

УДК 551.79

М.Н. АЛЕКСЕЕВ, Л.В. ГОЛУБЕВА, И.Г. ЛИСКУН, В.Т. СОКОЛОВСКАЯ

### КЛИМАТОСТРАТИГРАФИЯ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

В течение последнего десятилетия благодаря детальному комплексному изучению четвертичных отложений на севере Восточной Сибири были получены материалы, обеспечивающие возможность палеоклиматической реконструкции и разработки климатостратиграфических схем для ледниковой и перигляциальной зон. Большое значение для выполнения этой работы имели специальные исследования, предпринятые в рамках программы проекта "Граница между неогеном и четвертичной системой" Международной программы геологической корреляции (Проект № 41 МПГК), а также в связи с подготовкой материалов к экскурсии XI Конгресса ИНКВА по Центральной Якутии.

Изучение четвертичных отложений проводилось на основе использования всех доступных в настоящее время методов, с помощью которых проверялись био- и климатостратиграфические выводы, сделанные в ходе исследований прежних лет. Были получены данные, позволившие по новому подойти к палеоклиматической интерпретации разновозрастных и генетически различных четвертичных отложений Центральной и Северной Якутии. Существенную роль в выполнении палеогеографических (в том числе и палеоклиматических) реконструкций играли материалы геологической съемки, позволившей проследить на больших расстояниях отдельные горизонты и серии четвертичных отложений.

В настоящей работе авторы пользовались стратиграфической схемой, согласно которой объем четвертичной системы оценивается в 1,65 млн лет; четвертичная система делится на три раздела: эоплейстоцен (1,65–0,7 млн лет), плейстоцен (0,7–0,01 млн лет) и голоцен (от 0,01 млн лет и моложе). В плейстоцене выделяются нижнее, среднее и верхнее звенья.

При написании настоящей статьи авторы использовали результаты собственных исследований, выполненных в течение последних лет в долинах рек Лены, Алдана, Вилюя, Тунга и Анабара (рис. 1), а также опубликованные материалы по четвертичным отложениям севера Восточной Сибири.

Выяснение основных климатических этапов развития природной среды на севере Восточной Сибири стало возможным лишь после детального изучения системы опорных разрезов четвертичных отложений. Наиболее полные разрезы этих отложений рас-

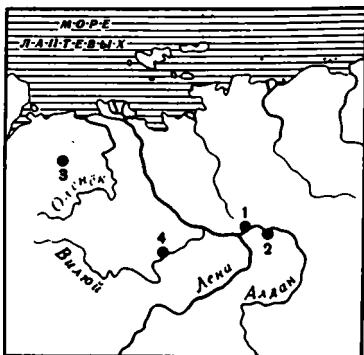


Рис. 1. Схема местоположения основных разрезов  
1 – Чуйское обнажение; 2 – Тандинское обнажение;  
3 – разрезы в бассейне р. Анабар; 4 – Чебыдинское обнажение

положены по долинам крупных рек. Обнажения постоянно обновляются благодаря вытаиванию льдистых масс. Поэтому при изучении опорных разрезов севера Восточной Сибири проводились повторные посещения одних и тех же обнажений и систематический сбор палеонтологического и геологического материала.

### ЧУЙСКОЕ ОБНАЖЕНИЕ

На правом берегу р. Алдан, в 35 км от устья, в крутом 70-метровом склоне от бровки и до уреза реки вскрываются различные по возрасту и генезису отложения (сверху вниз, рис. 2, см. вкл.).

Мощность, м

1. Супесь серая и буровато-серая, пылеватая, в верхней части слоя с ржавыми разводами и пятнами, неслоистая, местами лёссовидная, только в нижней части слоя слабо проявляется тонкая горизонтальная слоистость, кое-где следы мерзлотных деформаций. В слое встречаются растительные остатки, в разной степени измененные; свежие обрывки листьев, веточек и корней с хорошо сохранившимся клеточным строением. В породе много карбонатных трубочек, развивающихся вокруг корневых остатков. Изредка присутствуют бурые или черные корочки округлой формы, сложенные гидроокислами железа. Терригенные зерна представлены кварцем, реже полевыми шпатами; много слюды, преимущественно мусковита. В почве присутствуют глинистые минералы гидрослюдистого ряда. В основном же пелитовая фракция состоит из тонких терригенных зерен, по составу аналогичных крупным фракциям пород. Карбонатность отложений около 10%, только в нижней части почвенного горизонта она достигает 20%. Карбонат представлен тонкозернистым кальцитом в разного рода трубочках и корочках, тонко распылен в породе или, что значительно реже, наблюдается в виде терригенных зерен. Своеобразной чертой слоя является присутствие хорошо окатанных зерен кварца, реже — других минералов с неровной поверхностью, что наряду с лёссовидным обликком пород позволяет говорить о том, что они имеют частично золотое происхождение . . . . . 2—3

2. Супесь желтовато-серая и серая, уплотненная, тонкого горизонтально-слоистая за счет переслаивания пород разных оттенков цвета или более опесчаненных и глинистых прослоев, с многочисленными растительными остатками: обломками стволов и корней деревьев и кустарников, обрывками листьев, шишками и семенами. Часть обломков деревьев ориентирована вертикально. Органическое вещество обычно хаотически рассеяно или, что значительно реже, образует скопления в прослоях глинистых пород. Первичные текстуры пород сильно изменены криогенными нарушениями — отдельные прослои супеси с подчиненными слоями суглинка дислоцированы и образуют линзы и гнезда неправильной формы с характерными фигурами залегания по трещинам. Терригенные зерна представлены в основном кварцем, в меньшей степени полевыми шпатами, зерна последних свежие и имеют четкое двойниковое строение. Форма зерен разнообразная, как правило, они плохо окатаны. Характерной чертой слоя является сильная трещиноватость зерен, что, вероятно, связано с воздействием мерзлотных процессов. Текстура пород и морфологический облик зерен свидетельствуют о сезонном промерзании и оттаивании осадков. Карбонатность пород не превышает 8—10%. Карбонат представлен тонкокристаллическим кальцитом; значительно реже встречаются зерна окисленного сидерита. В отложениях слоя найдены кости грызунов *Microtus gregalis* Pallas, *Microtus* sp., *Clethrionomys* sp., *Lemmus* sp.<sup>1</sup> Среди растительных остатков определены шишки и семена *Larix sibirica* Lbd., Pinaceae spp., Cupressaceae sp., Ranunculaceae sp., Corisphermum sp., Potentilla sp. В спорово-пыльцевых спектрах преобладает пыльца недревесных растений (Ericales) и трав. Среди последних значительный процент составляют лебедовые, полины, злаки. Пыльца древесных пород и кустарников представлена лиственницей, елью, сосной (*Pinus ramiflora*), березой (древовидная и кустарниковая формы) и ольховника. Состав спектров позволяет считать, что отложения формировались в лесостепных ландшафтах. Климат был более континентальным, чем современный. Большое количество пыльцы лебедовых указывает на наличие поверхностного засоления почв. Среди спор постоянно присутствуют *Selaginella sibirica* и другие виды плаунов, типичные для перигляциальной растительности в условиях континентального климата (см. рис. 2) . . . . . 7

3. Суглинки и супеси с прослоями зашлени, темно-серые, реже буровато-серые, в верхней части сильно нарушены мерзлотными процессами. В нижней части слоя горизонтальная слоистость, образованная чередованием тонких прослоев суглинка, супеси и ила. Состав пород преимущественно кварцевый, полевые шпаты присутствуют в подчиненном количестве, некоторые зерна слабо пелитизированы, карбонатность по-прежнему остается в пределах 8—10%. Карбонат тонко распылен в породе и представлен кальцитом. Комплекс акцессорных минералов такой же, как и в вышеуказанных отложениях. Пластинки слюды, присутствующие в породах, нередко имеют расплывчатые контуры и осветленные края. Трещиноватость зерен, столь характерная для пород слоя 1 и 2, раз-

<sup>1</sup> Определения остатков мелких млекопитающих выполнены Г. Г. Фроловой.

