1974 Выпуск XIV

К.А. Кондратьева

НОВЫЕ ДАННЫЕ ОБ ОБНАЖЕНИИ МУС-ХАЯ НА Р. ЯНЕ

Обнажение Мус-Хая, расположенное по левому берегу р. Яны, в 1 км ниже по течению правобережной протоки Диринг-Аян, издавна привлекало внимание мерзлотоведов. Оно является одним из замечательных обнажений, в котором на протяжении почти двух километров в отвесных стенках вскрываются жилы льда и вмещающие их отложения.

Обнажение Мус-Хая возникло в результате размыва Яной останца древней озерно-аллювиальной равнины, сложенной осадками верхнечетвертичного возраста. Высота останца над урезом Яны составляет 42-45 м, поверхность его довольно плоская, ровная и от перпендикулярного руслу Яны гребня увала полого наклонена в обе стороны к ручьям, вблизи которых склоны достигают крутизны 10-25°. Абс. отм. уреза воды в Яне около 7 м.

Весьма детальные исследования на этом обнажении были выполнены Е.М. Катасоновым в 1952-1954 гг., когда оно на всем своем протяжении было отвесным от поверхности до современного бечевника Яны, открытым для наблюдений по всему разрезу. Хорошо известна фотография этого обнажения, сделанная Е.М. Катасоновым в те годы, на которой отчетливо видно, что жилы льда имеют столбообразную форму, ровные четкие края и, главное, непрерывную протяженность на всю высоту обнажения. В настоящее время (спустя 20 лет) в результате термоэрозии и размыва Яной обнажение сильно отступило вглубь берега, местами на 150-200 м. Сейчас обозрима для наблюдения преимущественно верхняя, отвесная часть стенки на глубину 12-18 м. Нижние 20-30 м обнажения представляют собой наклонную, местами ступенеобразную поверхность льда между конусовидными байджерахами вмещающих пород. На пологих участках между байджерахами поверхность жильного льда перекрыта слоем разжиженной или затвердевшей супеси толщиной 0,3-0,6 м. Лишь в центральной части обнажения, в уступах нескольких термоцирков, высотой по 5-12 м, можно проследить без перерыва жилы льда от поверхности до уреза воды, которые, не меняя своей конфигурации, рассекают все выделенные Е.М. Катасоновым генетические типы отложений и слагающие их фации: пойменные, старичные, русловые.

Пойменные отложения представлены горизонтально-слоистой толщей супесей пылеватых от легких до тяжелых разностей коричневато-серого цвета. Переходы более легких к более тяжелым супесям постепенные, преимущественно фиксируются большей концентрацией растительного детрита на границах слоев. Старичные отложения залегают в виде крупной, длиной более 200 м линзы. Представлены они также преимущественно супесями пылеватыми, с некоторым преобладанием тяжелых разностей. Цвет супесей в зависимости от подфации изменяется от синевато-серых к темно-серым и выше по разрезу к серовато-коричневатым. Русловые фации представлены песками пылеватыми, тонко- и мелкозернистыми, серого и коричневато-серого цвета. Супесчаный и песчаный состав

отложений в обнажении обусловливает и характер криогенных текстур, которые, несмотря на фациальные особенности промерзания, являются преимущественно массивными, микро- и мелкошлировыми.

Хорошо прослеживаемая в центральной части обнажения толща старичных отложений, залегающих в виде большой линзы на русловых песках, связывалась Е.М. Катасоновым с длительным существованием в прошлом крупной старицы [*Катасонов, 1954*]. По его мнению, существование этой старицы не только сказывалось на всех последующих этапах осадконакопления, влияя на облик сменяющихся фаций, но и обусловило такую большую мощность ледяных жил. Однако объяснение Е.М. Катасоновым большой вертикальной протяженности жил, достигающей в этом обнажении 40-42 м, длительной унаследованностью старичного режима выглядит неубедительным по следующим причинам.

1. Длительный старичный режим на данном участке возможен был лишь при отсутствии осадконакопления. Однако для такого предположения очень мало оснований, так как процессы современного развития стариц и русловой деятельности на северных реках отличаются крайней динамичностью, которая многими исследователями распространяется и на верхнечетвертичное время [*Розенбаум, 1973* и др.]).

2. На окружающих старицу участках поймы должно было идти и, видимо, шло накопление пойменных отложений, что безусловно способствовало повышению уровня поверхности, быстрому заилению старичных водоемов и смене старичного режима пойменным.

