более холодным, чем современный климат низовьев Иртыша. Для этого периода отмечаются слабые флуктуации июльских и январских температур.

Тенденция улучшения природной обстановки намечается лишь к концу этого этапа. *Третий этап* содержит атлантический период (после 7200 л. н.) и начало суббореального (до 4500 л. н.). Климатическая обстановка этого времени была наиболее благоприятной и отвечала климатическому оптимуму голоцена. Среднегодовые температуры были выше современных на 3,5 °С, а смещение границ ландшафтных зон относительно современного положения к северу достигало 500–600 км. *Четвертый этап* относится к суббореальному периоду (4500–2500 л. н.). Он характеризуется спокойным климатом, близким к современному. На его фоне отмечаются два похолодания – на рубеже 4500 и около 3000 л. н. *Пятый* климатический этап целиком охватывает субатлантический период. В отличие от предыдущих он неспокойный. Установлены резкие и кратковременные изменения потеплений и похолоданий.

По данным Н.И. Дорофеев, П.Е. Тарасова (2000), пыльцевой анализ донных отложений трех озер, расположенных на западе Монголии, в Монгольском Алтае, показал, что в период с 18000–20000 до 9000 л. н. безлесная растительность с преобладанием степных и тундровых элементов была распространена на отметках выше 2000 м над ур.м. Наиболее засушливая фаза имела место между 9000–10000 л. н. Резкие изменения произошли в растительном покрове между 9000 и 8000 л. н. в ответ на потепление и увлажнение климата. В среднем голоцене (4000–8000 л. н.) островные леса, доминантами в которых выступали лиственница, ель и кедр, были характерным элементом растительного покрова Монгольского Алтая на абсолютных отметках 1700–2500 м. Те же таксоны и пихта совместно произрастали в Гобийском Алтае до 3800 л. н. В среднем голоцене лесная растительность покрывала большую площадь в Монгольском и Гобийском Алтае, чем в настоящее время. Южная граница темнохвойных пород деревьев располагалась намного южнее тех мест, где темнохвойные таежные леса растут в Монголии и в настоящее время. Ель и пихта исчезли в Гобийском Алтае в период между 4000–3500 л. н. В это же время в Монгольском Алтае происходит иссушение климата. Растительность Западной и Южной Монголии стала близка современной в позднем голоцене.

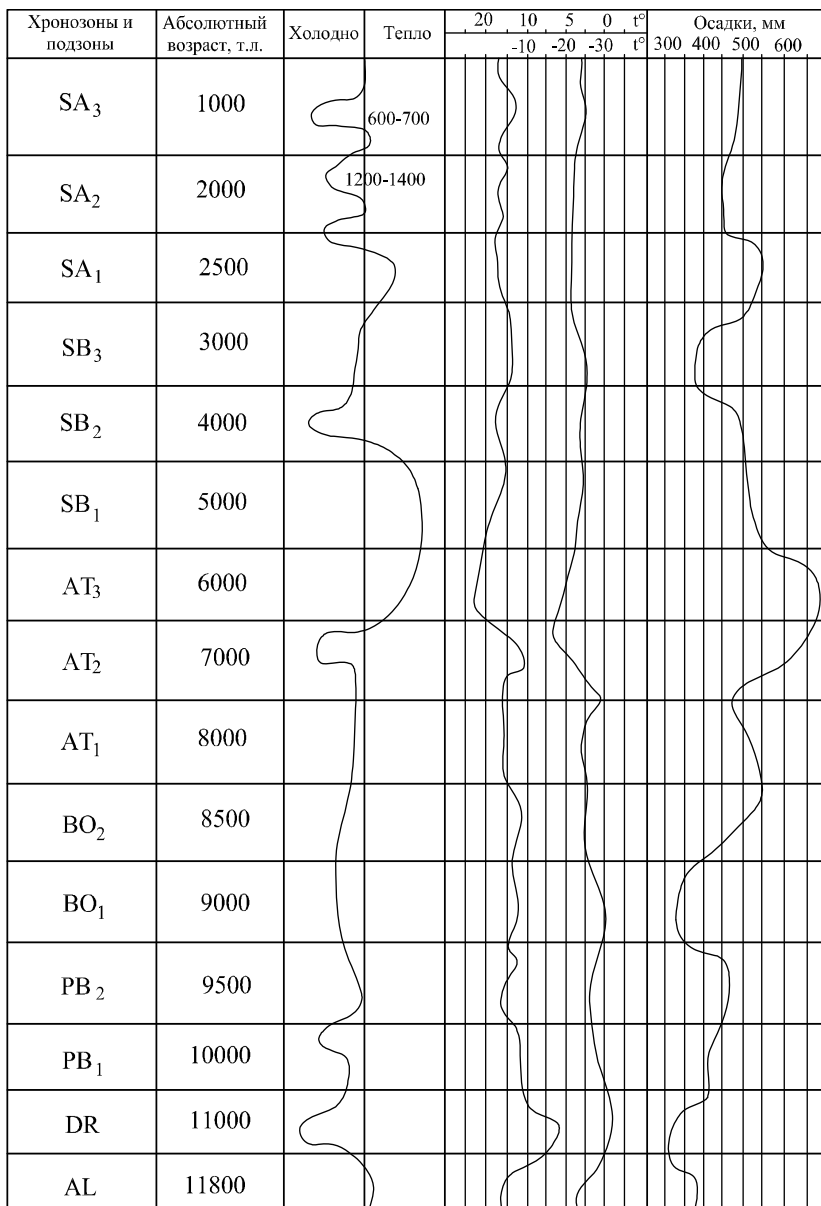


Рис. 4.5. Динамика климатических условий в Западной Сибири в голоцене (Волкова, 1979)

Колебания растительных зон на равнине обусловлено в основном общепланетарной и внутриконтинентальной ритмической потепления – похолодания, увлажнения – иссушения. Такие изменения природы, как повсеместность, направленность, цикличность и местная индивидуальность, четко проявляются в развитии природы Алтая в целом и ее отдельных компонентов. Повсеместность и направленность в первую очередь находят отражение в активизации новейших движений гор, похолодании и усилении континентальности климата, в процессах выветривания и резкого физического разрушения пород, эволюционном развитии фауны и флоры. Цикличность (периодичность, ритмичность) выражается в процессах осадконакопления. Элементы ритмичности (иссушение – увлажнение, похолодание – потепление) отмечаются в истории климата Алтая и растительности. В различных районах Алтая – горах, предгорьях и плато – изменения природы носили индивидуальные местные особенности (Свиточ, 1978).

