



ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КРИОГЕННОЙ ТОЛЩИ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

THE CRYOGENIC STRATA GEOLOGY OF THE NORTHERN PART OF WESTERN SIBERIA

БАДУ Ю.Б.

Географический факультет МГУ
имени М.В. Ломоносова, yubadu@mail.ru

BADU YU.B.

The department of geography of Lomonosov Moscow
State University, yubadu@mail.ru

Ключевые слова:

стратиграфические пакеты; плейстоценовые отложения;
корреляция.

Key words:

stratigraphic packets, the Pleistocene deposits; correlation.

Аннотация

В данной работе криогенная толща морских отложений впервые разделена на отдельные стратиграфические пакеты, для которых охарактеризованы литологический и гранулометрический состав, криотекстурное строение и палеонтологический материал. Выявлена четкая связь выделенных стратиграфических подразделений с разрезами плейстоценовых отложений в пределах криолитосферы севера Западной Сибири.

На схематических разрезах показана реальная возможность региональной стратиграфической корреляции для отложений этой территории.

Введение

В толще морских отложений севера Западной Сибири В.Н. Сакс впервые выделил два самостоятельных стратиграфических горизонта (санчуговский и казанцевский), позднее изученных Ю.Н. Кулаковым, В.С. Ломаченковым, В.Н. Соколовым, С.А. Стрелковым и С.Л. Троицким (НИИГА). На юге полуостровов Ямал и тазовский Ф.А. Алявдин, М.Н. Бойцов, О.В. Суздальский, В.С. Волкова, В.К. Хлебников и др. (ВСЕГЕИ) выделяли салемальскую и сангомпанскую свиты, синхронизированные со свитами В.Н. Сакса.

С.А. Архипов, Ю.А. Лаврушин, В.А. Зубаков и Г.И. Лазуков обосновывали морской характер аккумуляции на этой территории не только в межледниковье, но и в ледниковые эпохи. А.И. Попов считал синхронными некоторые оледенения и трансгрессии. Он признавал санчуговские, казанцевские и зырянские отложения за единый комплекс, синхронный ледниковой эпохе. Ю.Ф. Андреев, Г.И. Лазуков, И.В. Рейнин и др. сопоставляли салехардские отложения с эпохой максимального оледенения. Осадки, залегающие под ними, они относили к нижнему плейстоцену и к первой половине среднего плейстоцена, а И.Л. Кузин, Н.Г. Чочиа и С.Л. Троицкий — к верхнему плиоцену, учитывая фауну и большие мощности. П.П. Генералов помещал выделенные им ямбургские и мыскаменские слои между плиоценом и нижним плейстоценом.

В работе использованы материалы инженерно-геологических изысканий, выполненных в период 1965–2010 гг. различными организациями и специалистами. Более ранние исследования вышеперечисленных специалистов проводились только геологическими съемками, отдельными точечными и маршрутными обследованиями, а то и просто аналитическими размышлениями. Материалы этих исследований не обеспечивали полноценной инженерно-геологической характеристики грунтовой толщи обширного региона. Но в данной

Abstract

The cryogenic strata of marine deposits are divided into separate stratigraphic packets for the first time. The lithological and granulometric composition, cryotextural structure and paleontological matter are characterized for each of them. Clear connection between the discriminated stratigraphic units and the sections of the Pleistocene sediments is revealed within the cryolithosphere in the north of Western Siberia. A real possibility of regional stratigraphic correlation for the deposits of the territory is demonstrated on the schematic diagrams.



статье приводятся (хоть и весьма сжато) детальные инженерно-геологические параметры (свойства, характеристики), полученные НТФ «Криос» и др. на самом современном техническом уровне изысканий. Разумеется, анализ закономерностей изменчивости этих параметров невозможен без стратиграфического расчленения сводного разреза структуры и ее отдельных частей, особенно в четвертичной, а в общем в позднекайнозойской части грунтовой толщи.

Поставленная проблема и попытка ее решения направлены в первую очередь на корреляцию инженерно-геологических разрезов нефтегазоносных структур, которая корректно свяжет все инженерно-геологические элементы (ИГЭ) в единую стратиграфическую систему. При использовании предлагаемых к дискуссии материалов исчезнет разнобой в интерпретации возраста и стратиграфического положения ИГЭ в разрезах.

В настоящей работе решается задача предварительной стратиграфической корреляции разрезов четвертичных отложений полуостровов Ямал, Гыданский и Тазовский. Разработка и уточнение местной стратиграфической схемы позволит перейти к детальной геокриологической и криолитологической характеристике криогенной толщи. Приводимые ниже материалы показывают четкую корреляцию разрезов неисследованной (до 1980 г.) северной части Западно-Сибирской плиты с указанными опорными профилями (рис. 1).

При изучении разрезов толщ газонасыщенных структур (Харасавейской [3, 11], Бованенковской, Новопортовской, Ямбургской и Песцовой) комплекс исследованных параметров был прослежен на большой территории и скоррелирован по материалам бурения более чем 200 скважин глубиной 150–450 м*. При анализе и корреляции разрезов Нейтинской, Арктической и Нурминской структур были использованы геофизические параметры стратиграфических пачек.

Дочетвертичные отложения

Глубина залегания кровли дочетвертичных отложений в пределах северной части Ямала понижается от –142÷–210 м до –272÷–278 м, а под его восточным побережьем она повышается до –250÷–260 м по мере приближения к Обской губе (рис. 2). От мыса Каменный отметки кровли снижаются до –359,6 м, образуя в разрезе Обский каньон (рис. 3). Под берегом Тазовского полуострова глубина залегания кровли палеогеновой толщи плавно повышается от –205 до –170 м, проваливается в центральной части Ямбурга до –250 м (рис. 4), а южнее поднимается до –2÷–8 м над куполом Песцового ГКМ.

* По материалам НТФ «Криос», использованным автором в научно-технических отчетах Научно-проектно-производственного комплекса «ТюменНИИгипрогаз» за 2003–2009 гг.

Мощный прогиб заполнен морскими осадками от берега Карского моря до левого берега реки Хадуттэ с минимумом над Нурминской структурой (см. рис. 2). Под Обской губой мощный абразионный врез (рис. 3) унаследовал крупную сбросовую деформацию (грабен) в дочетвертичном основании [5]. В пределах южной части Ямала наиболее глубокое залегание кровли дочетвертичных отложений (281,5 м от поверхности земли) отмечено в скважинах 2, 3 и 7 профиля «Лаборова — Салета» [13] (что в абсолютных отметках не глубже –240÷–245 м). выступы меловых пород отмечены под Лаборовской мульдой (до –45÷–60 м) и под долиной реки Хадытаяха (до –170 м). В направлении к Новому порту они повышаются до –100 м.

Палеогеновые отложения в северной части Ямала охарактеризованы впервые в разрезах скважин КТС-8 [3], позднее — в скважинах 79-П и 80-П [11]. Это мощная толща темно-коричневых («шоколадных») суглинков и глин с тонкими прослоями супесей и песков серого и коричневатого цвета, с обломками и целыми раковинами моллюсков, в которой часто встречаются сильно разложившиеся растительные остатки и углистые включения, редко — мелкая галька сланцев и щебень черных аргиллитов.

Облик, строение и состав отложений свидетельствуют о формировании их в литолого-фациальных условиях, совершенно отличных от условий, в которых формировалась вышележащая толща плейстоцена. Палинологические и микрофаунистические данные указывают на дочетвертичный палеогеновый (палеоценовый) возраст верхней части пачки. По заключению Г.Н. Недешевой, в этой части толщи отсутствует четвертичная фауна фораминифер и присутствуют раковины фораминифер нечетвертичного облика (*Lenticulina*, *Nodosaria*, *Globulina*, *Globobulimina*, *Pullenia*, *Poly-morphina*, *Girodina*, *Cibicides*).

Выделенные спорово-пыльцевые комплексы состоят из миоспор как верхнемелового (*Selaginellidites diuturnis* Bolch., *Quercites sparsus* (Mart) и др., так и палеоценового возраста (*Anacolosidites insignis* Samoil., *Trudopollis nonperfectus* (Pfl.), *Trudopollis pompeckji*, *Sphagnum australe* (Cook) Drozh., *Sphagnum regium* и др.), поэтому время формирования отложений А.К. Васильчук относит к маастрихт-палеоцену.