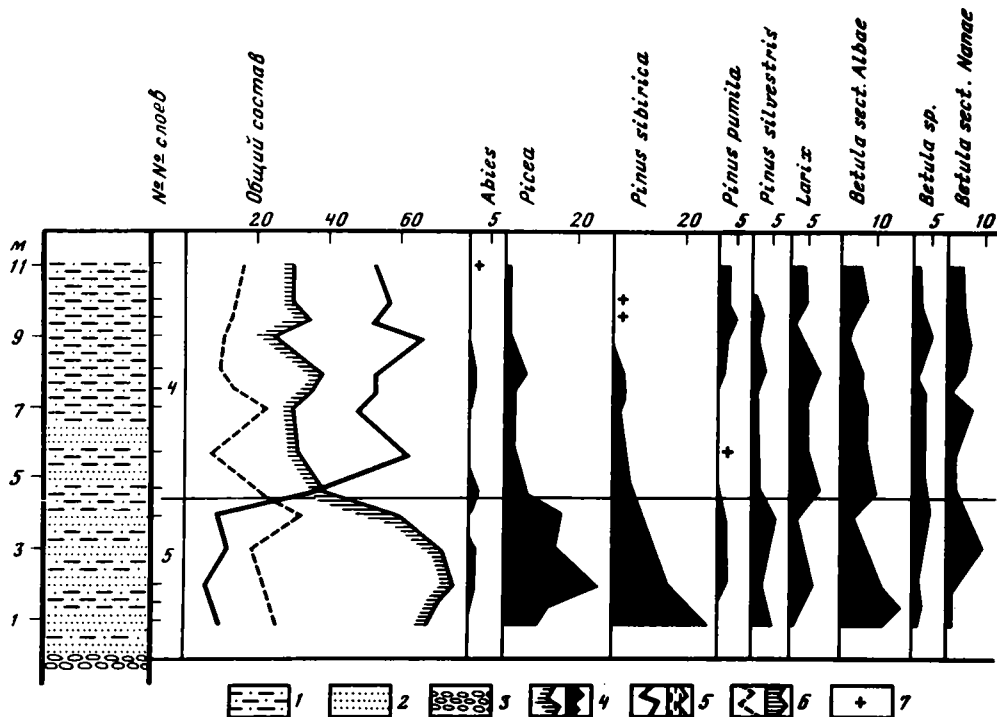


Рис. 3. Спорово-пыльцевая диаграмма озерных отложений Чуйского обнажения

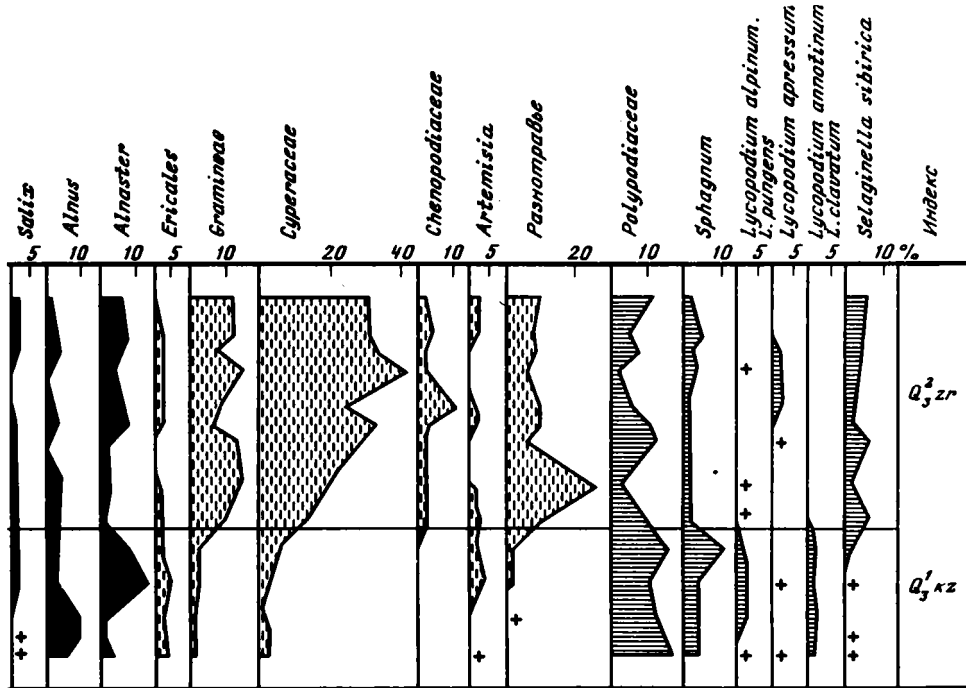
1 — супесь; 2 — песок; 3 — валуны и галька; 4 — пыльца древесных пород и кустарников; 5 — пыльца травянистых растений; 6 — споры; 7 — единичные пыльцевые зерна

Мощность, м

вита в значительно меньшей степени. В породах в большом количестве присутствуют обломки стволов, веток, хвои и шишек лиственницы. В спорово-пыльцевых спектрах по сравнению со спектрами вышележащих отложений значительно возрастает содержание пыльцы лиственницы, появляется пыльца ели (до 23%), широкое распространение имели кустарниковые виды берез и ольхи. В развитии растительности выделяются: фаза лиственных тонких лесов и фаза темнохвойных лесов с преобладанием ели (см. рис. 2). Наряду с лесами была развита тундровая растительность из кустарниковых видов ольхи, берез и тундровых видов плаунов. Состав растительности и литологические особенности отложений свидетельствуют о том, что во время накопления слоя наступило потепление климата. . . . . 13

4. Супеси и суглинки серые, желтовато-серые и темно-серые, с линзами и прослоями детрита и ила. Супеси рыхлые, суглинки и илы нередко уплотнены. В породах четко выражены криогенные текстуры типа инволюций. Породообразующим компонентом является кварц; полевые шпаты и темнокветные минералы играют второстепенную роль. Зерна кварца нередко разбиты трещинами, форма зерен разнообразная, хотя преобладают остроугольные зерна неправильной формы. В породах довольно много карбонатов (10–12%), которые встречаются в основном в виде терригенных зерен песчаной и алевроитовой размерности. В тяжелой фракции пород преобладают амфиболы и пироксены. Растительные остатки, помимо отдельных тонких прослоев, хаотически распределены в толще пород; органическое вещество преимущественно свежее — обрывки листьев и стеблей трав, реже семян с четким клеточным строением. В составе палинологических спектров преобладает пыльца травянистых растений, представленных осоками, злаками, лебедовыми, разнотравьем. В составе древесных присутствует пыльца лиственницы, березы, ивы. Пыльца кустарниковой березы составляет до 60%, ольховника — до 45%. В составе спор много сфагновых мхов. Встречаются споры *Selaginella sibirica* и тундровых видов плаунов: *Lycopodium appressum*, *L. alpinum*, *L. plangena*. Отложения содержат ясные следы похолодания (остатки растительности тундры и лесотундры). . . . . 15

5. Чередование серой супеси, мелкозернистых песков, заиленных песков с горизонтальной и волнистой слоистостью, серых, желтовато-серых и зеленовато-серых с линзами хорошо отсортированного серого песка. Состав пород преимущественно кварцевый, в то же время немалая роль при-



Мощность, м

надлежит полевым шпатам и терригенному кальциту, в качестве незначительной примеси присутствуют темноцветные минералы. В отдельных прослоях карбонатных пород достигает 15%. Карбонат представлен кальцитом. Форма обломочных зерен разнообразная, но по сравнению с вышележащими породами здесь в большом количестве встречаются и хорошо окатанные, округлые зерна. Многие зерна полевых шпатов в разной степени пелитизированы. В породах присутствует растительный детрит, редкие мелкие включения деревьев и кустарников. Криогенные нарушения в слое отсутствуют (рис. 3).