Растительность среднего и позднего голоцена исследуемой территории Центрального Алтая характеризовалась сменой растительности. Происходила смена относительно сухой или перемно-влажной теплой и относительно влажной или перемно-влажной холодной фазы. Усиливалась континентальность климата.

В зависимости от особенностей климата каждого ритма растительность постепенно смещалась по высотным диапазонам. Ареал распространения широколиственных пород деревьев был ограничен, и при общем понижении температуры они постепенно исчезали с территории. В течение среднего голоцена из состава флоры исчезали широколиственные представители (дуб, вяз, клен, лещина), а в позднем голоцене заметно снизилась роль сосны обыкновенной. В зависимости от изменений климатических условий, при переходе от более прохладных к более теплым периодам, происходило усложнение структуры природных зон. Результатом изменения теплообеспеченности и увлажнения на изучаемой территории Центрального Алтая в раннем, среднем голоцене и начале позднего голоцена сохранялась лесная и лесостепная растительность. Климат был теплее и суше современного. Нижняя граница ельников проходила выше современной, а верхняя – располагалась несколько ниже в силу более значительного оледенения, нежели современное.

В целом полученные в результате наших исследований данные об общем ходе климатических изменений соответствуют имеющимся представлениям по голоцену, что свидетельствует о синхронном проявлении климатических колебаний, по крайней мере, в Атлантико-Азиатской гляциологической провинции.

ВЫВОДЫ

1. Аэропалинологические спектры за вегетационный период характеризуют не только метеорологические компоненты, но и общее состояние атмосферы за более или менее длительное время. Концентрация пылицы в воздухе и количественные показатели состава спектра в поверхностных слоях почвы применимы для стратиграфических расчленений отложений голоцена и палеогеографических реконструкций, а привлечение рецентных спорово-пыльцевых спектров – в качестве эталонов для восстановления растительности прошлых эпох, с использованием актуалистического метода как основы теоретических построений в палеогеографии.

2. Результаты исследования поверхностных проб в районе Южно-Чуйского хребта (средняя часть долины реки Аккол) показали, что спорово-пыльцевые спектры поверхностных проб состоят из пылицы, продуцируемой в местах отбора и принесенной с других территорий. Спорово-пыльцевые спектры поверхностных проб достаточно достоверно отражают характер современной растительности.

3. При реконструкции природной обстановки на территории исследования зафиксированы теплые и холодные периоды раннего, среднего и позднего голоцена. Теплое время в среднем голоцене приходится на раннеатлантическое, конец среднеатлантического, начало первой половины раннесуббореального, середину раннесуббореального времени (4400 ± 70 л. н.), начало раннесубатлантического времени. Холодные фазы выделяются в позднебореальное время, в начале раннеатлантического времени (7070 ± 170 л. н.), в позднеатлантический период (5220 ± 70 л. н.), в конце первого периода раннесуббореального времени (4745 ± 80 л. н.). Наибольшее повышение увлажнения соответствует фазе похолодания – средне-суббореальное время (3200 ± 250 л. н.), начало поздне-суббореального времени (2990 ± 90 л. н.).

4. В истории развития ландшафтов исследуемой территории впервые по палинологическим материалам зафиксирован палеогеографический рубеж (около 3000 л. н.), который характеризуется более холодными влажными условиями, чем в начале и середине суббореального времени.

5. Характерной особенностью спорово-пыльцевых спектров бореального, атлантического, суббореального, субатлантического

времени является чередование спектров с преобладанием хвойных видов, что свидетельствует об изменении их площадей при повышении общей увлажненности климата. Высокое содержание пыльцы сосны обыкновенной и берез указывает на наиболее благоприятные для них относительно сухие периоды. В это же время концентрировалась пыльца широколиственных пород. Климат был теплее и суше современного. Лиственница и кедр произрастали выше современных границ распространения. С наступлением более теплых периодов их площади сокращались.

б. Ареал широколиственных пород в Центральном Алтае был ограничен. При общем понижении температуры в течение среднего голоцена постепенно исчезали из состава флоры широколиственные представители (дуб, вяз, клен), а в позднем голоцене заметно снизилась роль сосны обыкновенной. При переходе от более прохладных к более теплым периодам происходит усложнение структуры природных зон. В раннесуббореальное время широколиственные породы распространялись по долинам рек и при достаточно медленном изменении природной обстановки хорошо адаптировались, при быстрых же изменениях эти породы исчезали с территории. Основным фактором исчезновения широколиственных пород к историческому времени было общее снижение тепло- и влагообеспеченности на фоне все более существенного проявления неустойчивости при сезонных сменах погоды. Климатические изменения могли запустить и иные направления вековых эндогенетических смен растительности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абрамова Т.А., Березина Н.А. К вопросу о сохранности пыльцы и спор в различных условиях fossilization // Методические аспекты палинологии. – М., 2002. – С. 3–4.
2. Адаменко О.Ф. Мезозой и кайнозой Степного Алтая. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1974. – 167 с.
3. Адаменко М.Ф. Реконструкция динамики термического режима летних месяцев и оледенения на территории Горного Алтая в XIV – XX вв.: фвтореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Новосибирск, 1985. – 16 с.
4. Алешинская З.В., Шумова Г.М. О методике применения спорово-пыльцевого анализа в горных условиях на примере Тянь-Шаня // Методические вопросы палинологии. – М.: Наука, 1973. – С. 70–74.
5. Алтай-Саянская горная область. История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. – М.: Наука, 1969. – 415 с.
6. Атлас Алтайского края: в 2 т. – М/, Барнаул: Изд-во ГУГК, 1978. – Т. 1. – 222 с.
7. Безрукова Е.В. Растительность и климат юга Восточной Сибири в позднем неоплейстоцене и голоцене (по данным непрерывных байкальских разрезов): фвтореф. дис. ... д-ра геогр. наук. – Иркутск, 2000. – 46 с.
8. Березина Н.А., Тюремнов С.Н. Сохранность и разрушение пыльцы – важнейший фактор формирования спорово-пыльцевого спектра // Методические вопросы палинологии. – М.: Наука, 1973. – С. 5–8.
9. Бляхарчук Т.А. Реконструкция лесной и высокогорно-степной растительности Юго-Западной части Тувы с позднеледниковья до современности // География и природные ресурсы. – Новосибирск: Гео, 2008. – С. 89-96.
10. Болиховская Н.С. Эволюция лессово-почвенной формации Северной Евразии. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 107 с.
11. Борисова О.К., Новенко Е.Ю. Определение концентрации пыльцы и спор в осадках как инструмент реконструкций растительности // Методические аспекты палинологии. – М., 2002. – С. 26–27.
12. Боярская Т.Д., Чернышова М.Б. К методике спорово-пыльцевого анализа отложений из предгорий и горных районов Юго-Восточного Алтая // Вестник МГУ. –1973. – № 1. – С. 93–97.