В южной части Бованенковского газоконденсатного месторождения (ГКМ) морские отложения эоцена и нижнего олигоцена представлены темно-серыми и коричневыми («шоколадными») глинами и светло-серыми мелкозернистыми песками. Отмечаются включения гальки сланцев и щебня черных аргиллитов, а также раковины моллюсков и сильно разложившиеся растительные остатки. Аналогичный материал встречался и в разрезе скважины КТС-8 [3].

На Южном Ямале под толщей плейстоценовых отложений мыса Каменный залегают глины ганькинской свиты верхнего мела [5]. на Тазовском полуострове под базальным слоем повсеместно

залегают палеогеновая толща коричневых алевроглин с лигнитизированным фитодетритом и прослойками мелко- и тонкозернистого песка (как и в разрезе скважины КТС-8 на Харасавее).

Судя по мощности, строению и составу базальных слоев, дочетвертичный рельеф в течение длительного времени подвергался интенсивному размыву водами Полярного бассейна — настолько интенсивному, что на исследованной территории не встречены следы неогеновых континентальных отложений.

Отложения четвертичной системы

Плейстоцен

1. Поздний эоплейстоцен — ранний неоплейстоцен (I₁)

Полуйская свита (mg I₁) в скважине КТС-8 выделена в слоях 19, 20 с абсолютными отметками –102––142 м [3]. Данный интервал представлен плотными темно-серыми глинами и тяжелыми суглинками с включениями гравийно-галечникового материала из кварца, песчаников и сланцев, а также щебенки из черных аргиллитов.

средне- и слабоотсортированные суглинки содержат до 32-45% тонкодисперсной фракции, до 25-35% пылеватой фракции, до 20-40% частиц тонкого и мелкого песка. Для терригенных мелко-, тонкопесчаных и пылеватых зерен характерен кварцевый и полевошпатово-кварцевый состав. В небольшом количестве присутствуют слюды, эпидот, амфиболы, пироксены, рудные минералы. из аутигенных минералов встречается сидерит и пирит-марказит в виде мелких округлых стяжений и новообразований неправильной формы.

Для кровли и нижней части пачки характерна волнистая горизонтальная слоистость. В ее средней части в песчаных слоях отчетливо видна текстура течения, мелковолнистая «гофрированная» складчатость прослоек и другие фрагменты подводно-оползневых деформаций. По степени окатанности кварцевых зерен материал неоднороден и поступал, по-видимому, из разных источников. Наиболее крупные песчаные зерна, неоднократно переотложенные, хорошо окатаны.

Эта часть разреза с неравномерным распределением обломочного материала, несомненно, формировалась за счет периодического переотложения местных дочетвертичных пород и поступления дальнепринесенных минералов. Глинистые окатыши, растительные остатки, рудные минералы и новообразования свидетельствуют об изменчивости гидродинамического режима водной среды во время накопления осадков в прибрежной зоне моря. В основании пачки базальный горизонт представлен пятиметровым слоем слоистого песка с гравием, мелкой галькой, окатышами глин нижележащей пачки палеогеновых грунтов.

По результатам палинологической характеристики образцов А.К. Васильчук отмечает изменение фациальной обстановки осадконакопления,

что указывает на постепенное обмеление морского бассейна. В отличие от основания в верхней части пачки иглы губок и их обломки практически отсутствуют, редко встречаются обрывки зеленых водорослей *Pediastrum*, а присутствие разнообразных групп трав, кустарников и спор служит показателем субаэральной (пляжевой) среды формирования отложений и развития лесотундровых ландшафтов на побережье.

Г.Н. Недешевой были определены фораминиферы хорошей сохранности в общем количестве от 47–59 до 139 экземпляров на 100 г осадка. В нижних слоях (144–140 м) преобладают *Cassidulina subacuta* G., *Elphidium subclavatum*, *Protelphidium asterotuberculatum* V., *P. orbiculare* B., *Bucella hannai arctica* V. Эти виды относятся к обскому комплексу фораминифер, показательному для нижне- и среднеплейстоценовых отложений, формировавшихся в арктических условиях шельфовой зоны Карского моря с температурой придонных слоев воды до –1,5°C [7]. Здесь же отмечены и теплолюбивые виды: *Miliolinella cf. subrotunda* M., *Melonis zaandamae* V., *Bulimina marginata* d'Orb., *Buliminella elegantissima* d'Orb., *Planocassidulina norcrossi* C., *Cassandra teretis* T., *Cibicides rotundatus* Stsch.

Выше, в интервале 138–132 м, преобладают те же виды кассидулинид и эльфидиид, но иногда присутствуют фораминиферы с песчаной раковиной *Eggerella advena* C., *Textularia* sp. и *Trochammina ochracea* W. Впервые появляются *Cribrorhynchium granatum* G., *Stainforthia loeblichii* F.-H., *Cribronion obscurus* G., *Nonionellina labradorica* D., *Pninaella pulchella* P., *Bucella frigida* C., *Discorbis deplanatus* G., *Parafissurina fusiformis* L. et T., *Pyrgo williamsoni* S. и *Gordiospira arctica* C. Этот комплекс по составу и количеству близок изученному в проливе Лонга на глубине 25 м при солености 31,5‰ и температуре –0,95°C.

В верхней части пачки видовой состав заметно обедняется и доминантными являются только *Cassidulina subacuta* G. и *Elphidium subclavatum* G., а в единичных экземплярах — *Stainforthia loeblichii* F.-H., *Planocassidulina norcrossi* C., *Cassandra teretis* T. и *Protelphidium orbiculare* B.

В основании разреза четвертичных отложений Бованенковской структуры залегают горизонт мореноподобного облика мощностью 60–90 м. Его возраст геологи НТФ «Криос» отнесли к раннему неоплейстоцену. В интервале отметок от –170––210 до –270––328 м толща представлена плохо отсортированными суглинками, реже глинами и супесями, содержащими слабо окатанные гравий, гальку, валуны. Мелкие и пылеватые пески залегают в глинистой части толщи в виде линз и прослоев мощностью до 1–2 м. Оторфованность пород невелика, отмечены растительные остатки и фауна, углистые включения и примазки. Глина — темно-серая жирная плотная, с блестящими мелкими плоскостями усадки, сильно алевролитистая, местами в прослоях переходит в песок пылеватый с редкими



сажистыми примазками алевроита и редкой мелкой галькой. Темно-серая глина с зеленоватым оттенком имеет раковистый излом, содержит включения крупной слабоокатанной гальки и мелких валунов серого аргиллита. Внизу слоя — глина темно-серая плотная, с редкими серовато-коричневыми стяжениями, с единичными мало-мощными прослоями песка серого тонкозернистого, с белыми точечными включениями различной степени литификации.

Очевидно, что в раннем неоплейстоцене депрессионные понижения древнего рельефа заполнялись морскими и ледниково-морскими осадка-

ми, а повышения абрадировались. Море на большей части исследуемой территории было сравнительно мелководным. В нем накапливались темно-серые супеси и суглинки с линзами косослоистых песков и включениями крупнообломочного материала плохой окатанности. Время накопления этих толщ характеризуется суровой климатической обстановкой, угнетенным тундровым спектром видов флоры, арктическим комплексом фораминифер [3].