Спорово-пыльцевые спектры характеризуют растительность с большим количеством древесных пород и кустарников. Постоянно присутствует пыльца ели, лиственницы, сосны, кедра, березы преобладающей (преобладает) и березы кустарниковой (встречается единично), ольхи, ольховника. Среди спор отмечается преобладание папоротников, что характерно для лесного типа растительности. Споры плауна *Selaginella sibirica* встречаются спорадически. Судя по характеру растительности, климат был теплее современного.

В верхней, по течению реки, части обнажения на том же уровне залегают пески с галькой, имеющие близкую палинологическую характеристику. В этой серии осадков на общем фоне прямой полярности несколько образцов оказались обратно намагниченными. С учетом геологических соотношений, палеоботанических и палеоклиматических данных этот интервал обратной полярности может интерпретироваться как эпизод Блейк эпохи прямой полярности Брюнес<sup>2</sup>. Оценка палеоботанических, магнитостратиграфических и климатостратиграфических данных позволяет отнести отложения слоя ко времени казанецкого межледниковья. . . . . 5-6

6. Переслаивание темно-серой пылевой супеси с серовато-желтыми песками и глинами галечника с прослоями намытого растительного материала. Гальки и мелкие валуны в верхней части слоя ориентированы вертикально, что свидетельствует о криогенной переработке материала в условиях активного слоя, т.е. о перерыве, имевшем место перед накоплением слоя 5. Песчаные и алевритовые зерна в разной степени окатаны и имеют полевошпатово-кварцевый состав с примесью слюды и фемических минералов. Пластинки биотита и мусковита округлой формы, нередко со вздутыми, распухшими краями. В породах много равномерно рассеянных мелких зернышек карбоната, присутствуют терригенные зерна его песчаной размерности. Карбонат представлен кальцитом и слабоокисленным сидеритом. Из слоя определены семена *Larix* sp., *Picea* sp., *Carex* sp., *Menyanthes trifoliata* L., *Ranunculus* sp., *Rubus idaeus* L., *Viola* sp., *Potamogeton zosterifolius* Schum. Из скоплений

<sup>2</sup> Палеомагнитные определения сделал П.С. Минюк.

растительного материала происходят остатки мелких млекопитающих *Dicrostonyx simplicior* и др. Мощность слоя невыдержанная, местами он совсем выклинивается. . . . . 2,5–3

7. Галечники и валуны с серым разнозернистым песком в заполнителе. Сортировка материала плохая. Отдельные валуны достигают 30–40 см в диаметре. Много галек и валунов покрыто бурыми гидроокислами железа. Наблюдаются не выдержанные по мощности прослои серого песка с гравием и обломками древесины. Состав обломочного материала слоя более пестрый, чем состав пород вышележащих слоев, в связи с этим изменился состав тяжелой части алевритовой фракции пород, увеличилось количество рудных минералов, меньше стало амфиболов, больше граната и циркона, возросла роль пироксенов. Гальки и валуны представлены породами верхоянского комплекса. Ряд исследователей (Русанов, 1968; Катаронов, 1963) отмечает, что толща серых галечников и валунов прослеживается по долине р. Тумара (правого притока р. Алдан) вплоть до морен верхоянского оледенения. Эти же отложения встречаются в правобережных обнажениях р. Алдан и в долинах его правых притоков. Грубообломочная пачка представляет собой фрагмент флювиогляциального шлейфа среднеплейстоценового оледенения Верхоянья. На контакте с подстилающим слоем местами наблюдается тонкий прослой серого разнозернистого песка с гравием и пылью *Tsuga*, которая, по-видимому, переотложена из неогеновых отложений . . . . . 12

8. Песок желтый и желтовато-серый, разнозернистый, с гравием, переполненный галькой и мелкими валунами. Присутствуют подчиненные прослой песка, хорошо отсортированного, с отдельными редкими гальками. Хорошо выражена косая и близкая к горизонтальной слоистость. В отличие от вышележащих слоев гальки по своему петрографическому составу характеризуются большим разнообразием, что связано с активным сносом обломочного материала с Алданского щита. Изменение области питания отчетливо проявилось и на составе акцессорных минералов пород. В тяжелой части алевритовой фракции господствуют амфиболы, причем не только возрастает количество, но и резко меняется их облик, в результате чего фракция приобретает весьма своеобразный вид. По-прежнему присутствует много рудных минералов, циркона, граната и пироксенов. В заметных количествах встречены ставролит и турмалин. В единичных зернах отмечен рутил. В породах присутствуют карбонаты, представленные мелкими зернами кальцита и слабоокисленного сидерита, последний, по-видимому, имеет как терригенное, так и аутигенное происхождение. В отложениях много растительных остатков, которые в отличие от растительных остатков, захороненных в вышележащих породах, сильно изменены. В составе спорово-пыльцевого спектра пыльца древесных пород составляет 42%, недревесных растений – 10%, спор – 48%. В составе пыльцы древесных *Larix*, *Picea* sp., *Pinus* sp., *Pinus pumila*, *Betula* sp., *Alnaster*, *Salix*. Пыльца трав представлена *Сyperaceae*, *Cenopodiaceae*, *Саgrophyllaceae*, *Compositae*, *Artemisia* и разнотравьем. Осразцы из этого слоя обратно намагничены. Принимая во внимание спорово-пыльцевые данные, свидетельствующие о четвертичном облике пыльцы, и результаты палеомагнитных исследований, можно считать, что в магнитостратиграфической шкале слой должен относиться к верхней части Матуяма . . . . . 2

9. Песок рыхлый, желтый, реже серый, разнозернистый, с прослоями и линзами галечника, гравия и глинистых алевритов ярко-желтого или бурого цвета. Характерно чередование горизонтально-слоистых и косослоистых серий. Песчаные и гравийные зерна и гальки хорошо окатаны, отдельные участки прочно сцементированы гидроокислами железа темно-бурого цвета. Состав песка полевошпатово-кварцевый, с примесью слюд и небольшого количества темноцветных минералов. Почти все зерна полевых шпатов пелитизированы, слюды сильно разложены. Некоторые прослои песков плохо промыты, в них, а также в линзах глинистых алевритов пелитовая фракция состоит из глинистых минералов с примесью мелких терригенных зерен. Глинистое вещество гидрослюдистого состава имеет тонкочешуйчатое строение или образует пленки псевдомонокристаллов вокруг обломочных зерен. Состав отложений, их текстурные и структурные особенности позволяют считать, что формирование слоя происходило в довольно теплых и относительно влажных климатических условиях. В песках присутствуют выклинивающиеся прослои и линзы fossilized древесины и других растительных остатков. Встречаются куски стволов до 1 м в диаметре. В скоплениях растительных остатков найдены шишки *Pinus spinoza* Herbst и *Picea* sp., а также эндокарпии *Juglans jasutica* Dorof. В спорово-пыльцевых спектрах пыльца древесных пород составляет от 50 до 84%, пыльца недревесных растений от 9 до 16%, споры – 7–3,4%. В составе пыльцы древесных пород установлены *Abies*, *Larix*, *Picea*, *Pinus*, *Pinus pumila*, *Betula*, *Betulaceae*, *Alnaster*, *Alnus*, *Tsuga*, *Juglandaceae*, *Salix*, *Ulmus*, *Quercus*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Pterocarya*, *Corylus*, *Myrica*. Среди недревесных встречаются *Artemisia*, *Ericaceae*, *Gramineae*, *Cyperaceae* и др. Среди спор много *Filicales*, *Lycopodium* sp. В верхней части слоя установлена зона прямой полярности, которая, по-видимому, соответствует эпохе Гаусс, нижележащие отложения намагничены обратно . . . . . (видимая) до 15