13. Боярская Т.Д. К вопросу о растительности Горного Алтая в позднем плиоцене – плейстоцене // Разрез новейших отложений Алтая. – М.: Изд-во МГУ, 1978. – С. 173–176.
14. Букреева Г.Ф., Левковская Г.М. Экологическая характеристика палинотератных комплексов – индикаторов стрессового состояния генеративной сферы древесных пород и кустарников на их северном пределе // Пыльца как индикатор состояния окружающей среды и палеоэкологические реконструкции. – СПб., 2001. – С. 45–48.
15. Бутвиловский В.В. Палеогеография последнего оледенения и голоцена Алтая: событийно-катастрофическая модель. – Томск: Изд-во ТГУ, 1993. – 253 с.
16. Бутвиловский В.В., Паньчев В.В., Пономарева Е.А., Тресвятская А.С. Палеогеография позднеледниковья и голоцена Горного Алтая // Гляциология Сибири – Томск: Изд-во ТГУ, 1993. – С. 21–55.
17. Волкова В.С. Четвертичные отложения низовьев Иртыша и их биостратиграфическая характеристика. – Новосибирск: Наука, 1966. – 174 с.
18. Волкова В.С. Стратиграфия и история развития растительности Западной Сибири в позднем кайнозое. – М.: Наука, 1977. – 238 с.
19. Волкова В.С. Спорово-пыльцевые спектры плиоцена Западной Сибири и история развития растительности // Палинология в биостратиграфии, палеоэкологии и палеогеографии. – М., 1996. – С. 30–31.
20. Волкова В.С., Букреева Г.Ф., Вотах М.Р., Гричук М.П., Гуртовая Е.Е., Левина Т.П., Полещук В.П., Стриженова А.И. История развития Западной Сибири в четвертичном периоде // Проблемы изучения четвертичного периода. – М.: Наука, 1972. – С. 25–28.
21. Волкова В.С., Левина Т.П. Растительность голоцена Западной Сибири по палинологическим данным // Развитие природы территории СССР в позднем плейстоцене и голоцене. – М.: Наука, 1985. – С. 186–192.
22. Галахов В.П., Назаров А.Н., Харламова Н.Ф. Колебания ледников и изменения климата в позднем голоцене: по материалам исследований ледников и ледниковых отложений бассейна Актру (Центральный Алтай, Северо-Чуйский хребет). – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2005. – 132 с.
23. Галахов Н.Н. Изучение структуры климатических сезонов года. – М.: АН СССР, 1959. – 183 с.

24. Галахов В.П. Имитационное моделирование как метод гляциологических реконструкций горного оледенения (по материалам исследований на Алтае). – Новосибирск: Наука, 2001. – 136 с.
25. Гнибиденко З.Н., Волкова В.С., Орлова Л.А. Климато-магнитохронология и магнетизм голоценовых отложений Верхнего Приобья // Проблемы реконструкции климата и природной среды голоцена и плейстоцена Сибири. – Новосибирск: Изд-во Ин-та археол. и этногр. СО РАН, 2000. – Вып. 2. – С. 110–115.
26. Гренадерова А.В. Динамика болот Красноярской и Минусинской лесостепей: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Барнаул, 2005. – 24 с.
27. Горный Алтай / под ред. В.С. Ревякина. – Томск: Изд-во ТГУ, 1971. – 252 с.
28. Губонина З.П. Палеоботанические исследования аллювиальных отложений средней Волги с целью установления их возраста: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – М., 1965. – 20 с.
29. Гричук В.П. Растительность Русской равнины в нижне- и средне-четвертичное время // Материалы по геоморфологии и палеогеографии СССР. – М.: Изд-во АН СССР, 1950. – Т. 46, вып. 3. – С. 7–10.
30. Гричук В.П. К применению метода спорово-пыльцевого анализа в Сибири // Научн. доклад высш. шк. Сер. геол.-геогр. наук. – 1959. – Вып. I. – С. 122–133.
31. Гричук В. П. Палеофитоценотическая и экологическая интерпретация данных спорово-пыльцевого и карпологического анализов // История флоры и растительности Русской равнины в плейстоцене. – М.: Наука. 1989. – С. 7–10.
32. Гричук В.П., Заклинская Е.Д. Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии. – М.: ОГИЗ, Географгиз, 1948. – 223 с.
33. Гричук М.П., Каревская Г.Г., Махова Ю.В., Малаева Е.М. Состав пыльцы и спор в различных современных осадках Восточной Сибири и Дальнего Востока // Методические вопросы палинологии. – М.: Наука, 1973. – С. 77–82.
34. Дергачёва М.И., Феденева И.Н. Климат и ландшафтная обстановка Центрального Алтая за последние 130 лет: опыт реконструкции // Проблемы реконструкции климата и природной среды голоцена и плейстоцена Сибири. – Новосибирск: Изд-во Ин-та археол. и этногр. СО РАН, 2000. – Вып. 2. – С. 142–154.