В суровых климатических условиях верхнечетвертичного времени еще на стадии старичного режима при промерзании донных отложений обязательно должно было развиваться морозобойное растрескивание с образованием повторно-жильных льдов (ПЖЛ), эпигенетических в основании старичной линзы и сингенетических в пределах уменьшения глубины слоя сезонного оттаивания [*Каплина и Романовский, 1969*].

4. По мере выхода поверхности из старичного режима промерзание интенсифицировалось, усиливались растрескивание и рост сингенетических ПЖЛ. При длительном же (по Е.М. Катасонову) существовании старицы в ее пределах обязательно должны были быть развиты талые породы, исключающие формирование ПЖЛ.

5. Если придерживаться взгляда о длительности существования старицы, то необходимо также признать, что старица была не только широкой (как утверждает Е.М. Катасонов), но и глубокой, и что талик под старицей мог быть сквозным. Следовательно, образование ПЖЛ на этом участке должно было начаться значительно позднее, чем на окружающих участках поймы, только после полного заполнения старицы осадками и их промерзания. Возможно, с несколько более поздним, чем на пойме, временем образования ледяных жил на этом участке связана их меньшая ширина, а в пределах старичных отложений - их клиновидная форма.

6. Чем длительнее было бы существование старицы, тем больший разрыв должен был бы наблюдаться в мощности ПЖЛ в пределах старицы и на окружающих ее участках поймы. Но в обнажении (наблюдаемом в настоящее время и на фотографии Е.М. Катасонова) четко видно, что протяженность жил льда всюду одинакова, т.е. концы жил всегда входят в подстилающие русловые пески, уходящие под урез Яны, а различаются жилы преимущественно по ширине и размерам заключенных между ними блоков вмещающих пород.

7. Особенность залегания ледяных жил в уступе обнажения свидетельствует о том, что разрыв во времени начала образования ПЖЛ на окружающих старицу участках и в ее пределах был сравнительно небольшим.

При этом в пределах обнажения еще Е.М. Катасоновым было замечено неравномерное расположение жил льда во вмещающих отложениях: так, на одних участках они были более мощными, на других - более узкими и редкими. Характерно, однако, что участки с наиболее мощными жилами льда за 20 лет протаяли гораздо меньше

в силу больших фазовых переходов воды за счет оттаивания льда и отступили от берега всего на 80-100 м против 150-200 м на участке старицы. В обнажении они образуют выступы с отвесными стенками высотой 14-18 м, которые расположены одной или несколькими ступенями. Днища термоцирков на этих участках пологие, с редкими трапециевидными размытыми байджерахами, особенно в нижней части склона. На участке старицы, где жилы льда более узкие, склон уступов не образует, а полого протягивается почти от поверхности до уровня подстилающих русловых песков (5-7 м над урезом). Байджерахи на этом участке стоят по четкой и частой решетке и отличаются правильной конусовидной формой.

О различной величине льдистости участков останца свидетельствуют и геофизические данные, полученные в течение 1972 г. экспедицией кафедры мерзлотоведения. Геофизические исследования и построение геоэлектрических разрезов проводились Т.П. Петуховой с участием С.А. Бойкова. Геофизические исследования позволили осветить вопрос о характере льдистости отложений в площадном отношении, а также выяснить строение мерзлой толщи на этом участке и ее мощность. На схеме (рис. 1) видно расположение трех геофизических профилей, пересекающихся в одной точке, в 270 м от линии вертикального обрыва к Яне. Разносы электропрофилирования составляют AB = 300 м, $A'B'$ = 150 м, MN = 10 м. Шаг наблюдения менялся от 25 до 150 м. По линиям этих профилей на 10 пикетах были выполнены вертикальные электрические зондирования (ВЭЗ) с AB = 3000 и 4000 м. Геоэлектрические разрезы и построенные на их основании мерзлотно-геологические разрезы приведены на рис. 2. При геологической и мерзлотной интерпретации геоэлектрических данных важным обстоятельством явилось установление между ними тесных однозначных зависимостей. В данном случае такая зависимость устанавливалась между величиной сопротивления высокоомных толщ и величиной их льдистости. Различием в литологическом составе и температурой мерзлых пород на одной и той же глубине в пределах высокоомной толщи верхнечетвертичных отложений можно было пренебречь, так как все профили расположены в пределах одного останца древней равнины и для них характерна общность этих условий. Резкое различие величин электросопротивлений пород на одних и тех же глубинах можно связывать, по-видимому, преимущественно с количеством льда в породе. Различие же в электросопротивлениях по глубине разреза в различных геолого-генетических типах обусловлено как различным составом пород, так и количеством льда в них.