Лёссовидные отложения слоя 1 представляют собой перевеянный мелкозем из подстилающей толщ, измененный затем мерзлотными процессами. Западный термокарстовый рельеф на пологом склоне связан с вытаяванием последней генерации ледяных жил, образование которых относится к сартанскому времени. Отложения слоя 2 накапливались в суровых условиях холодного и сухого климата, о чем свидетельствует

активная криогенная переработка материала, особенности вещественного состава и данные спорово-пыльцевого анализа, отражающие ландшафты лесотундрового типа. Слой 3 содержит в своей верхней части ясные следы процессов термокарста, связанного, по-видимому, с некоторой деградацией постоянной мерзлоты. Этот процесс развивался в части разреза, относящейся к активному слою. Об этом же свидетельствует характер изменения слюдястого материала; вздутые края пластинок, изменение окраски (осветление) периферических частей пластинок биотита, нечеткие их контуры, пелитизация зерен полевых шпатов — все это требует наличия влаги и хотя бы относительного тепла. В связи с этим формирование отложений слоя 3 следует относить к каргинскому времени.

Слой 4 относится ко времени зырянского оледенения. В суглинисто-сулещаных озерных отложениях спорово-пыльцевые спектры отражают растительность перигляциальных лесотундровых ландшафтов. Свежесть остатков органического вещества и минеральных зерен, морфологический облик терригенного материала свидетельствуют о суровости климатических условий этого времени. Но климат этого времени был более влажным, чем климат сартанского времени.

Озерные супеси и пески слоя 5 практически не содержат следов сингенетических криогенных нарушений. Данные палинологических и карпологических исследований свидетельствуют о том, что формирование этого слоя проходило в условиях наиболее теплого климата верхнего плейстоцена. Граница распространения сибирского кедра, типичного для юга Восточной Сибири, продвинулась в это время на север по крайней мере на 1000 км. Отложения слоя 5 отнесены ко времени казанцевского межледникового верхнего плейстоцена.

Слой озерных отложений (5) залегает на неровной поверхности флювиогляциальных отложений. Верхняя их часть — слой 6 — представлена невыдержанными выклинивающимися пылеватými песками, супесью и валунами с гравием и галькой. Весь обломочный материал представлен породами верхоянского комплекса — серыми и светлорозовыми сливными песчаниками, темными плотными алеволитами. Среди остатков млекопитающих присутствуют кости *Dicrostonyx simplicior*, характерного для четвертичных отложений с возрастом не моложе среднего плейстоцена. Этот слой залегает на флювиогляциальных среднеплейстоценовых отложениях слоя 7, представляющих собой фрагмент мощного флювиогляциального шлейфа среднеплейстоценового оледенения. С размывом флювиогляциальные отложения слоя 7 залегают на аллювии слоя 8. Состав гравия и гальчика в аллювии резко отличается от состава грубообломочного материала вышележащего слоя присутствием галек разнообразных пород, включая гранитоиды, известняки, песчаники и кремни, характерные для пород, слагающих обширную территорию Алданского щита. Для этого слоя характерна обратная намагниченность. Возраст аллювия — эоплейстоцен. Заканчивается разрез песками слоя 9, формирование которых происходило в период довольно теплого и относительно влажного климата.

## ТАНДИНСКОЕ ОБНАЖЕНИЕ

Тандинское обнажение расположено в крутой излучине левого берега р. Алдан в 130 км от впадения Алдана в р. Лену. На расстоянии 8 км на разных уровнях вскрываются отдельные выходы четвертичных отложений. В сводном разрезе (сверху вниз) наблюдаются (рис. 4):

Мощность, м

1. Суглинки, супеси серые и желтовато-серые, неслоистые, рыхлые, с редкими уплотненными комочками. Состав терригенных зерен полевошпатово-кварцевый с примесью слюды. Зерна неправильной формы, остроугольные. Глинистое вещество практически отсутствует. Породы обогащены растительной органикой, которая либо рассеяна, либо образует мелкие гнездообразные скопления. Кроме этого, присутствуют обломки стволов деревьев и линзы торфа. Породы местами деформированы мерзлотными процессами. Спорово-пыльцевые спектры отражают растительность, близкую к современной. Возраст — голоцен . . . . . до 3