35. Деревянко А.П., Болиховская Н.С., Маркин С.В., Соболев В.М. Палеография финала плейстоцена среднегорной зоны Северо-Западного Алтая // Проблемы реконструкции климата и природной среды голоцена и плейстоцена Сибири. – Новосибирск: Изд-во Ин-та археол. и этногр. СО РАН, 2000. – Вып. 2. – С. 154–161.
36. Деревянко А.П., Малаева Е. М., Шуньков М.В. Динамика изменения палеоклимата Северо-Западного Алтая в позднем плейстоцене // Проблемы реконструкции климата и природной среды голоцена и плейстоцена Сибири. – Новосибирск, 1998. – С. 120–126.
37. Деревянко А.П., Малаева Е.М., Шуньков М.В. Развитие растительности низкогорного пояса Алтая в плейстоцене // Проблемы реконструкции климата и природной сферы голоцена и плейстоцена Сибири. – Новосибирск: Изд-во Ин-та археологии и этнографии СО РАН, 2000. – С. 162–174.
38. Деревянко А.П., Шуньков М.В., Агаджанян А.К., Барышников Г.Ф., Малаева Е.М., Ульянов В.А., Кулик Н.А., Постнов А.В., Анойкин А.А. Природная среда и человек в палеолите Горного Алтая. – Новосибирск: Изд-во Ин-та археол. и этногр. СО РАН, 2003. – 448 с.
39. Дзюба О.Ф. Атлас пыльцевых зерен (неацетолизированных и ацетолизированных), наиболее часто встречающихся в воздушном бассейне Восточной Европы. – М., 2005. – 70 с.
40. Дирксен В.Г. Палинологические особенности современных ландшафтов гор севера Внутренней Азии: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – СПб., 1999. – 22 с.
41. Дорофеюк Н.И., Тарасова П.Е. Растительность Западной и Южной Монголии в позднем плейстоцене и голоцене // Ботанический журнал. – 2000. – Т. 85, № 2. – С. 1–17.
42. Драгавцев В.А., Драгавцева И.А., Лопатина Л.М. Управление продуктивностью сельскохозяйственных культур на основе их генетических и фенотипических изменений при смене лимитов внешней среды. – Краснодар: СКЗНИИСиВ. 2003. – 208 с.
43. Дылис Н.В. Сибирская лиственница. – М.: Изд-во АН СССР, 1947. – 137 с.
44. Дылис Н.В. О самоопылении и разносе пыльцы у лиственницы // Докл. АН СССР. Нов. сер. – 1948. – Т. 60, № 4. – С. 203–205.
45. Елькина Н.А. Состав и динамика пыльцевого спектра воздушной среды г. Петрозаводска: дис. ... канд. биол. наук. – Петрозаводск, 2008. – 212 с.

46. Жуйкова И.А. Соответствие субрецентных поверхностных проб составу растительности Вятско-Камского региона // Методические аспекты палинологии. – М., 2002. – С. 82–84.
47. Заклинская Е.Д. Опыт определения дальности воздушной транспортировки спор папоротника *Dryopteris filix-masculinum* // Труды конференции по спорово-пыльцевому анализу (1948). – М.: Изд-во МГУ, 1950. – С. 211–224.
48. Заклинская Е.Д. Материалы по изучению состава современной растительности и ее спорово-пыльцевых спектров для целей биостратиграфии четвертичных отложений (широколиственный и смешанный лес) // Труды ГИН АН СССР. Геол. сер. – 1951. – Вып. 127, № 48. – С. 1–98.
49. Зыкин В.С., Зыкина В.С., Орлова Л.А. Основные закономерности изменения природной среды и климата в плейстоцене и голоцене Западной Сибири // Проблемы реконструкции климата и природной сферы голоцена и плейстоцена Сибири. – Новосибирск: Изд-во Ин-та археол. и этногр. СО РАН, 2000. – Вып. 2. – С. 208–229.
50. Ивановский Л.Н. Экзогенная литодинамика горных стран. – Новосибирск: Наука, 1993. – 160 с.
51. Ивановский Л.Н. Формы ледникового рельефа и их палеогеографическое значение на Алтае. – Л.: Наука, 1967. – 160 с.
52. Ивановский Л.Н., Панычев В.А., Орлова Л.А. Возраст конечных морен стадий «Актру» и «Исторической» ледников Алтая // Поздний плейстоцен и голоцен юга Восточной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1982. – С. 57–64.
53. Кабайлене М.В. Об оценке объема информации пыльцевых спектров и способах восстановления состава растительности // Методические вопросы палинологии. – М.: Наука, 1973. – С. 12–16.
54. Кабайлене М. В. Некоторые вопросы формирования пыльцевых спектров в морских водоемах // Палинология в СССР (1976–1980). – М.: Наука, 1980. – С. 9–11.
55. Каревская И.А. Спорово-пыльцевой анализ при палеогеографических и геоморфологических исследованиях / под ред. Г.С. Ананьева. – М.: Изд-во МГУ, 1999. – 114 с.
56. Каревская И.А. Учет специфики спорово-пыльцевых спектров отложений разного генезиса при палеогеографических реконструкциях // Методические аспекты палинологии. – М., 2002. – С. 98–99.

57. Климанов В.А. Связь субфоссильных спорово-пыльцевых спектров с современными климатическими условиями // Известия АН СССР. – 1981. – № 5. – С. 10–114.
58. Климанов В.А., Левина Т.П., Орлова Л.А., Панычев В.А. Изменения климата на территории Барабинской равнины в субатлантическом периоде голоцена по данным изучения торфяника Суминского Займища // Региональная геохронология Сибири и Дальнего Востока. – Новосибирск: Изд-во Наука, 1987. – С. 143–149.
59. Клопотовская Н.Б. Основные закономерности формирования субрецентных спорово-пыльцевых спектров в континентальных отложениях на Западном Кавказе // Методические вопросы палинологии. – М.: Наука, 1973. – С. 107–113.
60. Кривонос Б.М., Ревякин В.С. Климат // Горный Алтай. – Томск: Изд-во ТГУ, 1971. – С. 74–96.
61. Кременецкий К.В., Ващалова Т.В., Сулержицкий Л.Д. История растительности Хибин в голоцене // Актуальные проблемы палинологии на рубеже третьего тысячелетия. – М.: ИГиРГИ, 1999. – С. 160–168.
62. Куминова А.В. Телецкий рефугиум третичной растительности // Изв. Восточных филиалов АН СССР, 1957. – Т. 2. – С. 104.
63. Куминова А.В. Растительный покров Алтая. – Новосибирск: РИО СО АН СССР, 1960. – 450 с.
64. Куприянова Л.А. Исследования пыльцы и спор с поверхности почвы из высокоширотных районов Арктики // Ботан. жур.– 1951. – № 3. – С. 256–269.
65. Куприянова Л., Алешина Л.А. Пыльца двудольных растений флоры европейской части СССР. – Л.: Наука, 1978. – С. 205.
66. Левина Т.П., Орлова Л.А., Панычев В.А., Понамарёва Е.А. Радиохрометрия и пыльцевая стратиграфия голоценового торфяника Каякского займища (Барабинская лесостепь) // Региональная геохронология Сибири и Дальнего Востока. – Новосибирск: Наука, 1987. – С. 136–143.
67. Левина Т.П., Орлова Л.А., Панычев В.А., Скабичевская Н.А. Палеогеография и радиоуглеродная хронология на рубеже плейстоцена и голоцена Предалтайской равнины // Кайнозой Сибири и северо-востока СССР. – Новосибирск: Наука, 1989. – С. 129–138.
68. Левковская Г.М. Зональные особенности современной растительности и рецентных спорово-пыльцевых спектров Западной