На схематическом плане останца (см. рис. 1) показаны участки с различной величиной кажущихся электросопротивлений (ρ_k) пород по каждому геофизическому профилю. На всех разрезах рис. 1 и 2 видно, что с поверхности развиты высокоомные толщи отложений с величиной ρ_k от 150-200 тыс. до более 200 тыс. омм. Лишь на участках склонов, соответствующих глубинам 15-20 м от поверхности, величина ρ_k падает до 100 тыс. омм, а с глубины 30-33 м - до 50 тыс. омм. В центральной части обнажения участок профиля с высокоомными сопротивлениями пород совпадает с двумя уступами обнажения, где вскрываются мощные ПЖЛ. В этих двух уступах видно, что увеличение льдистости связано с большой шириной жил, часто не меняющейся от поверхности до подстилающих песков.

Из приведенных выше материалов видно, что наличие старичной линзы никак не объясняет такую большую и довольно редко встречающуюся протяженность по вертикали ПЖЛ. По нашему мнению, большая мощность ПЖЛ связана совсем с другим обстоятельством, а именно с длительностью и непрерывностью существования такого режима осадконакопления и влажности, которые явились исключительно благоприятными для роста ПЖЛ. Можно предположить, что Яна с самого начала формирования верхнечетвертичных осадков, отойдя на юг до протоки Диринг-Аян, ни разу до настоящего времени рассматриваемый останец не размывала. К тому же на участке между современным руслом Яны и протокой Диринг-Аян геоморфологическими и геофизическими исследованиями совсем не обнаружено останцов древней равнины с

ПЖЛ, что можно связывать с интенсивной русловой деятельностью Яны именно на этом участке. Кроме того, в самом обрыве Мус-Хая видно, что до настоящего времени на участке останца широкого развития термокарстовые процессы не имели, так как на всем протяжении обрыва не было обнаружено двухъярусного строения верхнечетвертичных отложений, характеризующегося двумя системами решеток ледяных жил [*Архангелов, 1973; Кондратьева и др., 1972; Мухин, 1960* и др.].