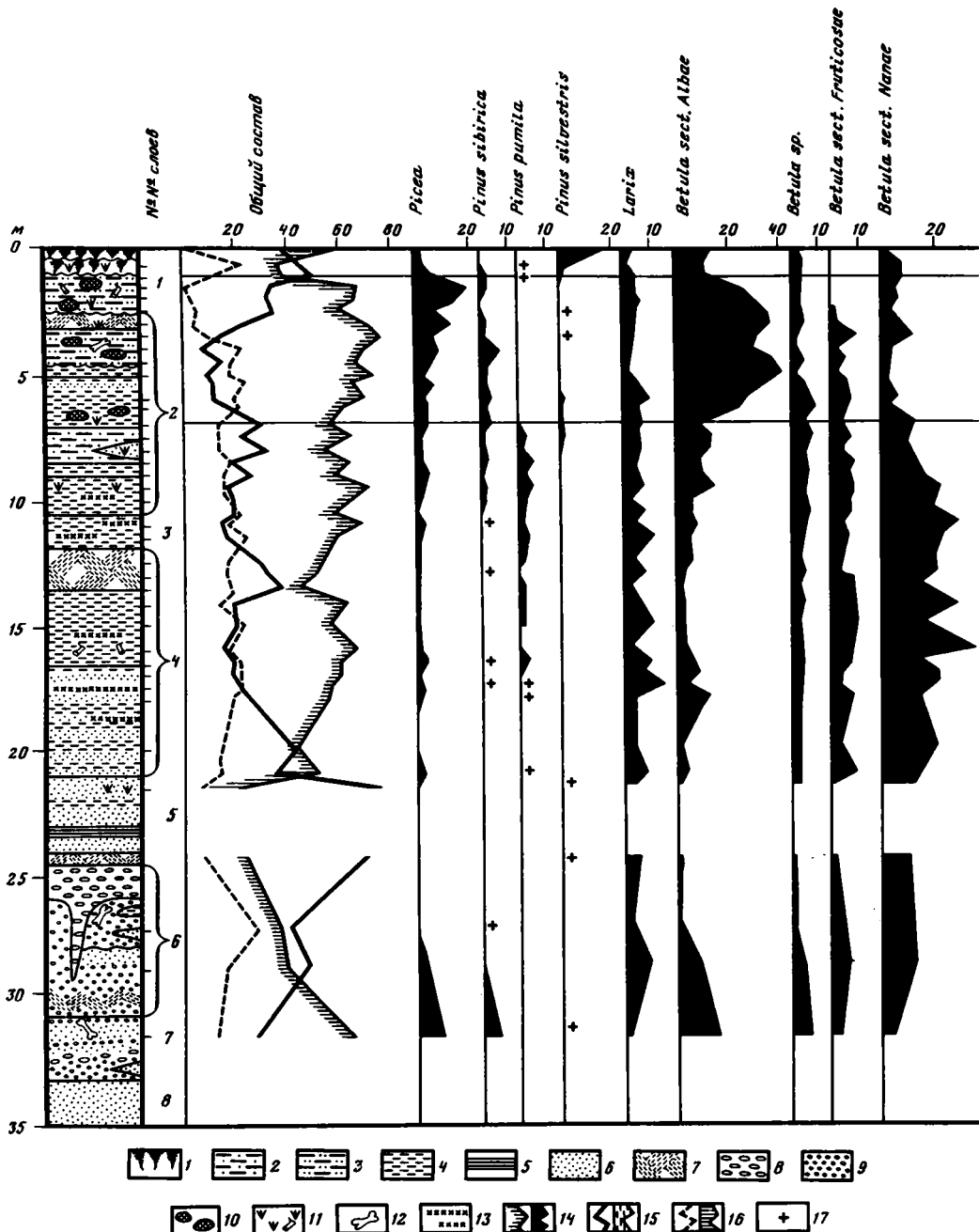
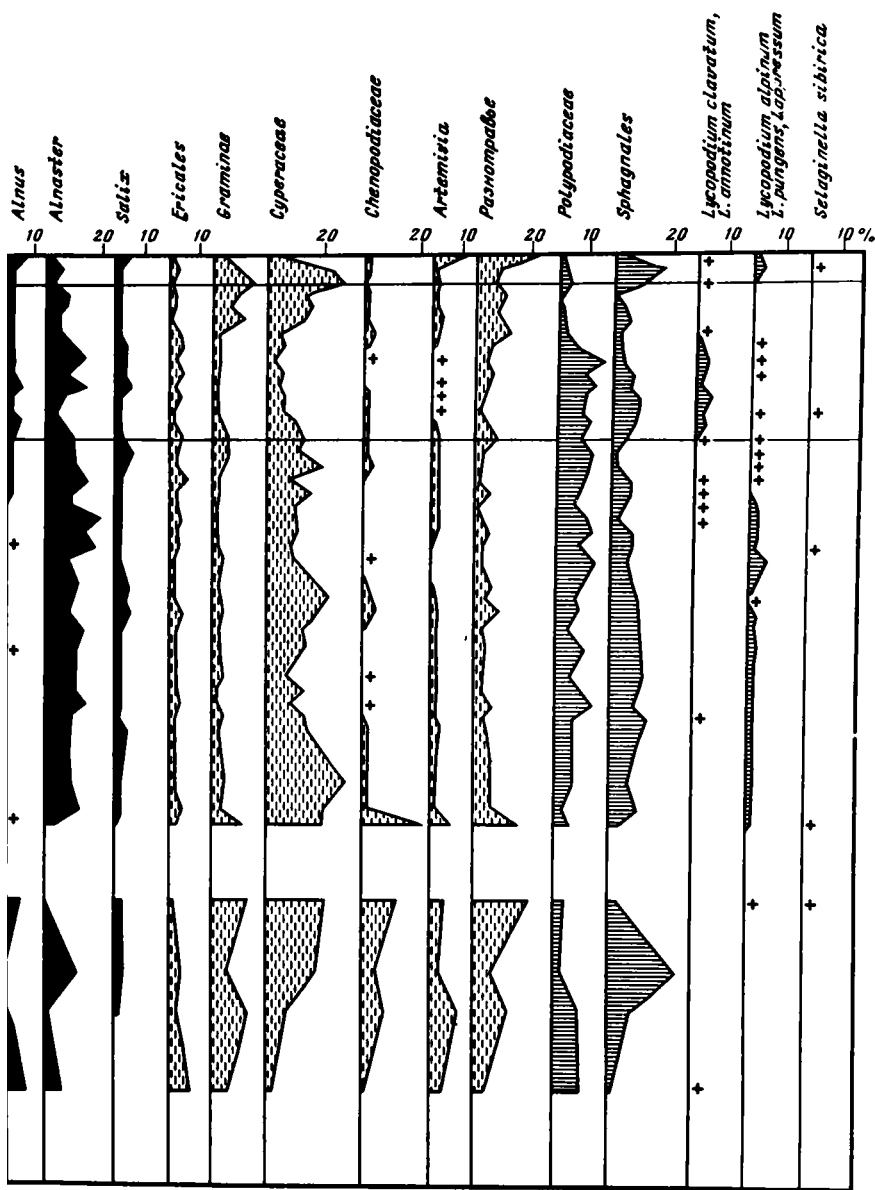


Рис. 4. Сводный геологический разрез и спорово-пыльцевая диаграмма четвертичных отложений Тандинского обнажения

1 — почва; 2 — суглинок; 3 — супесь; 4 — алевроит; 5 — ил, глина; 6 — песок; 7 — косослоистый песок; 8 — валуны; 9 — галька и гравий; 10 — включения торфа; 11 — остатки растений и деревьев; 12 — кости млекопитающих; 13 — тонкие прослои с растительными остатками; 14 — пыльца древесных пород и кустарников; 15 — пыльца трав; 16 — споры; 17 — единичные пыльцевые зерна



Мощность, м

2. Суглинки и супеси серые и желтовато-серые, с жилами льда. Промежутки между жилами представляют собой прогнутые вниз слои сильно льдистого мелкозема с мелкими растительными остатками. Ледяные жилы проникают на глубину 5 и более метров. После вытаивания льдов толща представляет собой хаотично расположенные блоки суглинка и ила с остатками растений, обломками деревьев, местами со следами течения илистой массы. В отдельных местах обнажения отложения имеют заметную горизонтальную и слабоволнистую слоистость, которая подчеркивается присутствием тонких прослоев темного и коричневого растительного детрита. Эти отложения образовались в условиях водной среды, возможно в озерах термокарстового типа. В обнажении во время посещения в июле 1982 г. были видны две генерации ледяных жил. При вытаивании жильных льдов и межжильных блоков образуются просадочные формы рельефа — депрессии или аласы.