- Сибири // Методические вопросы палинологии. – М.: Наука, 1973. – С. 248–320.
69. Лусс Л.В. Аллергия болезнь цивилизации: эпидемиология, факторы риска, этиология, классификация, механизмы развития // Аллергология. – 2002. – Т. 2, №2. – С. 21–40.
 70. Львова Е.М., Григорьева А.И. Субрецентные спорово-пыльцевые спектры современной растительности // Методические аспекты палинологии. – М., 2002. – С. 126–128.
 71. Максимов Е.М. Голоцен (ритмический вариант системы Блитта-Сернандера) // Известия Всес. географ. об-ва. – 1986. – Вып. 1. – С. 10–20.
 72. Малаева Е.А. Об изменчивости климатического режима Горного Алтая в позднем плейстоцене и палеогляциологических реконструкциях. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – С. 51–60.
 73. Малаева Е.М. Верхнеплейстоценовая история широколиственного комплекса на Северном Алтае // Палинология в биостратиграфии, палеоэкологии и палеогеографии. – М., 1996. – С. 82–83.
 74. Мальгина Е.А. Опыт сопоставления распространения пыльцы некоторых древесных пород с их ареалами в пределах европейской части СССР // Труды Ин-та географии АН СССР. – 1950. – Вып. 46. – С. 256–270.
 75. Мальгина Е.А. К вопросу о формировании спорово-пыльцевых спектров в условиях пустынь Средней Азии // Работы по спорово-пыльцевому анализу. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – С. 113–138.
 76. Мальгина Е.А. Результаты спорово-пыльцевого анализа проб с поверхности почвы из Центральной Монголии // Палинология голоцена: мат. III Междунар. палинолог. конф. (Новосибирск, 1971). – М., 1971. – С. 239–256.
 77. Маринин А.М., Самойлова Г.С. Физическая география Горного Алтая. – Барнаул, 1987. – 109 с.
 78. Мельникова А.В. История развития растительности Северного и Центрального Тянь-Шаня в голоцене (по данным спорово-пыльцевого анализа): автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – М., 1987. – С. 23.
 79. Минина О.Р., Неберikuтина Л.Н. Переотложение микрофоссилий и проблемы интерпретации результатов палинологического анализа // Методические аспекты палинологии. – М., 2002. – С. 156–157.

80. Михайлов Н.Н., Чистяков К.В., Амосов М.И., Иванов А.Ю., Пономарева Д.П., Потахин С.Б., Селиверстов Ю.П., Чернова Г.М. Геоэкология горных котловин. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1992. – С. 292.
81. Модина Т.Д. Климаты Республики Алтай. – Новосибирск, 1997. – 178 с.
82. Моносзон М.Х. Определитель пыльцы видов семейства маревых. – М.: Наука, 1973. – 93 с.
83. Моносзон М.Х. Описание пыльцы представителей сем. *Urticaceae*, произрастающих на территории СССР // Труды Ин-та географии АН СССР. – 1959а. – Вып. 77. – С. 187–198.
84. Моносзон М.Х. Рассеивание воздушным путем пыльцы маревых, злаков // Труды Ин-та географии АН СССР. – 1959б. – Вып. 77. – С. 157–165.
85. Назаров А.Н. Динамика нивально-гляциального комплекса бассейна Актру во второй половине голоцена (Центральный Алтай, Северо-Чуйский хребет): дис. ... канд. геогр. наук. – Барнаул, 2006. – 156 с.
86. Ненашева Г.И. Аэропалинологические наблюдения и поллиноз на примере г. Барнаула // География и природопользование Сибири. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2004а. – Вып. 7. – С. 166–172.
87. Ненашева Г.И. Аэропалинологические исследования на примере г. Барнаула // Молодежь – Барнаулу: мат. VI науч.-практ. конфер. молодых ученых. – Барнаул, 2004б. – С. 264–265.
88. Ненашева Г.И. Субрецентные и рецентные спорово-пыльцевые спектры гор (на примере Южно-Чуйского хребта) // Вопросы горного страноведения (Алтай – Саяны). – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2005. – С. 106–117.
89. Ненашева Г.И. Палинологические исследования спорово-пыльцевых спектров голоценовых отложений (на примере озера Ештыкколь, Центральный Алтай) // География и природопользование Сибири. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2006. – Вып. 8. – С. 146–155.
90. Ненашева Г.И. Растительность и климат голоцена межгорных котловин Центрального Алтая: дис. ... канд. геогр. наук. – Барнаул, 2007. – 174 с.
91. Ненашева Г.И. Изменение содержания пыльцы в атмосфере от метеорологических компонентов в весенне-летний период // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: мат. VI Меж-

- дунар. науч.-практ. конф. (27–28 октября 2007 г., Барнаул). – Барнаул: АзБука, 2007. – С. 182–185.
92. Ненашева Г.И. Процесс пыления растений и его взаимосвязь с метеорологическими показателями окружающей среды (на примере г. Барнаул) // Палинология: стратиграфия и геоэкология: XII Всерос палинологическая конф. – СПб.: ВНИГРИ. –2008. – Т. I. – С. 163–167.
 93. Ненашева Г.И. Палинологическая характеристика отложений голоценового возраста межгорных котловин Центрального Алтая // География и природопользование Сибири. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2008. – Вып. 10. – С. 201–206.
 94. Ненашева Г.И., Исакова И.В. Динамика поллиноза и концентрации пыльцы растений в весенне-летний период на территории города Барнаул по аэропалинологическим материалам // География и природопользование Сибири. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2007. – Вып. 9. – С. 173–179.
 95. Ненашева Г.И., Кандыбка А.Н. Календари пыления аллергенных растений городов России // География и природопользование Сибири. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2010. – Вып. 12. – С. 127–131.
 96. Ненашева Г.И., Луценко Д.В. Сезонные особенности содержания пыльцы в городской атмосфере (на примере г. Барнаул) // География и природопользование Сибири. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2006. – Вып. 8. – С. 159–161.
 97. Ненашева Г.И., Михайлов Н.Н. Палинологические исследования голоценовых отложений на юге Западной Сибири на примере оз. Рублево // Проблемы геологии и географии Сибири. – Томск: Изд-во ТГУ, 2003. – № 3 (IV). – С. 80–81.
 98. Ненашева Г.И. Михайлов Н.Н. Описание спорово-пыльцевой диаграммы разреза Джангысколь (урочище Ештыкколь, Центральный Алтай) // География и природопользование Сибири. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2006а. – Вып. 8. – С. 155–159.
 99. Ненашева Г.И., Михайлов Н.Н. Палинологические исследования голоценовых отложений в Курайской котловине (Центральный Алтай) // Вестник Красноярского гос. ун-та. Сер.: Естественные науки. – Красноярск: Изд-во КГУ, 2006б. – № 5/1. – С. 44–47.
 100. Ненашева Г.И., Михайлов Н.Н. Основные этапы формирования растительности межгорных котловин Центрального Алтая в голоценовое время // Современная микрорепалеонтология: палеобиологические и геологические аспекты. XIV Всероссийское микрорепалеонтологическое совещание / Ин-т нефтегазовой гео-