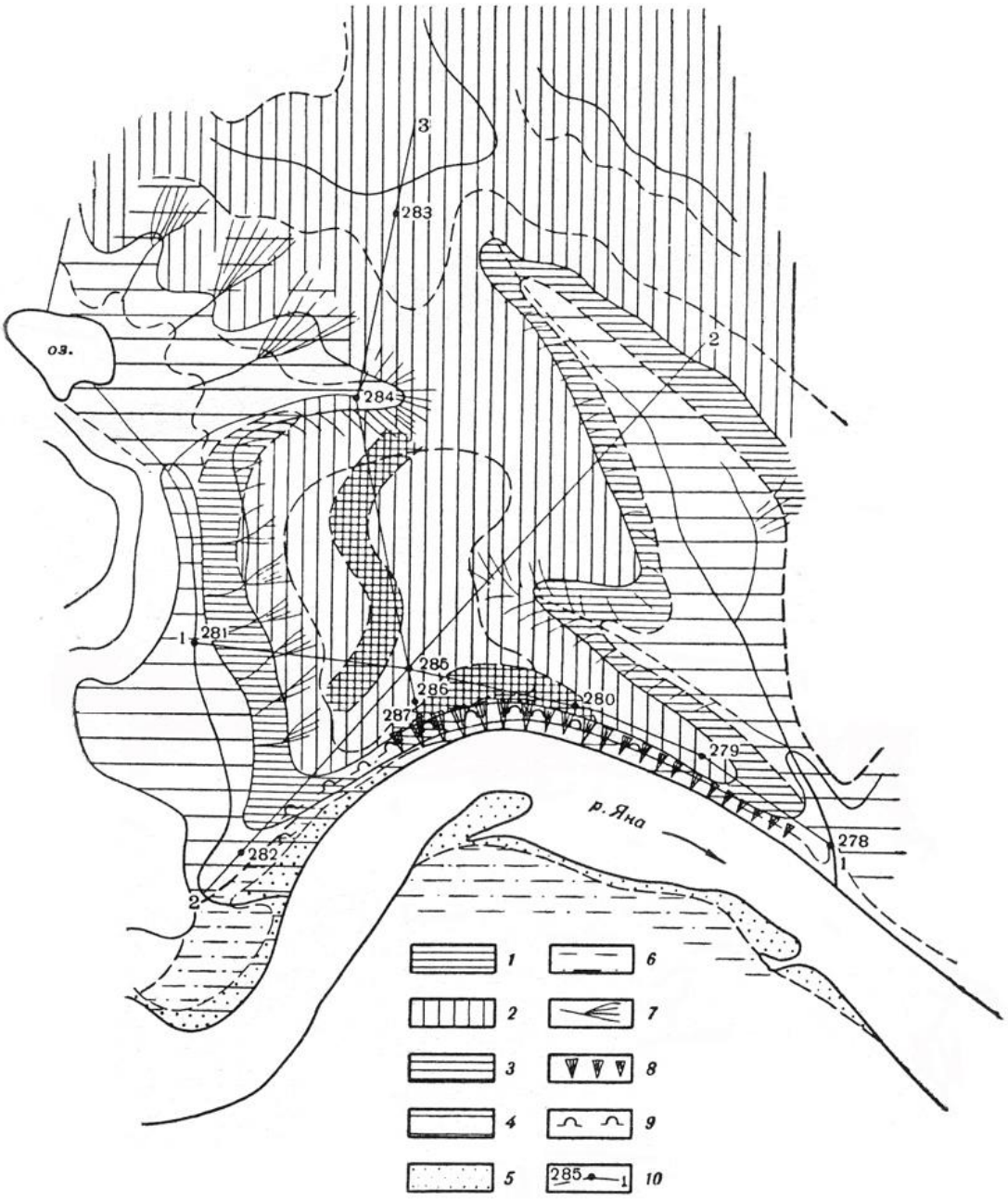
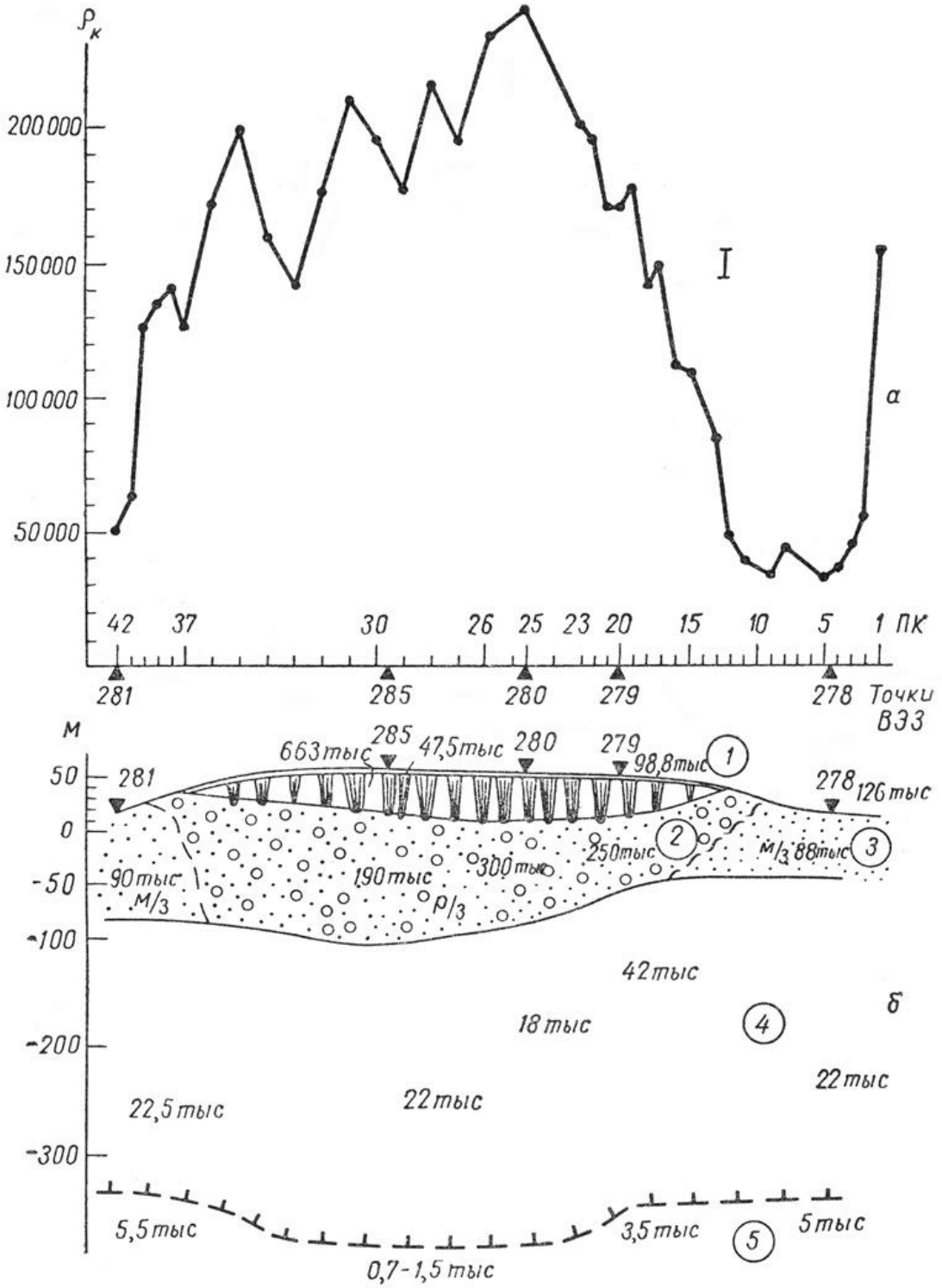