В разрезе Новопортовской структуры отмечается минимальная мощность отложений, выделенных в полуйскую свиту, представленных галечни-

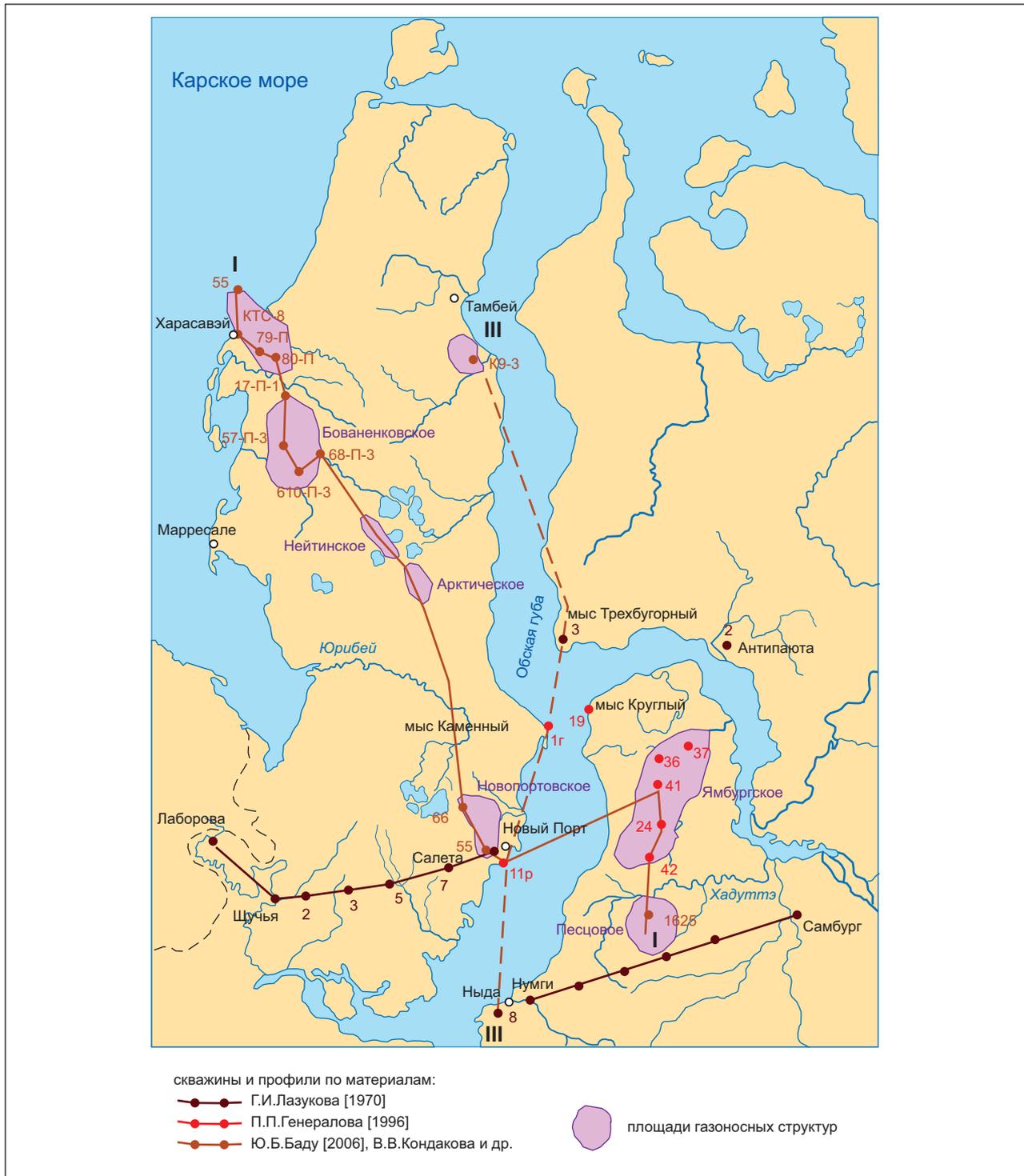
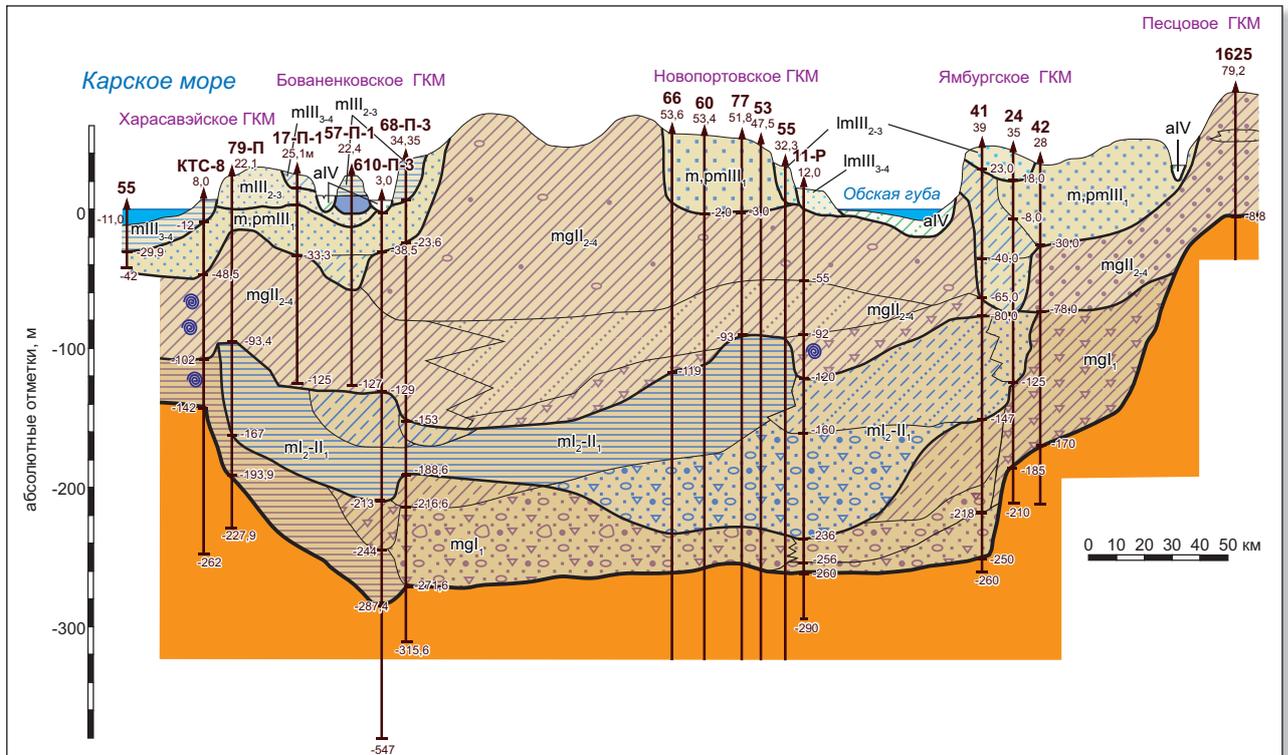


Рис. 1. Обзорная карта фактического материала

ками с валунами и грубопесчаным заполнителем. В пробах из нижнего диамиктона выделена богатая по видовому составу ассоциация фораминифер, в которой к доминантам добавляется *Cibicides sp.* В акцессорной группе 40% от всей ассоциации составляют тепловодные виды, а 20% —

холодноводные. Стеногалинные формы входят в доминантную группу и составляют в отдельных образцах до 60%. Здесь присутствуют единичные планктонные формы *Globigerina quinqueloba*, *G. bulloides* и единичные агглютинирующие *Spiroplectammina sp.*, *Cyclammina sp.* Ряд форм обна-



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ К РИСУНКАМ 2 - 4:

Возраст и генезис четвертичных отложений

- Голоцен**
- aIV аллювиальные отложения-суглинки, супеси, пески льдистые
- Поздний неоплейстоцен - голоцен**
- mIII-IV отложения I морской террасы (суглинки, супеси льдистые)
 - ImIII-IV отложения I лагуно-морской террасы (суглинки, супеси, пески льдистые)
- Поздний неоплейстоцен**
- mIII₃₋₄ отложения II морской террасы (суглинки, супеси льдистые)
 - ImIII₃₋₄ отложения II лагуно-морской террасы (суглинки, супеси, пески льдистые)
 - mIII₂₋₃ отложения III морской террасы (суглинки, супеси льдистые)
 - ImIII₂₋₃ отложения III лагуно-морской террасы (суглинки, супеси, пески льдистые)
 - m.p.mIII₁ отложения казанцевской прибрежно-морской равнины (пески, суглинки льдистые)
- Средний неоплейстоцен**
- mgII₂₋₄ отложения салехардской морской равнины (суглинки, супеси льдистые и слабльдистые)
- Ранний-средний неоплейстоцен**
- ml_{2-II}₁ морские отложения казымской свиты (суглинки, супеси слабльдистые и охлажденные)
- Ранний неоплейстоцен**
- mgI₁ ледниково-морские отложения полукойской свиты (суглинки, супеси слабльдистые и охлажденные)
- Мел-палеоген**
- mK_{2-P}₁ морские отложения нерасчлененные (суглинки, глины охлажденные и талые)
- границы стратиграфических горизонтов

Состав грунтов:

- глины
 - суглинки
 - суглинки с прослоями супесей
 - суглинки с прослоями песков
 - алевриты, супеси с прослоями песков
 - пески разной крупности
- Обломочный материал**
- валуны
 - щебень
 - галька
 - древеса
 - гравий
- пластовый лед и льдогрунты
 - фораминиферы, моллюски, диатомеи

- Скважины:**
- 3-01 номер скважины
 - 21,5M и абсолютная отметка устья
 - ↑-292 абсолютные отметки слоев
 - 100 и забоя скважины

Рис. 2. Разрез толщи плейстоценовых отложений по линии I-I



ружен впервые для данного района: *Piramidina bu-
liminoides*, *Gyroidinoides turgidis*, *Allomorphina fra-
gilis*, *Allanhancokia sp.*, *Heterohelix sp.* Единичные
планктонные глобигерины встречены также в шу-
рышкарской толще, вскрытой скважиной 20 на се-
вере Тазовского полуострова, где мощность ниж-
него диамиктона равна 70 м.