- логии и геофизики СО РАН, 25–27 сентября 2008 г. – Новосибирск, 2008. – С. 445–447.
101. Ненашева Г.И., Репин Н.В., Репина К.Н. Сезонные наблюдения и некоторые особенности пыления аллергенных растений Алтайского края // Труды Томского государственного университета. Сер. геолого-географическая: Актуальные вопросы географии и геологии: мат. Всерос. молодеж. науч. конф. – Томск: Изд-во ТГУ, 2010. – Т. 277. – С. 34–36.
 102. Ненашева Г.И., Репин Н.В., Репина К.Н. Прикладные аспекты аэропалинологических исследований на примере Алтайского края // Известия АлтГУ. Сер.: Науки о Земле. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2011. – № 3/1 (71). – С. 84–88.
 103. Ненашева, Г.И., Репин Н.В., Репина К.Н. Опыт аэропалинологических исследований воздушной среды // География и природопользование Сибири. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2009. – Вып. 11. – С. 183–188.
 104. Ненашева Г.И., Репина К.Н. Пыльца аллергенных растений в воздушном бассейне над г. Барнаулом // Экология России: на пути к инновациям: межвуз. сб. науч. тр. / сост. Ю.А. Рогожина. – Астрахань: Астраханский ун-т, –2009. – Вып. 1. – С. 112–115.
 105. Ненашева Г.И., Репина К.Н. Особенности сезонной и суточной ритмики пыления аллергенной растительности г. Барнаула // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: мат. IX Международ. науч.-практ. конф. (25–27 октября 2010 г., Барнаул). – Барнаул: АзБука, 2010. – С. 187–189.
 106. Ненашева Г.И., Репина К.Н. Результаты аэропалинологического мониторинга в г. Барнауле в 2011 г. // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: сб. науч. ст. по материалам X науч.-практ. конф. (24–27 октября 2011 г., Барнаул). – Барнаул: АРКТИКА, 2011. – С. 122–124.
 107. Ненашева Г.И., Репина К.Н., Репин Н.В. Аэропалинологический мониторинг по г. Барнаулу // Экологическое равновесие и устойчивое развитие территории: сб. мат. Междунар. науч.-практ. конф. 30–31 марта 2010 г.: / под общ. ред. В.Н. Скворцова. – СПб.: ЛГУ им. А.С. Пушкина, 2010. – С. 112–114.
 108. Ненашева Г.И., Силантьева М.М, Михайлов Н.Н. Палинологические исследования голоценовых отложений оз. Рублево (Михайловский район Алтайского края) и их ботаническая интерпретация // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии:

- мат. V Междунар. науч.-практ. конфер. (21–23 ноября 2006 г., Барнаул). – Барнаул: АзБука, 2006. – С. 164–168.
109. Ненашева Г.И., Соколов А.В., Рябчинская Н.А, Максимова Н.П., Новикова А.Н. Палинологические исследования биологической составляющей аэроспектра г. Барнаула // Географические исследования молодых ученых в регионах Азии: сб. ст. по итогам конкурса научных работ молодых ученых, проведенного в рамках молодежной научной конференции с международным участием. – Барнаул: АзБука, 2012. – С. 89–95.
 110. Новиков И.С. Морфотектоника Алтая. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2004. – 313 с.
 111. Огуреева Г.Н. Ботаническая география Алтая. – М.: Наука, 1980. – 187 с.
 112. Окишев П.А. Динамика оледенения Алтая в позднем плейстоцене и голоцене. – Томск: Изд-во ТГУ, 1982. – 210 с.
 113. Орлова Л.А. Голоцен Барабы. Стратиграфия и радиоуглеродная хронология. – Новосибирск: Наука, 1990. – 126 с.
 114. Пахомов М.Н., Чупина Л.Н. Главные закономерности в формировании современных спорово-пыльцевых спектров в горах востока Средней Азии // Методические вопросы палинологии. – М.: Наука, 1973. – С. 134–139.
 115. Пермяков А.И. Особенности формирования спорово-пыльцевых спектров современных континентальных осадочных отложений (на примере бассейна р. Енисей) // Четвертичная геология и геоморфология Западно-Сибирской низменности: труды ИГиГ. – Новосибирск: Изд-во ИГиГ СО АН СССР, 1964. – Вып. 25. – С. 82–91.
 116. Пермяков А.И. Спорово-пыльцевые спектры поверхностных проб и состав растительного покрова в районе Нижней Тунгуски // Вестник МГУ. Сер. VI: Биология и почвоведение. – 1966. – № 6. – С. 65–71.
 117. Пермяков А.И. Закономерности отражения растительности в спорово-пыльцевых спектрах осадочных отложений различного генезиса (на примере бассейна р. Енисей): автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – М., 1968. – 15 с.
 118. Писарева В.В. Проблема интерпретации палинологических данных в связи с переотложением и перерывами в осадконакоплении // Методические аспекты палинологии. – М., 2002. – С. 198–199.