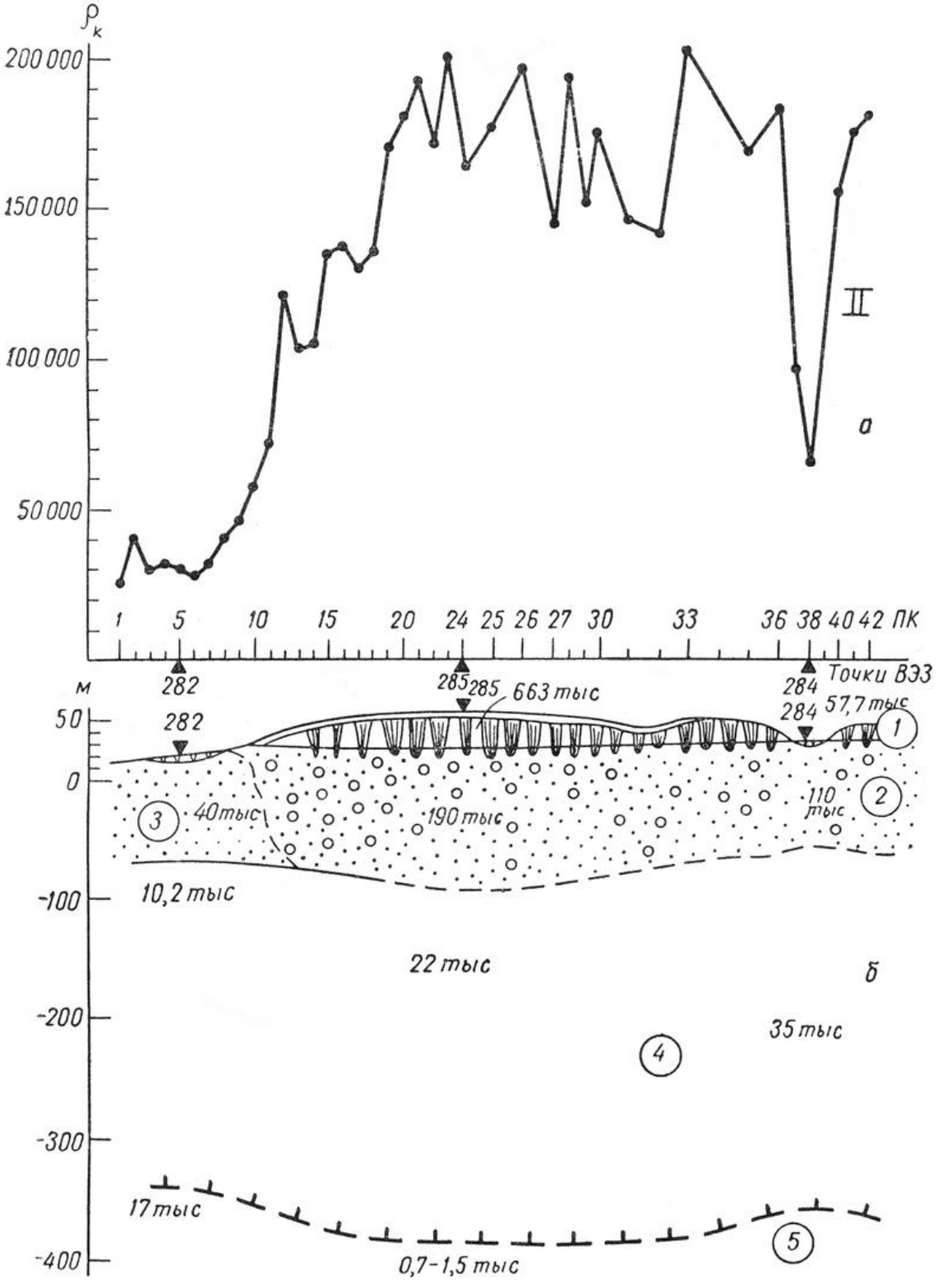