Общая мощность покровной толщи при этом значительно сокращается. В Тандинском обнажении вскрываются отложения, отражающие обе стадии развития криогенных процессов: толщ с мощными жильными льдами и суглинистосупесчаная серия, сформировавшаяся после вытаивания. Из этих отложений происходят остатки верхнеплейстоценовых млекопитающих *Mammuthus primigenius* Blum, *Rangifer tarandus* L., *Alces alces* L., *Equus caballus* L. (мелкая форма), *Bison priscus* Voig. В верхней части слоя до глубины 7 м в составе спорово-пыльцевых спектров преобладает пыльца древесных. Ясные следы термопросадочных и эрозийных процессов, остатки деревьев и палинологическая характеристика свидетельствуют о межледниковом, вероятно картинском возрасте этой части разреза. В нижней части слоя достаточно отчетливо выражены признаки похолодания, связанные с зырянским оледенением верхоянья . . . . . около 10

3. Супеси, мелкозернистые пески, суглинки серые, темно-серые, реже желтовато-серые. Состав преимущественно кварцевый с примесью полевых шпатов, слюды и небольшого количества темноцветных минералов. Породы карбонатны; карбонат присутствует по всей толще, образуя разной величины зерна и мелкие скопления или тонко распылен в породах. Карбонат представлен кальцитом и слабоокисленным сидеритом аллотигенного и аутигенного происхождения. Породы обогащены растительной органикой, которая образует гнездообразные и линзовидные скопления или рассеяна в толще. В средней и нижней частях слоя наблюдается четкое горизонтальное переслаивание разнозернистых прослоев с тонкими слойками, сложенными мелкими растительными остатками. В верхней части слоя слоистость сильно нарушена термопросадочными процессами благодаря вытаиванию из пород льда. В отложениях найдены остатки тех же млекопитающих, что и в слое 2. Спорово-пыльцевой спектр характеризует растительность, в составе которой преобладали кустарниковые виды берез и ольхи, а также травы — были распространены тундровые и лесотундровые растительные ассоциации. Широкое развитие имели криогенные процессы. Возраст отложений слоя определяется как зырянский . . . . . 2

4. Пески мелкозернистые и супеси с прослоями илистого песка и суглинка с линзами растительного детрита и торфа. В нижней части слоя в мелкозернистых песках слоистость обусловлена чередованием серых и темно-серых прослоев. Состав пород преимущественно кварцевый, в качестве примеси присутствуют полевые шпаты, слюды и акцессорные минералы. Зерна полевых шпатов имеют четкое двойниковое строение и практически не пелитизированы. Периферические части пластинок слюд слабо вздуты и слегка обесцвечены. В тяжелой части алевритовой фракции господствуют пироксены и амфиболы желтовато-зеленого цвета (аналогичная фракция с характерным габитусом и цветом минералов отмечалась в слое 4 разреза Чуйского обнажения). Карбонатность породы слоя достигает 10–12%. Карбонат либо тонко распылен в породе, либо образует различной величины зерна кальцита и реже сидерита в основном терригенного происхождения. В прослоях заиления найдены раковины пресноводных моллюсков (*Lymnaea* sp., *Planorbis* sp.). Растительные остатки, кроме скоплений в линзах и прослоях, присутствуют по всему слою; большинство растительных остатков свежие и только незначительная часть их слабо изменена.

В спорово-пыльцевых спектрах доминирует пыльца кустарников — *Betula* sect. *Nanae*, *B.* sect. *Fruticosae* и *Alnaster*. Из древесных пород значительно участие пыльцы лиственницы и кедрового стланника. Среди травянистых много осок. По макроскопическим остаткам определены *Betula ermani* Cham., *B. exilis* Sukacz., *Betulaceae* sp., *Larix* sp., *Potentilla* sp., *Polygonum tomentosum* Schrank, *Rumex aquaticus* L., *Potamogeton alpinus* Balbis., *P. pusillus* L., *P. pectinatus* L., *Cyperaceae* spp., *Carex* sp., *Chenopodium album* L., *Chenopodium* sp., *Nuphar pumilum* (Hoffm) D., *Fungi*. Палеоботанический материал свидетельствует, что во время формирования слоя существовала лиственничная лесотундра и кустарниковая тундра с осоковыми и сфагновыми болотами с участием тундровых видов плаунов (*Lycopodium alpinum*, *L. pungens*, *L. appressum*) и плаунка *Selaginella sibirica*. Отложения слоя прямо намагничены. Мощность их сильно варьирует, они имеют аллювиальный и озерный генезис. Накопление отложений слоя относится к первой половине верхнего плейстоцена, к эпохе холодного, но достаточно влажного климата времени зырянского оледенения . . . . . до 16

5. Песок серый, разнозернистый, существенно кварцевый, субгоризонтальнослоистый, рыхлый, переслаивающийся с мелкозернистым заиленным песком и супесью, с прослоями и линзами растительного детрита и скоплениями веток и обломков древесины. Книзу песок постепенно приобретает желтую окраску. В нижней части слоя в небольшом количестве встречаются отдельные гальки и гравий, иногда образующие невыдержанные тонкие прослои и линзы. Песчаные зерна хорошо окатаны. Для алевритовой части тяжелой фракции характерно обилие пироксенов и рудных минералов, наличие амфиболов желтовато-зеленых, реже ярко-зеленых тонов и присутствие розовых и бесцветных гранатов. Основная масса пород этого слоя некарбонатная, только в прослоях плохо промытых мелкозернистых песков обнаружен тонкозернистый карбонат, представленный кальцитом. Из растительных остатков определены шишки и хвоя лиственницы, *Betula* sp., *Salix* sp., *Picea obovata* Ldb., *Dryas* sp., *Sambucus* sp. (cf. *sibirica* Nakai.), *Stellaria* sp., *Menyanthes trifoliata* L., *Ranunculus* sp., *Polygonum* sp., *Potamogeton* sp., *Carex* sp., *Cyperaceae* spp., *Potentilla* sp., *Fabaceae* spp. Из средней части слоя, согласно данным Б.С. Русанова (1968), происходят остатки *Bison priscus longicornis* W. Grom., *Equus caballus* Z., *Alces latifrons postremus* Vang. et Flerov. Спорово-пыльцевые спектры из этих отложений характеризуются преобладанием пыльцы травянистых растений — осок (*Cypera-*

сеae), злаков (Gramineae) и разнотравья. Значительное содержание пыльцы лебедовых (Stenopodiaceae) и полыней (Artemisia) свидетельствует об относительно сухом климате. Пыльца древесных представлена в основном лиственницей. Характерно значительное участие пыльцы кустарниковых видов березы (*Betula* sect. *Nanae*, *B.* sect. *Fruticosae*) и ольхи. Эта палинологическая характеристика типична также и для верхней части нижележащего слоя 6. Растительность во время формирования осадков слоя 5 и верхней части слоя 6 отражает условия перигляциального ландшафта с обилием кустарников, кустарничков-ксерофитов, присутствием плаунка *Selaginella sibirica* . . . . . 4

6. Галечник с желтым разнозернистым песком и гравием, косо- и субгоризонтальнослоистый. Галька хорошо окатана, покрыта бурым налетом гидроокислов железа, представлена в основном серыми песчаниками, кварцем, кварцитом, различными изверженными и метаморфическими породами, характерными для Алданского щита. В галечниках присутствуют прослойки желтого и серого песка, частью заиленного. В заполнителе галечников и в песках обломочный материал также пестрого состава, но основную роль играет кварц. Терригенные зерна хорошо окатаны. В заиленных прослоях песка тонкие фракции сложены глинистым веществом, терригенная часть пелитовой фракции представлена кварцем, полевыми шпатами со слюдами, все они присутствуют в подчиненных количествах. Галечники этого слоя практически некарбонатны, в то же время отдельные прослойки заиленных песков имеют карбонатность порядка 8–12%. Карбонат представлен мелкими зернами кальцита, в небольших количествах присутствует сидерит. В тяжелой фракции преобладают рудные минералы, много пироксенов, амфиболов, циркона и эпидота. Растительная органика, присутствующая в заполнителе галечников в небольшом количестве и образующая скопления в заиленных песках, обычно минерализована. Из растительных остатков определены шишки и семена *Larix* sp., *Picea* sp., *Syringaceae* spp., *Ceratophyllum* sp., *Cicuta virosa* L., *Potamogeton* sp., *Polygonum lapatipholium* L. Из галечника происходят также остатки *Mammuthus trogontherii chosaricus* Dubrovo, *Alces* sp.