В северной части Тазовского полуострова ос-
нование четвертичного разреза представлено шу-
рышкарской толщей [5]. Характерный фрагмент
ее разреза в интервале -78 ± -170 м (см. рис. 2)
вскрыт скважиной 42. он представлен суглинисто-
супесчаным диамиктоном максимальной плотно-
сти, серым с буроватыми оттенками, с включения-
ми гравия и гальки опок, редких обломков лигни-
та размером до 4 см. В толще диамиктона — лен-
товидно переслаивающиеся глины алевритистые
светло-серые и темно-серые, с примазками виви-
анита и темно-красных гидроокислов железа, с
черными пленками гидроокислов марганца. Диа-
миктон — песчано-глинистый, серый с оттенком
хаки, с редкими включениями мелкого гравия и
гальки опок. Содержит прослойки микролинзово-
листоватых светло-зеленоватых и щебнисто-ли-
стоватых коричневатых и буровато-серых глин,
внизу принимающих дресвянистый облик и
имеющих мелкообломочную текстуру. Ниже —
зеленоватый-серый (пятнистый) плотный суглинок
с частой мелкой (до первых миллиметров) дрес-
вой глин переходит в алевросуглинок оскольча-
тый серый с буроватым оттенком, а затем посте-
пенно — в диамиктон суглино-супесчаный се-
рый со слабым буроватым оттенком, в котором с
глубины 173 м появляются мелкие (до 1–3 мм) об-
ломки тонкостенных раковин «двустворок». внизу
описываемого фрагмента — диамиктон суглини-
сто-супесчаный «максимальной» плотности, с
большим количеством мегакластов в отдельных
интервалах. Появляются и все более увеличи-
ваются по содержанию дресва и обломки (до
0,5–1,5 см) светлых зеленоватых глин, подстилаю-
щих ямальскую толщу. На последних четырех
метрах в отдельных интервалах порода похожа на
дресвяник (за счет обилия мелких обломков глин
с примесью гравия опок). Низ диамиктона обога-
щен конкрециями марказита и пирита.

В целом для шурышкарской толщи характерно
преобладание диамиктонов, слагающих более или
менее однородные и выдержанные по площади
пласты, которые, чередуясь с менее толстыми пач-
ками переслаивания слоистых безвалунных глин,
песков, алевритов, суглинков и супесей, создают
крупную ритмичность разреза. Наиболее одно-
родный тяжелый супесчано-суглинистый диамик-
тон слагает нижнюю пачку, с которой обычно и
начинается разрез толщи. в основании ее — ба-
зальный слой рыхлых песков и супесей с гравием
и галькой, часто с прослоями алевритов, глин, пес-
ков. В нижней части пласта диамиктона наблю-
даются небольшие (до первых метров) отторжен-
цы, мелкие «обрывки» и щебенка подстилающих
палеогеновых глин и песков. Мощность пласта
обычно 20–30 м, местами до 60 м.

Во всех алевроглинистых и суглинистых раз-
новидностях пород наблюдаются включения ви-
вианита в виде мелких сферолитов и гнезд непра-
вильной формы, реже — «облачные» скопления
микровключений, бобовин до 1,0–1,5 см, «при-
мазок» по поверхностям отдельности или трещи-
новатости. В нижнем диамиктоне обычны сферо-
литы пирита, реже — мелкие инситные конкре-
ции сидерита, которые чаще встречаются в слои-
стых алевроглинах, залегающих непосредственно
на этом пласте.

В гранулометрическом составе грунтов сугли-
нистые фракции составляют до 69% их объема,
глины — 11,3%, среднезернистый песок — 5,8%,
примесь крупно- и грубозернистого песка не-
значительна.

В тяжелой фракции примерно в равных коли-
чествах (до 10–11%) присутствуют амфиболы и
пироксены. Эпидот составляет в среднем 20,1%,
черные рудные минералы (магнетит, ильменит,
хромит) — до 35,1%. постоянны гранат и циркон
(до 6,4%), рутил, апатит, сфен, турмалин, дистен
и другие минералы метаморфических пород (до
ли процента). Из аутигенных минералов во всех
пробах есть пирит (до 21,4%), лейкоксен и другие
титаносодержащие минералы (до 9,7%). Во мно-
гих пробах присутствует сидерит. В легкой фрак-
ции есть органогенный опал (до 1,5%) и глауко-
нит (до 1,4%).

Глинистая составляющая нижнего диамиктона
состоит из хлорита (в среднем 35,2%), гидрослю-
ды (23,8%), монтмориллонита (26,4%) и каоли-
нита (15,1%). Но в слоях Харасавейского и Бова-
ненковского разрезов содержание хлорита не пре-
вышает 1–3%.

Шурышкарская толща насыщена раковинами
фораминифер, особенно в диамиктонах. Единич-
ные раковины *Cibicides grossus* (вида, показате-
льного для плиоцена Баффиновой Земли, Восточной
Гренландии и ряда других районов Арктики)
встречены в нижнем диамиктоне в ряде скважин,
особенно на юге Ямала [5]. есть они и в полуйской
свите Северного Ямала [3], будучи приуроченны-
ми к интервалам разреза с обским комплексом фо-
раминифер *Retroelphidium subclavatum G.*, *R. obesum G.* и *Miliolinella grandis grandis*.

Л.К. Левчук выделила в разрезе скважины 37
Ямбургской структуры (см. рис. 1) богатую и раз-
нообразную ассоциацию фораминифер с домини-
рующими *Retroelphidium subclavatum G.*, *R. obesum G.*,
Cassidulina subacuta, *Haynesina orbicularis*,
Criboelphidium granatum, *C. goesi*, *Planocassiduli-
na norcrossi*, *Bucella hannai arctica* и *Alabaminoides
mitis*. Акцессорная группа представлена тепловод-
ными и преимущественно бореальными видами.
Аркто-бореальные виды холодноводной группы
характеризуют относительную глубоководность
палеобассейна с низкположительными темпера-
турами и близкой к норме (для арктических мо-
рей) соленостью придонных вод.

Следует отметить, что не везде шурышкарская
толща имеет монолитное строение и однородна.
П.П. Генераловым показано, что прадолина Об-

ской губы прорезает шуршкарскую толщу местами до абсолютных отметок -360 м (см. рис. 3), заполняя ее мыскаменскими и ябургскими слоями. вполне вероятно, что грубый аллювий прадолин Оби, Таза и Енисея, выносимый к краю шельфа, мог отлагаться и водно-ледниковыми потоками уже существовавших в то время ледников Бырранга и Полярного Урала. И следовательно, есть основания относить эти осадки к раннему неоплейстоцену и даже к эоплейстоцену квартера.

Мыскаменские слои [5] выделены в разрезе скважины 1-Г (в интервале $-255 \div -362$ м) у поселка Мыс Каменный (см. рис. 3). в их основании залегают темно-коричневые суглинки с тонким детритом и редким гравием (как и в скважине КТС-8 ниже -142 м), которые были отнесены нами к палеогеновой части толщи. Ниже залегают глины ганькинской свиты верхнего мела (*K₂gn*).

В мыскаменских слоях преобладают пески с гравием, галькой, прослойками и линзами суглинков. В легкой фракции песков кварц составляет 68,5–82,9%, полевые шпаты — 12,6–27,8%. тяжелая фракция состоит в основном из черных рудных минералов (26,6–51,4%), эпидота (10,0–20,4%), амфибола (6,0–9,4%), циркона (6,8–8,8%), граната (3,6–4,5%), пироксена (1,2–4,8%), из аутигенных постоянны пирит (8,6–37,3%), лейкоксен и другие титановые (3,3–6,8%).