Рис. 1. Схема расположения геофизических профилей и точек ВЭЗ на останце древней озерно-аллювиальной равнины с обнажением Мус-Хая:
1—4 — зоны с кажущимся электросопротивлением пород ($\rho_к$);
1 — выше 200 тыс. *омм*; *2* — 100—200 тыс. *омм*; *3* — 50—100 тыс. *омм*; *4* — до 50 тыс. *омм*; *5* — бечевник р. Яны; *6* — низкая пойма р. Яны; *7* — полосы стока на склонах; *8* — повторно-жильные льды; *9* — байджерахи; *10* — геофизические профили, их номер и точки ВЭЗ

Однако вдали от обрыва, на ПК 283 профиля III геофизическими исследованиями выявлен участок такого двухъярусного строения, где с поверхности до 6 м залегают породы с электросопротивлением по кривой ВЭЗ 57,3 тыс. омм, а с 6 до 17-20 м - с 494 тыс. омм. Меньшая величина сопротивления пород верхнего яруса при сходном пылевато-супесчаном составе отложений связана с более редкой по сравнению с нижним ярусом пород ледяной решеткой, с меньшими размерами жил и с меньшей влажностью вмещающих отложений [*Кондратьева и др., 1972; Мухин, 1960*].




ρк
200 000
150 000
100 000
50 000
II
а
1 5 10 15 20 24 25 26 27 30 33 36 38 40 42 ПК
Точки ВЭЗ
282
285
285
663 тыс
284
284
57,7 тыс
м
50
0
282
1
2
3
40тыс
190 тыс
110 тыс
-100
10,2 тыс
22 тыс
б
-200
35 тыс
4
-300
17 тыс
5
0,7-1,5 тыс
-400