В верхней части слоя иногда почти на всю его мощность (до глубины 4м) проникают псевдоморфозы галечника и песка по ледяным жилам и наблюдается вертикальная ориентировка галек. Земляные жилы имеются также в середине слоя.

Отложения с *Mammuthus trogontherii chosaricus* сформировались в первую половину среднего плейстоцена; перекрывающая их песчаная серия — в более поздние этапы среднего плейстоцена. В верхней части слоя 6 фиксируются условия сезонного промерзания и оттаивания. В начале среднего плейстоцена существовала многолетняя мерзлота, но климат, судя по составу растительности, был теплее верхнеплейстоценового . . . . . 5–10

7. Песок разнозернистый, серый, желтый и буровато-желтый, с примесью гравия и гальки, с прослоями хорошо промытых и отсортированных галечников. Обломочный материал хорошо окатан. Породы косослоистые, реже горизонтальнослоистые. Почти все гальки покрыты бурой пленкой гидроокислов железа. Пески в основном кварцевые, некоторые прослойки довольно слюдитые. Местами присутствуют линзы и выклинивающиеся прослойки фоссилизированной древесины. Среди акцессорных минералов присутствует много рудных пироксенов, розовых гранатов и амфиболов. Нередко встречается ставролит, циркон и турмалин. В песках найдены остатки млекопитающих *Alces latifrons* Jons., *Bison* aff. *schoetensacki* Frend., *Equus* sp., (ex gr. *sanmeniensis*), *Trogontherium* cf. *cuvieri* Fisch.

Спорово-пыльцевые спектры, по определению Л.Л. Гончаровой и Л.В. Голубевой, характеризуются абсолютным преобладанием пыльцы древесных (48–92%) над недревесными (4–8%) и спорами (2–45%). Среди древесных доминируют *Betula* sect. *Albae* и разнообразные представители рода *Pinus*. В составе трав присутствуют *Gramineae*, *Ericales*, *Cruciferae*, *Ranunculaceae*, *Thalictrum* и др. Среди спор выявлены *Sphagnales*, *Polypodiaceae*, *Osmundaceae*, *Bryales*, *Lycopodium*, *Selaginella*. Формирование отложений происходило в эоплейстоцене . . . . . 3–7

8. Песок желтовато-серый и серый, разнозернистый, с мелким гравием, со слабо заметной субгоризонтальной слоистостью, обусловленной чередованием серых, темно-серых и желтых прослоев. Местами хорошо выражена косая слоистость. По всей толще заметны мелкие пятна ржавого цвета, в центре которых четко видны остатки растений. В виде небольших линз и отдельных включений присутствуют обломки лигнитизированной древесины. Спорово-пыльцевые спектры лесного типа и прямая намагниченность пород дают основание считать их плиоценовыми. Толща формировалась при умеренном климате в условиях отсутствия постоянной мерзлоты . . . видимая 5,5

#### ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ В БАССЕЙНЕ р. АНАБАР

В долине р. Анабар выделяется серия эрозионно-аккумулятивных террас. Разрез самой высокой террасы (110 м над урезом) представлен сильно льдистыми покровными и аллювиальными отложениями. Верхняя часть разреза — это сильно переработанный мерзлотой песчано-галечный аллювий с прослоями и линзами супесей с растительными остатками. Льдистая масса составляет до 80% всего объема породы. Вся эта се-

рия осадков содержит ледяные жилки. Мощность слоя 3–5 м. Ниже залегают песчано-гравийные и галечниковые аллювиальные отложения, постепенно переходящие во все более грубые серии, включающие валуны диаметром до 30 см. В отложениях видны линзы чистого льда, прослой и линзы песка. Мощность аллювия 6–7 м. Аллювиальные отложения залегают на маломощном слое желтого и охристого карбонатного алевролита, в котором в виде включений присутствуют гравий и мелкая галька. Пыльца и споры в этих отложениях не были найдены. О возрасте аллювия этой террасы можно судить лишь по ее геоморфологическому положению и соотношению с аллювием более низкой террасы. Скорее всего, аллювиальная толща формировалась в плиоцене–эоплейстоцене. Верхняя покровная часть разреза по аналогии с другими подобными отложениями относится к верхнему плейстоцену.

Следующая, более низкая, 80-метровая терраса р. Анабар хорошо выражена в рельефе. Последовательность отложений этой террасы обнаруживает большое сходство с разрезом более высокой, 110-метровой террасы. В верхней части отложения представлены сильно льдистой (с ледяными жилами) серией глинистых песков с беспорядочно рассеянной галькой. Ниже залегают аллювиальные галечники, песок и гравий. Горизонтальная и пологонаклонная слоистость создается чередованием слоев с различным содержанием грубообломочного материала. Мощность аллювия 5–8 м. В основании аллювия на контакте с доломитами эродированного цоколя террасы вскрыт тонкий (до 1 м) прослой желтой песчанистой глины с редкой галькой. Образцы из глины обратно намагничены.

Кроме высоких упомянутых террас, в долине р. Анабар выделяются террасы высотой 60, 25–30, 15 м и пойма.

Большой интерес представляют остатки древних долин на водораздельных пространствах к востоку от долины р. Анабар. Эти долины выражены в рельефе в виде неглубоких, но очень широких логов. В долине р. Балаганнах шурфами вскрыта 7-метровая толща песчано-галечникового аллювия, сильно льдистого и переработанного мерзлотой в верхней части и содержащего меньше льда в нижней части. В спорово-пыльцевом спектре из нижней части аллювия много пыльцы ели, лиственницы, древовидной и кустарниковой березы, что свидетельствует о возрасте несомненно более древнем, чем средний, а вероятно, и нижний плейстоцен. Ниже аллювия залегают суглинисто-супесчаный слой мощностью около 2 м. В средней его части установлена прямая полярность. В другом шурфе той же долины глинистый прослой на контакте между аллювием и подстилающими меловыми песчаниками обратно намагничены, пыльца из этого прослоя и перекрывающих его аллювиальных отложений отражает растительное сообщество перигляциального типа.

В нескольких разрезах в долинах небольших логов в бассейне р. Эбелях – левом притока р. Анабар – поверх песчано-галечникового аллювия залегают слои с остатками деревьев, большей частью лиственницы и березы. Для образца древесины из этого слоя была получена радиоуглеродная дата  $7410 \pm 40$  л.н. (ГИН-1608), характеризующая климатический оптимум голоцена. Из других горизонтов, находящихся в аналогичных геологических условиях, получен ряд дат, относящихся к более поздним этапам голоцена. В шурфе на правом берегу р. Эбелях в 15 км ниже пос. Амакинский в слое с древесиной были найдены остатки *Rangifer tarandus* (данные о фауне млекопитающих представлены геологом В.В. Грищиком). Из аллювиальных отложений на левом берегу р. Эбелях в 1,5 км выше пос. Амакинский в шурфе на глубине около 5 м найдены остатки *Mammuthus primigenius*. В этом же районе в аналогичных условиях обнаружены остатки *Equus* sp.

В бассейне среднего течения р. Анабар не обнаружено никаких следов оледенения. Вместе с тем выполненные работы показывают широкое развитие четвертичных перигляциальных ландшафтов: криогенные явления, распространение растительности перигляциального типа и мамонтовой фауны.

Обнажение на левом берегу р. Вилюй в 12 км ниже устья р. Чебыда позволяет предположить изменения климата в плейстоцене. В обрывах, протягивающихся на расстояние около 5 км, вскрываются разновозрастные и различные по генезису толщи.