Для суглинков интервала $-313 \div -325$ м скважины 1-Г В.С. Волковой была дана «четвертичная» спорово-пыльцевая характеристика, которая показала, что эти осадки формировались в условиях развития березовых редколесий с широким развитием сфагновых болот, т.е. климат здесь был несколько теплее современного. По скважине 36

Т.П. Левина, В.А. Бахарева и И.В. Николаева выделили в песках палиноспектры, отражающие ландшафты березовой лесотундры с елью и сосной, т.е. сходные со спектрами, отмеченными выше для мыскаменских слоев.

Ябургские слои в осевых частях прадолин согласно, местами с незначительным размывом, налегают на мыскаменские слои, а на бортах этих прадолин — на доямальские отложения [5]. Слой представлен диамиктоном с прослоями безвалунных суглино-супесей, алевроглин, алевросупесей и песков. В скважине 1-Г (см. рис. 3) в интервале глубин $-212 \div -255$ м вскрыт серый суглинисто-супесчаный диамиктон средней плотности с редкими включениями угловатого гравия опок и кварца и с редкими микролинзочками светлой алевросупеси с наклонной слоистостью.

Местами суглинистый диамиктон имеет зеленоватый оттенок, сетчато-прожилковую пятнистость, местами — четкую параллельную отдельность по наслоению под углом к горизонту. Книзу порода опесчанивается, не теряя связности и плотности, и постепенно переходит в мелкозернистый песчаник с алевроглинистым цементом. Здесь, кроме гравия, встречены гальки тех же черных опок и темно-серого уральского кварцито-алевролита с точечной вкрапленностью сульфидов и даже валун (более 10 см по керну) темно-серого кварцитосланца с Урала. В основании ябургских слоев — алевропесчаная порода (слабосвязная, легкая, со скоплениями мелкого опокового гравия).

В разрезе Ябургской структуры ябургские слои вскрыты скважиной 41 в интервале $-147 \div -211$ м (см. рис. 2). Здесь наблюдается переслаивание суглинисто-супесчаных и суглинистых

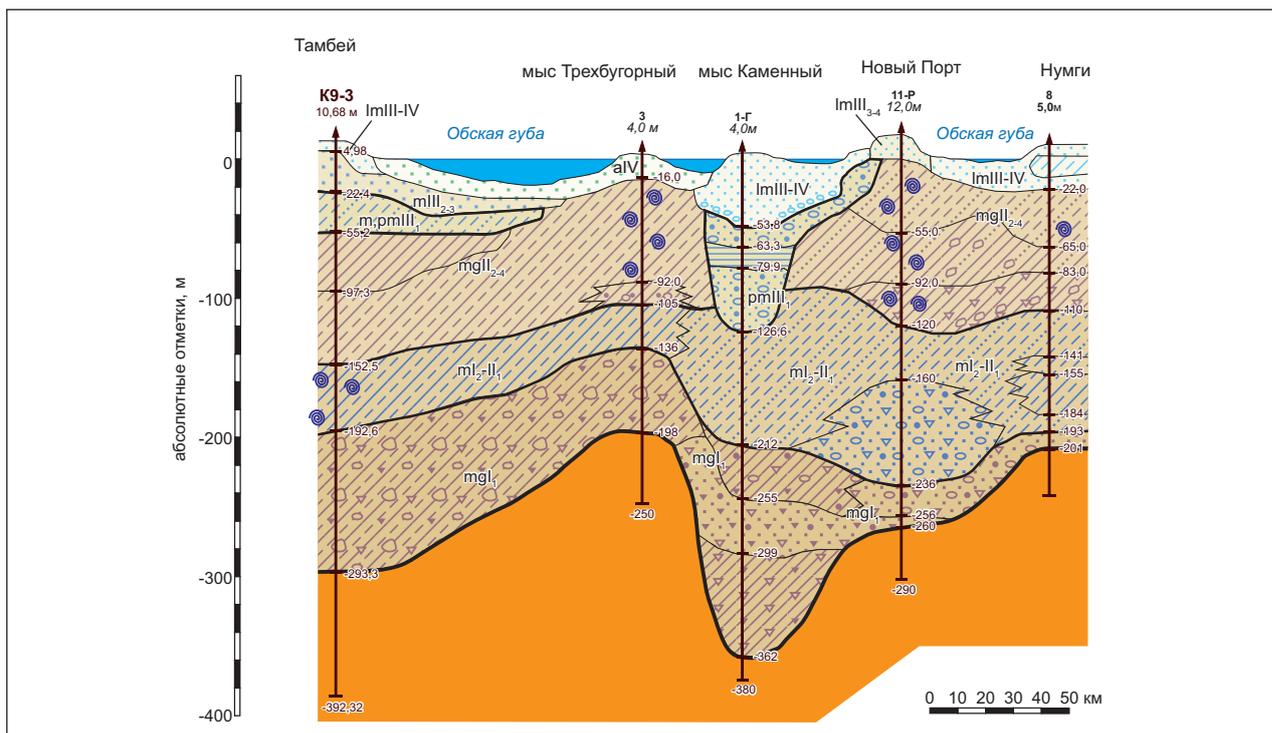


Рис. 3. Разрез толщи плейстоценовых отложений по линии III–III



диамиктонов серых и буровато-серых, с неравномерной вкрапленностью угловатого гравия опок (в отдельных интервалах до 10% от объема), местами с вкраплениями вивианита и песков светло-серых мелкозернистых с примесью гравия опок и с прослоями (до 1,5 м) гравийных (опоковых) алевроглин, глиноалевритов и суглинков, в разной степени плотных, с включениями вивианита и спорадически — гравия. Толщина пластов диамиктона — 4–15 м, песков — 2–6 м, алевроглин и суглинков — 4–5 м. В основании свиты — галечно-гравийный горизонт (0,5 м) опокового состава.

В разрезе скважины 3 (см. рис. 3) на мысе Трехбугорный (Гыданский полуостров) Г.И. Лазуков выделил в составе полуйской свиты слои сходного состава, относя их к нижнему плейстоцену. Гляциально-морские отложения в нижней части разреза (–136÷–198 м) представлены глинами, суглинками и алевритами с большим количеством обломков опок, опоковидных глин и редкой галькой аргиллитов. для суглинков характерны плохая отсортированность, комковато-оскольчатая структура и отсутствие слоистости.

В северо-восточной части Ямала (см. рис. 3) геологи НТФ «Криос» относят к этой свите 100-метровую толщу (в интервале –192,6÷–293,3 м) суглинков темно-серых и серых с массивной криогенной текстурой, местами с прослоями серого песка.

На самом юге исследуемой территории в скважине 8 профиля «Нумги — Самбург» в составе полуйской свиты [13] выделены слои интервала –193÷–201 м — супесь, переслаивающаяся с песком светло-серым мелкозернистым тонко-горизонтальнослоистым (см. рис. 3). В скважине у поселка Ныда на глубине 164,25–172,00 м отмечены мореноподобные суглинки с плохо ока-

тантными гравием и галькой. Внутри них — прослой слоистых хорошо отмученных глин и глауконитового песка. Эту скважину Г.И. Лазуков считал опорной для стратиграфического расчленения четвертичных осадков северо-западных районов низменности.

Итак, к полуйской свите были отнесены все отложения, заполняющие впадины дочетвертичного рельефа. Литолого-фациальное разнообразие полуйской толщи возникло в трех акваториях накопления ее осадков — в открытом морском бассейне на приглубом шельфе, в мелководных прибрежных заливах, в эстуариях и прадоллинах Оби и Таза.

Полуйская свита в разрезе скважины КТС-8 достоверно коррелирует с аналогичными слоями Бованенковской структуры. От линии современного побережья до ямальского водораздела ее осадки накапливались в морском арктическом бассейне в условиях достаточно сурового климата, испытывая кратковременные воздействия проникающих сюда более теплых атлантических вод. Даже по относительности спорово-пыльцевых диаграмм можно судить о существовании зон лесотундры и тундры и широком развитии мерзлоты на прилегающих побережьях.