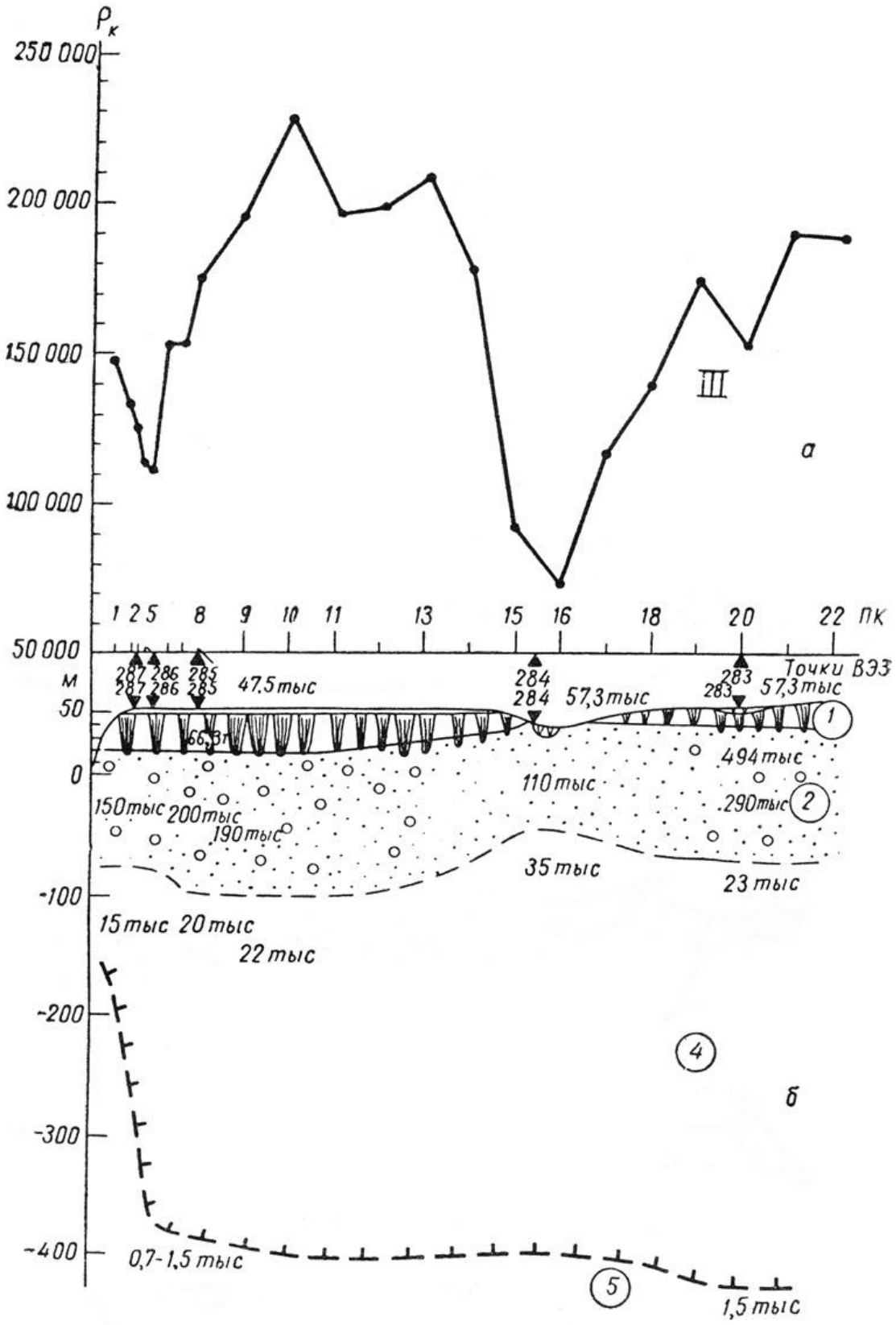


Рис. 2. Геоэлектрический (а) и соответствующий ему мерзлотно-геологический (б) разрез по профилям I, II и III: 1 — мерзлая толща верхнечетвертичных отложений с ПЖЛ; 2 — преимущественно песчано-галечная мерзлая доверхнечетвертичная толща; 3 — преимущественно песчаная мерзлая дочетвертичная толща; 4 — мерзлые коренные породы; 5 — талые коренные породы

Широко распространенная в литературе точка зрения о накоплении мощных ПЖЛ в условиях медленного опускания территории [*Катасонов, 1954; Попов, 1953*] на рассматриваемом участке связывалась с близким залеганием к поверхности коренных пород. В работе Е.М. Катасонова [*1954*] и в других работах, ссылающихся на его исследования [*Гитерман и др., 1968* и др.], фигурируют данные о залегании коренных пород на глубине 2 м ниже современного уреза Яны. Однако на основании геофизических исследований получены другие данные. В точках ВЭЗ по величине электросопротивления четко отбиваются высокоомные (более 170 тыс. омм) льдистые кайнозойские отложения от подстилающих коренных слабольдистых и морозных пород с электросопротивлением менее 10-35 тыс. омм. Так, на разрезах (см. рис. 2) видно, что коренные породы залегают на глубине 80-120 м ниже уреза Яны. Перекрывающая их кайнозойская толща по кривым ВЭЗ расчленяется на: 1) слой покровных (делювиальных) мерзлых льдистых супесей мощностью от 0,2 до 1,75 м с электросопротивлением 47,5-114 тыс. омм; 2) слой мерзлых аллювиальных и озерно-аллювиальных верхнечетвертичных супесей мощностью до 30-35 м, с мощными ПЖЛ, с электросопротивлением от 364 до 762 тыс. омм и более; 3) линзы мерзлых термокарстово-болотных верхнечетвертичных отложений мощностью 3-6 м, с маломощными эпигенетическими ПЖЛ, с сопротивлением 57,3-98,8 тыс. омм; 4) слой мерзлых гравийно-галечно-песчаных средне- и нижнечетвертичных (возможно и неогеновых) отложений мощностью 77-120 м с электросопротивлением 150-300 тыс. омм.

На приведенных разрезах видно, что строение толщи пород на участке Мус-Хая является типичным для разреза Яно-Индигирской низменности.