В основании разреза плейстоценовых отложений на верхнемеловых песчаниках цоколя залегает слой песка разнородного с гравием, галькой и небольшими валунами. Отложения окрашены в желтый и буроватый цвет гидроокислами железа. В скоплениях древесных обломков и растительного материала находятся шишки *Picea* и *Larix*, семена *Larix dahurica* Turcz., *Menyanthes trifoliata* L., *Potamogeton perfoliatus* L., *P. acutifolius*, *Viola* sp., *Carex rostrata*, *Chara* sp., *Carex* sp. С аллювием этого слоя связывается находка остатков *Mammuthus trogontherii trogontherii* (Pohl.).

Образцы глины из средней части слоя обратны намагничены. В этой части аллювиальной серии Вилюя регистрируется переход от эпохи прямой полярности Брюнес к эпохе обратной полярности Магуяма. Характерно, что аллювиальные отложения, находящиеся стратиграфически ниже (например, аллювий Густахской террасы на р. Лена), также обратны намагничены. Это дает определенное основание считать интерпретацию палеомагнитных данных, полученных из аллювия IV террасы Вилюя (пеледуйской — по принятой в Восточной Сибири терминологии), правильной. Палеоботанические и палеонтологические материалы, собранные из аллювиальных отложений террасы, и отсутствие здесь криогенных нарушений свидетельствуют об относительно умеренном климате, в условиях которого накапливался аллювий террасы.

Выше залегает слой хорошо отсортированного серого песка горизонтально- и косо-слоистого субаквального и эолового происхождения. В этом слое найдены остатки *Samelus* sp. Слой относится к среднему плейстоцену. По данным палинологических исследований (Пахомов и др., 1975), климатические условия, в которых сформировались среднелейстоценовые отложения, по сравнению с климатом эоплейстоцена и раннего плейстоцена изменились в сторону похолодания.

Песчаные толщи Чебыдинского обнажения перекрываются покровными суглинисто-супесчаными осадками с прослоями торфа и жильными льдами и псевдоморфозами по ледяным клиньям.

В покровной толще позднего плейстоцена описаны слои, заключающие ясные следы холодного климата и признаки некоторого потепления. В нижней части залегает торфяник, для которого получены запредельные радиоуглеродные даты. Выше располагается толща лёссовидных суглинков с "холодным" палинокомплексом (перигляциальные условия зырянского оледенения). Она перекрыта серией суглинков и супесей с остатками стволов, ветками и шишками лиственниц. Местами в обнажении видны следы термокарста, относящегося ко времени некоторой деградации мерзлоты в каргинский интервал верхнего плейстоцена. Имеется ряд радиоуглеродных дат, подтверждающих вывод о возрасте этой толщи. Еще выше вскрывается суглинисто-песчаная сильно льдистая серия с мощными ледяными жилами, отражающими усиление мерзлотных процессов в сартанское время (Алексеев, 1978). Значительное похолодание, установленное по развитию криогенных образований и палинологически в этой серии осадков, прослеживается достаточно широко по всей северной части Азии и на островах Ледовитого океана.

## ВЫВОДЫ

Исследования разрезов верхнего кайнозоя Якутии дают возможность обосновать более надежно, чем прежде, возраст отложений и предложить палеогеографическую и палеоклиматическую реконструкцию для ряда стратиграфических срезов.

1. Нижняя часть эоплейстоценовых песчано-галечниковых отложений была сформирована в условиях умеренного или умеренно-холодного климата, а верхняя часть, представленная в основном галечником, — в условиях холодного и более сухого климата. С эоплейстоценовыми отложениями основания Тандинского и Таттинского обнажений на р. Алдан связаны остатки алданской фауны млекопитающих.

2. Нижний плейстоцен представлен аллювиальными отложениями высоких террас рек Лены и Вилюя. Изучение палинологических ассоциаций, остатков фауны млекопитающих и текстурных особенностей осадков свидетельствует о дальнейшем увеличении сухости и прогрессирувавшем похолодании. Появление постоянной мерзлоты, по нашим данным, в Центральной Якутии относится к концу нижнего плейстоцена. В северной части Якутии сингенетические криогенные текстуры присутствуют в эоплейстоценовых и плиоценовых отложениях.

3. В среднем плейстоцене, судя по характеру криогенных образований, палинологическим и литолого-минералогическим данным, климат Центральной Якутии стал еще более холодным и сухим. Отложения среднего плейстоцена с *Mammuthus trogontherii trogontherii* в Тандинском обнажении включают псевдоморфозы по ледяным жилам, проникающие в среднеплейстоценовую толщу на глубину до 5 м. Начиная со среднего плейстоцена заканчивается формирование нормальной системы эрозионно-аккумулятивных террас; происходит наложение на бестяхские (тобольские) и более древние отложения верхнего кайнозоя песчаных флювиогляциальных, озерных и эоловых образований самарского и более позднего возраста. Долины рек Лена и Алдан превратились в основные пути стока ледниковых вод и аккумуляции материала, поступавшего из области оледенения.

4. Начало позднего плейстоцена ознаменовалось заметным потеплением; это отразилось на характере растительности — появлении сибирского кедра в Центральной Якутии вплоть до устья р. Алдан. Типичные отложения казанцевского возраста характеризуются отсутствием сингенетических криогенных текстур. Палеомагнитным методом в разрезе казанцевского времени установлен короткий палеомагнитный эпизод, который интерпретируется как эпизод обратной полярности Блейк эпохи прямой полярности Брюнес. Казанцевское время было самым теплым во второй половине плейстоцена.

5. Зырянское, каргинское и сартанское время, охватывающее хронологический интервал от 70 до 10 тыс. лет назад, характеризуется сменой трех климатических режимов. Для зырянского века типично широкое развитие криогенных процессов, формирование больших масс подземных льдов, распространение ландшафтов перигляциального типа и горного оледенения.

Каргинский век отмечен сменой климата в сторону незначительного потепления. Для этого времени типично достаточно широкое проявление термокарстовых процессов, следы которых фиксируются в разрезах покровных отложений. Каргинские отложения, по данным радиоуглеродных определений, формировались в течение отрезка времени между 45 и 25 тыс. лет назад.

Сартанское время (25–11 тыс. лет) — это время наибольшего похолодания, развития криогенных процессов в условиях сурового сухого климата. Оледенение охватило лишь горные районы. Обширные пространства Центральной и Северной Якутии, включая Восточно-Арктический шельф, представляли собой огромную перигляциальную область.

Для второй половины среднего плейстоцена, несмотря на флуктуации, характерен довольно однородный климатический режим — низкие температуры, суровая зима, короткое, не всегда достаточно теплое лето.

## ЛИТЕРАТУРА

- Алексеев М.Н. Антропоген Восточной Азии: (Стратиграфия и корреляция). М.: Наука, 1978. 205 с.
- Катасонов Е.М. Мерзлотно-фациальный анализ четвертичных отложений нижней части бассейна р. Тумары. // Условия и особенности развития мерзлых толщ в Сибири и на Северо-Востоке. М.: Изд-во АН СССР, 1963, с. 5–24.
- Пахомов М.М., Шофман И.Л., Прокопчук Б.И. Условия формирования антропогенных отложений Чебыдинского разреза (нижнее течение р. Вилюй). // Бюл. Комис. по изуч. четвертич. периода, 1975, № 44, с. 117–122.
- Русанов Б.С. Биостратиграфия кайнозойских отложений Южной Якутии. М.: Наука, 1968. 460 с.