119. Поздняков Л.К. Лиственница даурская. – М., 1975. – 312 с.
120. Полевова С.В. Анализ взаимосвязи начала пыления некоторых ветроопыляемых растений // Палинология: Теория и практика: мат. XI Всерос. палинологической конф. – М., 2005. – С. 205–206.
121. Проблемы палеоэкологии, геологии и археологии палеолита Алтая. – Новосибирск: Изд-во Ин-та археол. и этногр. СО РАН, 1998. – 321 с.
122. Пыльцевой анализ / под ред. И.М. Покровской. – М.: Госгеолиздат, 1950. – 560 с.
123. Пыцкий В.И., Адрианова Н.В., Артомасова А.В. Аллергические заболевания. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Триада-Х, 1999. – 470 с.
124. Пьянченко Н.И. Результаты палинологического изучения торфяников Енисейской полосы Сибири // Значение палинологического анализа для стратиграфии и палеофлористики. – М.: Наука, 1966. – С. 232–238.
125. Ревушкин А.С. Высокогорная флора Алтая. – Томск: Изд-во ТГУ, 1988. – 320 с.
126. Ревякин В.С., Галахов В.П., Голещихин В.П. Горно-ледниковые бассейны Алтая. – Томск: Изд-во ТГУ, 1979. – 310 с.
127. Ревякина Н.В. Современная приледниковая флора Алтае-Саянской горной области. – Барнаул, 1996. – 310 с.
128. Редькин А.Г. Природные условия плоскогорья Укок в позднем плейстоцене – голоцене: дис. ... канд. геогр. наук. – Барнаул, 1998. – 174 с.
129. Рельеф Алтае-Саянской горной области. – Новосибирск: Наука, 1988. – С. 206.
130. Рутковская Н.В. Климатическая характеристика сезонов года Томской области. – Томск: Изд-во ТГУ, 1979. – 116 с.
131. Савина Л.Н., Буренина Т.А. Сохранность пыльцы лиственницы в лесных почвах и отражение состава лиственничных лесов Монголии в рецентных спектрах // Палеоботанические исследования в лесах Северной Азии. – Новосибирск: Наука, 1981. – С. 62–83.
132. Самойлова Г.С. Типы ландшафтов гор Южной Сибири. – М.: Изд-во МГУ, 1973. – 55 с.
133. Самойлова Г.С. Ландшафтная структура физико-географических регионов Горного Алтая // Ландшафтоведение: теория и практика. – М.: Мысль, 1982. – С. 154–164.

134. Сапожникова С. А. Микроклимат и местный климат. – Л.: Гидрометеоздат, 1950. – 250 с.
135. Сапожникова С.А. Особенности термического режима Горного Алтая // Труды НИИАК. – 1965. – Вып. 33. – С. 97–123.
136. Сафарова С.А. К методике палинологических исследований в условиях межгорных котловин Южной Сибири // Систематика и методы изучения ископаемых пыльцы и спор. – М.: Наука, 1964. – С. 198–207.
137. Сафарова С.А. Особенности формирования спорово-пыльцевых спектров в условиях межгорных котловин // Методические вопросы палинологии. – М.: Наука, 1973. – С. 143–153.
138. Севастьянов В.В. Климаты высокогорных районов Алтая и Саян. – Томск: Изд-во ТГУ, 1998. – 201 с.
139. Свиточ А.А. Стратиграфия и условия формирования новейших отложений Горного Алтая // Разрез новейших отложений Алтая. – М.: Изд-во МГУ, 1978. – С. 178–188.
140. Свиточ А.А. Основные этапы палеогеографии Приобского плато, подгорной равнины и Горного Алтая // Разрез новейших отложений Алтая. – М.: Изд-во МГУ, 1978. – С. 188–193.
141. Северова Е.Э., Полевова С.В. Аэропалинологические исследования как составная часть общего мониторинга состояния атмосферы // Экополис-2000: мат. III Междунар. конф. по программе «Экополис». – М., 2000. – С.84.
142. Северова Е.Э., Полевова С.В., Мейер-Меликян Н.Р., Бовина И.Ю. Таксономический состав аэропалинологического спектра г. Москвы // Бюллетень Московского общества испытателей природы, отдел. биол. – 2000. – Т. 105, вып. 1. – С. 44–50.
143. Северова Е.Э. Особенности пыления березы по результатам многолетних наблюдений // Бюллетень Московского общества испытателей природы, отдел. биол. – 2004. – Т. 109, вып. 1. – С. 53–55.
144. Северова Е.Э. Аэропалинология: современное состояние и перспективы развития // Палинология: Теория и практика: мат. XI Всерос. палинологической конференции. – М., 2005. – С. 234–235.
145. Северова Е.Э. Календарь цветения или календарь пыления, 2009 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.allergology.ru>.
146. Сладков А.Н. Введение в спорово-пыльцевой анализ. – М.: Наука, 1967. – 270 с.

147. Соломина О.Н. Горное оледенение Северной Евразии в голоцене. – М.: Научный мир, 1999. – 272 с.
148. Солоневич К.И. Методы и техника пыльцевого анализа // Сов. ботаника. – 1939. – № 3. – С. 35–49.
149. Сухова М.Г., Русанов В.И. Климаты ландшафтов Горного Алтая и их оценка для жизнедеятельности человека. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. – 150 с.
150. Справочник по климату СССР. Температура воздуха и почвы. Вып. 20. Ч. I. – Л.: Гидрометеоиздат, 1965. С. 202.
151. Справочник по климату СССР. Солнечная радиация, радиационный баланс и солнечное сияние. – Л.: Гидрометеоиздат, 1969. – Вып. 20, ч. I. – С. 202.
152. Споры папоротникообразных и пыльца голосеменных и однодольных растений флоры европейской части СССР. – Л: Наука, 1983. – 210 с.
153. Стратиграфический кодекс СССР. – Л.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1977. – 80 с.
154. Тихомиров Б.А. Данные о заносе пыльцы древесных пород к северу от лесной границы // Докл. АН СССР. – 1950. – № 74. – С. 753–755.
155. Тронов М.В. Очерки оледенения Алтая. – М.: Географиз, 1949. – 260 с.
156. Тюремнов С.Н. Сохранность пыльцы в торфяниках и озерных отложениях голоцена // Материалы I Международной палинологической конференции. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – С. 49–55.
157. Тюремнов С.Н. Березина Н.А. О разрушении пыльцы древесных пород в различных условиях водно-минерального режима // Вестник МГУ. Сер. VI. Биол., почвовед. – 1965. – № 5. – С. 62–71.
158. Федорова Р.В. Некоторые особенности морфологии пыльцы культурных злаков // Работы по спорово-пыльцевому анализу. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – С. 166–186.
159. Федорова Р.В. Пыльца растений в воздухе // Проблемы физической географии. – М., 1950а. – Вып. 15. – С. 228–231.
160. Федорова Р.В. Распространение ветром пыльцы дуба // Труды конференции по спорово-пыльцевому анализу (1948). – М.: Изд-во МГУ, 1950б. – С. 197–210.
161. Федорова Р.В. Количественные закономерности в распространении ветром пыльцы дуба // Труды Ин-та географии АН СССР. – 1950в. – Вып. 46. – С. 203–255.