Суммируя все сказанное выше, можно согласиться с Л.А. Жигаревым [*1971*], что мощные ПЖЛ своими уникальными размерами обязаны большой длительности времени их образования и, по нашему мнению, чрезвычайно благоприятным условиям для роста в течение всего периода их существования. Последнее обстоятельство, по-видимому, играет особо важную роль, так как верхнечетвертичные отложения с ПЖЛ на территории северных равнин и межгорных впадин распространены довольно широко, а участки с такими мощными ПЖЛ встречаются редко. Как отмечает Е.М. Катасонов [*1954*], жилы льда такой протяженности по вертикали наблюдаются еще на о. Бол. Ляховском и на побережье моря Лаптевых.

Доказательством длительного постоянного роста ПЖЛ в обнажении Мус-Хая, который продолжается и в настоящее время, служат жилы льда разных размеров, вскрытые в самой верхней части отвесной стенки обнажений, головы которых залегают сразу под слоем сезонного оттаивания, на глубине около 0,2-0,3 м. Такие молодые жилы льда рассекают верхний слой делювиальных супесей с поясковой криогенной текстурой и входят в тело нижерасположенных верхнечетвертичных мощных ПЖЛ. При этом ширина голов жил льда разная, на подошве слоя сезонного оттаивания составляет от 10-15 см до 0,7 м. Лед этих молодых жил отличается белесым цветом, но в теле старых жил четкая разница между ними быстро исчезает. Молодые жилы льда описаны и в работе Е.М. Катасонова [*1954*].

И наконец, геофизические исследования позволили оценить мощность мерзлоты на данном участке. Так, по всем 10 точкам ВЭЗ (рис. 2) видно, что мерзлые коренные породы характеризуются сопротивлениями по кривым ВЭЗ в среднем 22-35 тыс. омм, талые коренные породы - 1,5-5,5 тыс. омм. Смена этих величин электросопротивлений пород под центральной частью останца отмечается на глубине 400-450 м, в то время как под водотоками она происходит на 50-80 м выше. Такая большая разница в сопротивлениях и закономерности изменения их по глубине позволяют считать эту границу мощностью мерзлой толщи, что хорошо согласуется с данными бурения по этому району и термометрическими данными. На профиле III видно, что у уреза Яны мерзлые породы залегают отвесно, видимо, несколько уходя в глубине под русло Яны в связи с интенсивным подмывом останца древней равнины с поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Архангелов А.А.* Возраст и особенности подземного оледенения Севера Колымской низменности. Автореферат канд. дисс. М., 1973.

2. *Гитерман Р.Е.* и др. Основные этапы развития растительности Северной Азии в антропогене. «Тр. ГИН АН СССР», вып. 177, 1968.

3. *Жигарев Л.А.* Криогенные факторы развития северных озерно-аллювиальных равнин. Геокриологические (мерзлотные) и гидрогеологические исследования при инженерных изысканиях. Ротапринт. Изд. Госстроя СССР. М., 1971.

4. *Каплина Т.Н., Романовский Н.Н.* Особенности промерзания старичных отложений и формирования в них повторно-жильных льдов. Сб. «Мерзлотные исследования», вып. IX. Изд-во МГУ, 1969.

5. *Катасонов Е.М.* Литология мерзлых четвертичных отложений Янской приморской низменности. Автореф. канд. дисс. М., 1954.

6. *Кондратьева К.А., Пиотровский М.В., Хрупкий С.Ф.* О многоярусности повторно-жильных льдов в отложениях древней озерно-аллювиальной равнины в южной части Яно-Индигирской низменности. Сб. «Мерзлотные исследования», вып. XII. Изд-во МГУ, 1972.

7. *Мухин Н.И.* О значении полигональных форм рельефа в развитии термокарста в низовьях Индигирки. «Мат-лы к основам учения о мерзлых зонах земной коры», вып. 5. М., Изд-во АН СССР, 1960.

8. *Попов А.И.* Особенности литогенеза аллювиальных равнин в условиях сурового климата. «Изв. АН СССР», сер. геогр., 1953, № 2.

9. *Розенбаум Г.Э.* Современный аллювий равнинных рек восточной Субарктики (на примере рр. Яны и Омолоя). Автореферат канд. дисс. М., 1973.

Ссылка на статью:

Кондратьева К.А. **Новые данные об обнажении Мус-Хая на р. Яне** // Мерзлотные исследования. 1974. Выпуск XIV. С. 56-66.