Верхняя часть шурышкарской толщи П.П. Генералова четко коррелирует с полуйской свитой Харасавее по условиям залегания, составу и микрофауне, несмотря на разновысотное их положение (см. рис. 4), и вполне достоверно соответствует нижнеплейстоценовым слоям юга Ямала, которые выделял Г.И. Лазуков. В конце этого периода, когда уровень Полярного бассейна уже достиг первого максимума, а на Харасавее уже накопилась мощная морская толща, формируются мыскаменский, а затем и ямбургский врезы. уровень моря снижался перед вторым циклом трансгрес-

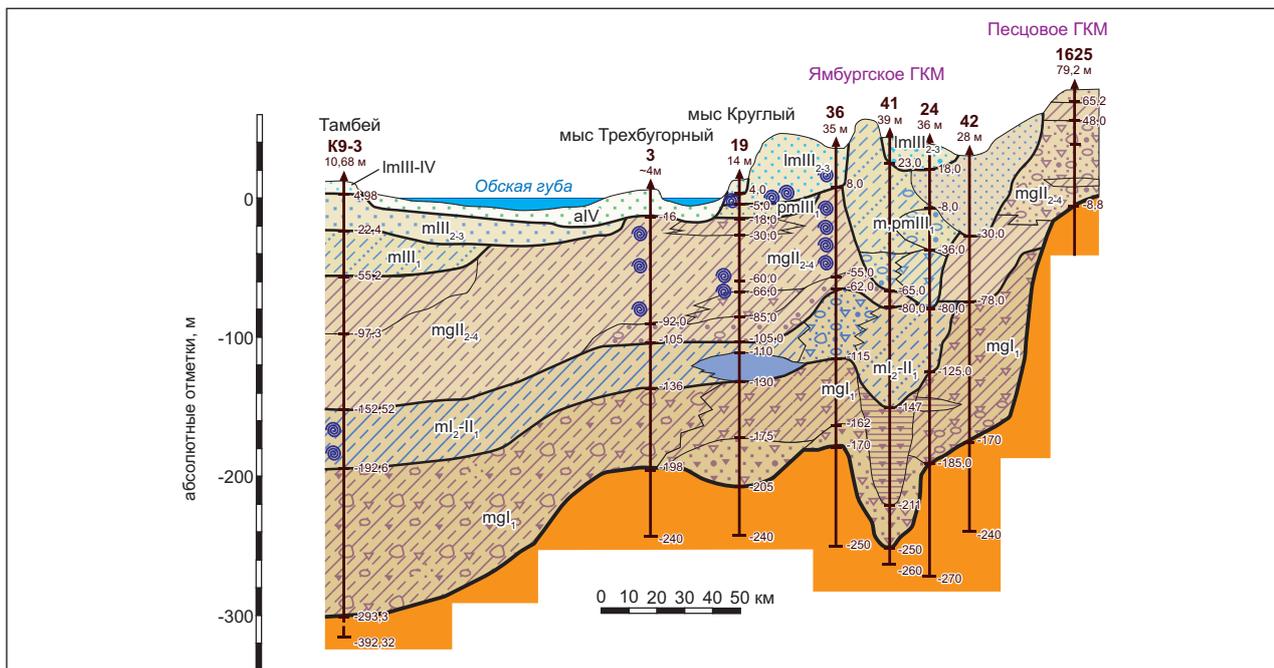


Рис. 4. Разрез толщи плейстоценовых отложений по линии IV–IV

сии, в период которого уже накапливались осадки казымской и в т.ч. сорюнтской свит.

Исследованный в отложениях комплекс фораминифер показателен как для нижнего, так и для среднего неоплейстоцена всего севера Западной Сибири. Поэтому его представительность дает возможность достоверно определить лишь плейстоценовый возраст 300–360-метровой морской толщи. По отдельным сборам удастся детализировать фациальные обстановки или их смену, но невозможно удостоверить их возраст.

2. Ранний — средний неоплейстоцен

Казымская свита ($mI_2 - II_1$). На границе раннего и среднего неоплейстоцена описываемая территория подвергается дальнейшему воздействию морской трансгрессии, поднимавшейся до современных максимальных отметок рельефа (80–90 м). Мощные супесчано-глинистые толщи с незначительными включениями обломочного материала накапливались в морском бассейне с нормальной соленостью и температурой вод выше, чем в современном Карском море. Отложения казымской свиты на Северном Ямале залегают ниже современного уровня моря: кровля — на абсолютных отметках $-110 \div -150$ м, подошва — в интервале $-150 \div -200$ м. На Тазовском полуострове кровля поднята до отметок -80 м, а подошва — до $-125 \div -160$ м.

В южной части Бованенковского ГКМ отложения казымской свиты мощностью более 50–60 м залегают в интервале абсолютных отметок от $-130 \div -150$ до $-190 \div -217$ м (см. рис. 2) и представлены преимущественно суглинисто-глинистыми разновидностями и маломощными прослоями песков в верхней части разреза. Мелкие включения торфа и детрита присутствуют редко, но в минеральной массе много углистых вкраплений и прослоев, а по граням плейчатости и на сколах плотных грунтов отмечается буровато-черный налет. Вниз по разрезу суглинки сменяются глинами серыми и темно-серыми, редко с зеленоватым оттенком, также содержащими примазки, вкрапления и тонкие прослои черного цвета, с редкими и тонкими прослоями торфа и единичными включениями гравия и гальки.

Для глинистых грунтов характерен кварцевый и полевошпатово-кварцевый состав терригенных мелко-, тонкопесчаных и пылеватых зерен. В небольшом количестве присутствуют слюды, эпидот, амфиболы, пироксены, рудные минералы. Эти характеристики во многом аналогичны показателям полуйской свиты. Но среди аутигенных минералов наиболее характерен не пирит-марказит, а глауконит, которым обогащены отдельные слои толщиной до 1 м. Сидерит встречается в виде мелких зерен неправильной и субромбоэдрической формы.

В составе глинистых минералов преобладает гидрослюда (до 40%), содержатся также монтмориллонит (до 32%) и каолинит.

Неравномерное распределение по разрезу окатышей глин, растительных остатков, слюд, опала,

рудных минералов и новообразований свидетельствует об изменчивости гидродинамического режима водной среды во время накопления осадков в прибрежной зоне моря. В больших количествах появляются средне и сильно разложившиеся растительные остатки. Количество $C_{орг}$ в породах составляет 0,6–0,9%.

В южной части Ямала и на севере Тазовского полуострова выделена сорюнтская свита [5], которую мы в полном объеме рассматриваем в составе казымской (см. рис. 2).

Сорюнтская свита перекрывает ябургские, а в прибортовых частях погребенных прадолин и на прилегающих к ним сниженных участках древних междуречий — более древние мыскаменские слои. Период ее накопления соответствует начальной стадии второй ямальской трансгрессии, начавшейся после снижения уровня моря на рубеже ябургского и сорюнтского этапов. Абсолютные отметки ее подошвы поднимаются от -212 м на мысе Каменный (см. рис. 3) до $-120 \div -130$ м в пределах Ябургской структуры (см. рис. 4), а отметки кровли — соответственно от $-120 \div -130$ м до $-70 \div -80$ м. Они гипсометрически полностью соответствуют положению казымской свиты по линии «Харасавэй — Ябург» (см. рис. 2), но залегают гораздо выше по линии «Тамбей — Ябург» (см. рис. 4).

Типичный разрез вскрыт скважиной 1-Г в интервале $-126 \div -212$ м (см. рис. 3). Сверху вниз наблюдаются пески мелко-тонкозернистые в разной степени алевритистые с четкой тонкой параллельной слоистостью, часто наклоненной до $20-25^\circ$, местами до $40-80^\circ$, к горизонту. Ниже отметки -160 м — тонкое параллельное переслаивание алевроглин, алевросупесей и тонкозернистых песков с наклоном слоев $70-80^\circ$. Встречаются чечевицеобразные конкреции сидерита в слабоглинистой алевросупеси, в отдельных слоях которых отмечена микрослоеватость (веерная, микролинзовая, петельчатая). Слои песка здесь имеют толщину 15–20 см, алевритов и алевроглин — до нескольких миллиметров. Залегание — от горизонтального до единиц градусов к горизонту.

В пачке палево-светло-серых алевритов и глин с тонкопесчаными прослойками наблюдаются ступенчатые микросбросы и микроскладочки волочения (до «микрорулетов»). Единично в прослоях с нитевидной диагональной микрослоистостью тонко-песчано-алево-ритуловых разностей встречаются микрослойки черного шлиха.