162. Федорова Р.В. Распространение пыльцы и спор текучими водами // Труды Ин-та географии АН СССР. – 1952а. – Вып. 52 (7). – С. 46–72.
163. Федорова Р.В. Количественные закономерности распространения пыльцы древесных пород воздушным путем // Труды Ин-та географии АН СССР. – 1952б. – Вып. 52 (7). – С. 91–103.
164. Федорова Р.В. Распространение пыльцы березы воздушным путем // Труды Ин-та географии АН СССР. – 1959а. – Вып. 77. – С. 139–144.
165. Федорова Р.В. Рассеивание воздушным путем пыльцы злаков // Труды Ин-та географии АН СССР. – 1959б. – Вып. 77. – С. 145–156.
166. Федорова Р.В. Рассеивание воздушным путем пыльцы некоторых травянистых растений // Изв. АН СССР. Сер. геогр. – 1956. – № 1. – С. 104–109.
167. Филяндышева Л.Б., Окишева Л.Н. Сезонные ритмы природы Западно-Сибирской равнины. – Томск: Пеленг, 2002. – 404 с.
168. Филимонова Л.В. Комплексное использование различных методов при реконструкции палеогеографии позднеледниковья и голоцена среднетаежной подзоны Карелии // Методические аспекты палинологии. – М., 2002. – С. 264–266.
169. Фирсова Л.В., Волкова В.С., Левина Т.П., Николаева И.В., Орлова Л.А., Панычев В.А., Волков И.А. Стратиграфия, геохронология и стандартная спорово-пыльцевая диаграмма голоценового торфяника болото Гладкое в Новосибирске (Правые Чемы) // Проблемы стратиграфии и палеогеографии плейстоцена Сибири. – Новосибирск: Наука, 1982. – С. 96–107.
170. Харламова Н.Ф. Климат // Энциклопедия Алтайского края: в 2 т. – Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1995. – Т. 1. – С. 32–38.
171. Харламова Н.Ф., Ревякин В.С., Леконцев Б.А. Климат и сезонная ритмика природы Барнаула. – Барнаул: Алт. кн. изд-во, 2005. – 144 с.
172. Хомутова В.И., Чернова Г.М. Субрецентные спорово-пыльцевые спектры – источники информации о растительном покрове // Проблемы ботанической географии. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 1998. – С. 121–131.
173. Хотинский Н.А. Корреляция голоценовых отложений и абсолютная хронология схемы Блитта-Сернандера // Голоцен. – М.: Наука, 1969. – С. 78–90.

174. Хотинский Н.А. Голоцен Северной Евразии. – М.: Наука, 1977. – 200 с.
175. Хотинский Н.А. Радиоуглеродная хронология природных и антропогенных рубежей голоцена // Геохронология четвертичного периода. – М.; Таллин, 1985. – С. 10–11.
176. Хотинский Н.А., Алешинская З.В., Гуман М.А., Климанов В.А., Черкинский А.Е. Новая схема периодизации ландшафтно-климатических изменений в голоцене // Сер. географическая № 3. – 1991. – С 30–42.
177. Хотинский Н.А., Волкова В.С., Левина Т.П., Лисс О.Л. Особенности географической среды // Исторические процессы в Западной Сибири. – Томск: Изд-во ТГУ, 1979. – С. 10–12.
178. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. – СПб.: Мир и семья-95, 1995. – С. 992.
179. Чернова Г.М. Особенности формирования рецентных и субрецентных спорово-пыльцевых спектров в Зайсанской впадине и горах Юго-Западного Алтая: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Л., 1985. – 15 с.
180. Чернова Г.М., Михайлов Н.Н. Особенности формирования рецентных и субрецентных спорово-пыльцевых спектров на территории Зайсанской впадины и в горах Юго-Западного Алтая // Вестник ЛГУ. – 1986. – Вып. 4. – С. 56–64.
181. Чистяков К.В., Селиверстов Ю.П. Региональная экология малоизмененных ландшафтов: северо-запад Внутренней Азии. – СПб.: Изд-во Петерб. ун-та, 1999. – 264 с.
182. Чупина Л.Н. Пахомов М.М. Пыльца древесных пород в современных спорово-пыльцевых спектрах Средней Азии и Казахстана // Палинология голоцена. – М., 1971. – С. 227–237.
183. Шилова Г.Н. К методике интерпретации спорово-пыльцевых спектров в горных районах Монголии. – Новосибирск: Наука, 1984. – С. 61–65.
184. Эрдтман Г. Морфология пыльцы и систематика растений. – М.: Изд-во иностранной литер., 1956. – 486 с.
185. Ямских Г.Ю. Растительность и климат голоцена Минусинской котловины: монография. – Красноярск: Изд-во Красноярского ун-та, 1995. – 180 с.
186. Ямских Г.Ю. Реконструкция растительности и климата голоцена внутриконтинентальных территорий Приенисейской Сибири: автореф. дис. ... докт. геогр. наук. – Барнаул, 2006. – 32 с.

187. Blyacharchuk T.A., Wright H.E., Borodavko P.S., W.O. van der Knaap, Ammann B. Late Glacial and Holocene vegetational changes on the Ulagan high-mountain plateau, Altai Mountains, southern Siberia // *Palaeogeography. Palaeoclimatologie. Palaeoecology.* – 2004. – Vol. 209. – P. 259– 279.
188. Erdtman Y. *An introduction to pollen analysis.* – Waltham (Mass), 1943. – 239 p.
189. Nakazawa F., Fujita K., Uetake J., Kohno M., Fujiki T., Arhipov S., Kameda T., Suzuki K. and Fujii Y. Application of pollen analysis to dating of ice cores from lower-latitude glaciers // *Journal of geophysical.* – 2004. – Vol. 109. – 6 p.
190. Rempl H. *Untersuchungen über die Verbreitung des Blütenstaub durch die luftströmungen.* – *Planta*, 1937. – Bd. 27. – S. 93–147.

Научное издание

Ненашева Галина Ильинична

**РАСТИТЕЛЬНОСТЬ И КЛИМАТ ГОЛОЦЕНА
МЕЖГОРНЫХ КОТЛОВИН ЦЕНТРАЛЬНОГО АЛТАЯ**

Монография

Редактор: Г.Я. Ульченко

Подготовка оригинал-макета: Н.Я. Тырышкина

Изд. лиц. ЛР№020261 от 14.01.1997 г.

Подписано в печать 28.10.2013. Формат 60x84/16.

Усл. печ. л. 9,5. Тираж 300 экз. Заказ 322.

Издательство Алтайского государственного университета

Типография Алтайского государственного университета

656049, Барнаул, ул. Димитрова, 66