Переход к подстилающим суглинкам ябургских слоев (на отметке $-212,3$ м) резкий, по неровному контакту лежат мелко-тонкозернистые пески, неслоистые и заиленные, а подстилающий суглинок палеогеновой части толщи в приконтактной части имеет коричневатую (вторичную) окраску.

Песчаный, местами с примесью мелкого опокowego гравия, состав свиты отмечен по скважинам 24 и 41 Ябургской структуры. В средней части разреза наблюдаются интервалы переслаива-



ния глиноалевритов, супесей, суглинков, местами со скоплениями глиняного гравия и щебня (см. рис. 2), а алевросупеси в отдельных интервалах обогащены слоями тонкого фитодетрита.

В минеральном составе легкой фракции преобладают кварц и полевые шпаты с единичными зернами глауконита. В тяжелой фракции доминирует группа «ильменит — магнетит — хромит» (до 37%) и эпидот, меньше амфибола, пироксена, пирита, лейкоксена и сидерита, а рутила и турмалина — доли процента.

По определению В.С. Волковой, состав спорово-пыльцевых спектров показывает, что осадки накапливались в условиях относительно теплого климата и широкого развития сосново-березовых лесов с примесью ели, пихты и ольхи. Открытые пространства были заняты злаками и разнотравьем, в подлеске господствовали папоротники. Сфагновых мхов было мало. в палинокомплексах самых низов свиты преобладают представители лесотундровых ландшафтов.

П.П. Генералов коррелирует сорюнтуйскую свиту с казымской, учитывая, что в сорюнтуйских слоях нет признаков нормально-морского режима среды их накопления. Но в казыме Северного Ямала и Гыданского полуострова они есть.

В разрезе скважины 3 (см. рис. 3) на мысе Трехбугорный Г.И. Лазуков выделял в казымскую свиту (интервал $-105\div-136$ м) слои сходного состава — горизонтально- и диагонально-слоистые суглинки и алевриты с редкими включениями мелкой гальки и гравия и с обугленными растительными остатками. Время их накопления он относил к первой половине среднего плейстоцена.

Геологи НТФ «Криос» относят к этой свите слои разреза скважины К9-3 в интервале $-152\div-192$ м (см. рис. 3), которые составляют 30-метровую пачку темно-серых суглинков с включениями черной органики, раковин размером до 2–8 мм, гальки изометричной формы. В нижней части пачки появляются редкие прослои песка серого, переходящие в 17-метровый слой серого песка с вкраплениями черной органики диаметром 1–3 мм. Отмечено, что все слои имеют массивную криогенную текстуру.

На Тазовском полуострове в скважине 8 профиля «Нумги — Самбург» Г.И. Лазуков выделял в составе казымской свиты слои интервала $-110\div-196$ м (см. рис. 3), представленные супесью серой с зеленоватым оттенком, хорошо отмученной, комковатой и оскольчатой, с прослоями и присыпками мелко- и крупнозернистого песка и тонких почти черных пропластков глин с четкой ленточноподобной слоистостью, но без гравийно-галечникового материала. Местами в супеси встречаются линзы и прослои мелкозернистого песка и хорошо отмученных алевритов с обломками углефицированной древесины.

В нижней части пачки — голубовато-темно-серая супесь, местами — суглинок оскольчатой отдельности, но без гравийно-галечникового материала, супесь темно-серая с зеленоватым оттен-

ком, хорошо отмученная, которая содержит прослой светло-серого мелкозернистого песка, количество которого увеличивается книзу. Изредка встречаются обломки опоки.

Отметим, что строение свиты отличается литолого-фаціальным разнообразием. на северо-западе Ямала в условиях более теплого, чем современный, климата отлагались глубоководные и засоленные серые глины и суглинки. восточнее (Гамбей), в непосредственной близости к прадолине Оби, накопилась толща темно-серых суглинков с редкой галькой, вивианитом, органикой и редкими раковинами моллюсков, которая отделена от более древних отложений базальным горизонтом малозасоленных песков с гравием и галькой. Выше по прадолине, на мысе Трехбугорный, отложения свиты представлены диагонально-слоистыми супесями и суглинками с обугленными и еще менее засоленными растительными остатками (принесенными из Тазовской губы).

На юге Тазовского полуострова выделяется зеленовато-серая супесчано-суглинистая толща — слоистая и неслоистая, с вивианитом и также с углефицированной древесиной. Вся сорюнтуйская свита — косослоистая, тонкопесчано-алевритовая, с вивианитом, сидеритом, конкрециями. Местами залегают скопления глиняного гравия и щебня. в основании свиты наблюдаются признаки локального размыва по ее контакту с ябургскими слоями или (в прибортовых частях погребенных долин-депрессий) с более древними отложениями: резкая смена литофаций по контакту, наличие единичных частиц гравия и гальки, иногда присутствие «прокладки» из щебня и гравия из подстилающих пород. Поэтому П.П. Генералов считает, что на рубеже ябургского и сорюнтуйского этапов осадконакопления морской бассейн здесь резко обмелевал, а соответственно процессы бассейнового осадконакопления, донной и береговой абразии локализовались в депрессиях рельефа бывшего дна «ябургского» моря и осадки сорюнтуйской свиты накапливались в условиях сильно опресненных (до пресноводных) эстуариев и прибрежного мелководья.

В разрезе Харасавейской структуры четкий литологический переход от казымской к салехардской свите отмечен только в скважинах 79-П и 80-П [11], а в скважине КТС-8 отложения казымской свиты отсутствуют [3].

3. Средний неоплейстоцен П₂₋₄

Во время среднего неоплейстоцена палеогеографическая обстановка на севере плиты характеризуется совпадением во времени основного максимума ямальской трансгрессии и максимального оледенения горной периферии. Здесь существовал открытый морской бассейн с глубинами до 100–200 м, в котором интенсивно накапливались морские, ледово-морские и ледниково-морские осадки. Вдоль берегов салехардского моря ледниковые плавающие языки и небольшие шельфовые покровы поставляли айсберги, разносимые по всему водному бассейну. Среди них грубым

составом супесей и суглинков выделяются ледниково-морские осадки таявших плавучих льдов и айсбергов, местами погребенных в донных толщах неглубоких морских акваторий и сохранившихся до сих пор [1, 14, 15]. Г.И. Лазуков предполагал, что здесь существовал более опресненный бассейн, чем в низовьях Енисея и Оби. Но он ошибался: в осадках салехардской свиты была зафиксирована максимальная засоленность [3].

Отложения *салехардской свиты* ($mgII_{2,4}$) в пределах Харасавейской структуры были вскрыты скважиной КТС-8 в интервале абсолютных отметок $-48,5 \div -102$ м [3]. Этот интервал сложен неслоистыми тяжелыми глинами зеленовато-серого цвета с черными точечными включениями тонкодисперсной органики. Для глин характерны высокая степень сортировки, тонкоплитчатая и оскольчатая (более крупная) отдельности. В интервале 76-85 м встречаются раковины морских моллюсков. В основании пачки глины менее однородные, тонкослоистые, с включениями гравия и песчаных зерен кварца. Выше залегают относительно глубоководные однородные тяжелые глины (хорошо отмученные). Именно в породах этого слоя отмечается максимальное для разреза содержание легкорастворимых солей.

Минералогический состав глин отличается от подстилающих отложений преобладанием гидрослюды (до 47%) над монтмориллонитом и каолинитом (до 36%), малым содержанием хлорита и гетита. Но в диамиктонах Южного Ямала резко доминирует хлорит.

В хорошо отмученных глинах слюды присутствуют спорадически и чаще представлены мусковитом. Пирит-марказит появляется в разрезе салехардских отложений в виде мелких округлых стяжений и новообразований неправильной формы начиная с глубины 57 м. Растительные остатки (красновато-бурые неразложившиеся волокна с хорошо сохранившейся клеточной структурой) распределены в разрезе неравномерно. В более глубоководных глинах отмечено наибольшее количество включений тонкодисперсной растительной органики.

Палинологическая характеристика отложений весьма специфична. В средней части толщи пыльца и споры повторяют по количеству и видовому составу спектры нижележащей пачки. Споры представлены мхами и плаунами — индикаторами тундровых и лесотундровых условий. Спорадически встречаются иглы губок, обрывки зеленых водорослей *Pediastrum*, переотложенные палеогеновые диатомеи. В верхней части слоя увеличивается содержание пыльцы деревьев и кустарников при неизменности видового состава. А.К. Васильчук считает, что в средней части пачки спорово-пыльцевой спектр — типично лесотундрового типа, а в верхней ее части, у кровли слоя, он имеет типичные лесные характеристики.

В основании разреза Г.Н. Недешева выявила обедненный комплекс фораминифер аркто-бореальных и арктических форм, смешанных с бореальными и субарктическими: *Protelphidium aste-*

rotuberculatum V., *P. orbiculare* B., *Elphidium* sp., *E. subclavatum*, а также *Cassandra teretis* T., *Alabaminoides mitis* G., *Bovolina* sp., *Stainforthia loeblichii* F.-H. Выше по разрезу обнаружены единичные экземпляры тепловодных видов *Elphidium subclavatum* и *Cassandra teretis* T. [3].

В пределах Харасавейской структуры кровля салехардской толщи вскрыта на отметках $-47 \div -66$ м и мощность ее обычно не превышает 40–50 м. В разрезе грунтовой толщи центральной части Бованенковского ГКМ мощность свиты увеличивается до 110–120 м, а кровля ее повышается в восточном направлении до $-23 \div -38$ м. Здесь геологи НТФ «Криос» относят к салехардской свите толщу серых и темно-серых суглинков с многочисленными прослоями песка и супеси толщиной от нескольких сантиметров до 1–2 м. В суглинках постоянно встречаются черные примазки и пятна вивинита. вкрапления и тонкие прослои торфа встречаются обычно в песке, иногда на контакте песка и суглинка. Весь разрез толщи находится в мерзлом состоянии, а в его основной части до глубины более 100 м содержится сегрегационный лед в виде шлиров различной толщины, образующих слоистую и сетчатую криогенную текстуру.

У озер Нейто кровля салехардской глинистой толщи поднимается к дневной поверхности до отметок 60–70 м. Здесь в образцах с глубин 3, 12, 18 и 21 м Г.Н. Недешевой были определены арктические фораминиферы *Buccella frigida* C. и диатомовые водоросли *Melosira sulcata* var. *sibirica* (типичная прибрежная литоральная форма). В низовьях реки Сеяха в глинах на глубине 21–24 м (над пластом льда) был обнаружен горизонт с раковинами моллюсков, принадлежащими (по заключению О.М. Петрова) подвиду *Portlandia arctica aestuariorum* Moss., живущему в опресненных арктических морях [9]. Здесь же Е.В. Постниковой были определены остракоды *Cytheridea papilosa*, *Acantocytheris* (?) *dunelmensis* (Norman), *Cytheropteron montrosiense* Brady C. et R. и *C. sulense*, существовавшие в прибрежно-морской среде.

Салехардская толща Южного Ямала и Тазовского полуострова перекрывает сплошным плащом и прадолыны, и прамеждуречья [5]. Подошва ее вскрыта скважинами на отметках $-80 \div -120$ м, а кровля в наиболее полных разрезах — на отметках от $-2 \div -3$ до $+25$ м и выше (до 79,2 м на Песцовом ГКМ) (см. рис. 2). В большинстве разрезов снизу залегает более или менее выдержанный пласт диамиктона мощностью от 20–25 м (Южный ямал) до 10–15 м (Тазовский полуостров), местами с прослоями глин, алевроглин и супесей. в основании горизонт размыва представлен пачкой гравийно-галечных, местами с валунчиками, песков толщиной от «прокладки» в одну гальку до 10 м.

диамиктоновая пачка кверху постепенно переходит в алевроитово-глинистую толщу вскрытой мощностью 72–145 м, где преобладают слоистые (до ленточных) глины, алевроиты, алевропелиты,



легкие алевросуглинки, алевро супеси, в отдельных пачках чередующиеся с прослоями мелко- и тонкозернистых песков. В других разрезах выделяются интервалы слабосортированных алевро-суглино-супесей с редкими включениями опок-ового и кварцевого гравия и гальки, прослой диамиктона толщиной в несколько метров. На разных уровнях встречены раковины «двустворок» и их обломки. В глиноалевритовых и суглинистых литофациях неравномерно рассеяны включения вивианита и их скопления, мелкие конкреции сидерита.

Салехардский диамиктон отличается от шурышкарского несколько большим содержанием сидерита, амфибола и пироксена, меньшим — пирита, циркона, рудных минералов. Его глинистая фракция представлена обычно хлоритом, гидрослюдой и монтмориллонитом. В нижней диамиктоновой пачке хлорит составляет в среднем 48,3%, гидрослюда — 28,3%, монтмориллонит — 23,3%. В харасавейской толще гидрослюды заметно преобладают над монтмориллонитом и каолинитом.

Фораминиферы практически отсутствуют в пробах из толщи «чистых» глино-алевритовых литофаций, но часто встречаются в суглинистых, с включениями мегакластов грунтах нижней пачки (диамиктонах или близких к ним разновидностях). Так же распределена микрофауна и в фациальных разностях грунтов толщи салехардской свиты Северного Ямала.

В разрезе Ямбургской структуры (скв. 36) раковинки фораминифер встречены в алевро супесях и алевроглинах средней части салехардской толщи (см. рис. 4). По заключению Л.К. Левчук, доминантную группу составляют *Retroelphidium subclavatum*, *Haynesina orbicularis*, *Criboelphidium goesi* и *Protelphidium parvum*. Акцессорные виды представлены тепловодными формами: аркто-бореальными *Asterellina pulchella*, *Miliolinella subrotunda*, *Pateoris hauerienoides*, *Pyrgo williamsoni*, *Bucella frigida*, *Retroelphidium obesum*, *Stainforthia loeblichii*; бореальными *Quinqueloculina longa*, *Pseudopolymorphina novangliae*, *Toddinella lenticularis*, *Lagena semilineata*, *Miliolinella pyrformis*. Холодноводная группа существенно меньше по числу видов — это арктические *Globulina glacialis*, *Bucella hannai arctica*, *Trifarina fluens*, *Cribronion obscurus* и бореально-арктический *Criboelphidium granatum*. аркто-бореальную ассоциацию П.П. Генералов считает характерной для верхней сублиторали при солености вод несколько ниже нормальной для арктических морей с близкими к нулю температурами придонных вод.

Салехардские алевропелиты и алевро супеси Южного Ямала, по фациальной принадлежности аналогичные вскрытым на Тазовском полуострове, также почти «немые». Но в основании свиты слоистая диамиктоновая пачка с послойными накоплениями гравия, гальки, щебня, дресвы и «обрывков» глин залегает на «монолитных» диамиктонах шурышкарской толщи по контакту трансгрессивного донного размыва (см. рис. 2). В ней Л.К. Лев-

чук исследован комплекс фораминифер, в котором абсолютно доминируют *Cassandra helenae* и *Cassidulina subacuta*, меньше — *Retroelphidium subclavatum*, *Criboelphidium granatum*, *Haynesina orbicularis*, *Planocassidulina norcrossi* и др. В салехардском диамиктоне в массовом количестве появляется *Retroelphidium obesum*, не встреченный ни в одной из проб шурышкарских слоев.

Отложения салехардской свиты имеют выходы на поверхность также и в осевой части Тазовского полуострова [15] и залегают близко к поверхности на мысе Трехбугорный, но глубоко залегают в разрезах у поселка Нумги и Северо-Восточного Ямала (см. рис. 3).

Г.И. Лазуков не выделял салехардскую свиту из ямальской серии на профиле «Лаборова — Салета». Но для скважин 1, 5, 7 этого профиля В.И. Гудина [7, 13] указывала виды бентических фораминифер, относящиеся к салемаляскому комплексу (*Quinqueloculina borea*, *Q. aff. arctica Cushman*, *Pyrgo cf. williamsoni* Silv., *Dentalina baggi* (G. et W.), *Bucella cf. frigida* C., *Elphidium subclavatum* G., *E. cf. granatum* G., *Protelphidium orbiculare* B., *Cassidulina inflata* sp., *Glandulina laevigata* Orb.), и относила всю толщу к салехардской свите. По описанию геологов НТФ «Криос» мы относим к этой свите слою разреза скважины К9-3 в интервале $-55,2 \div -152,5$ м (см. рис. 3, 4). Эта почти 100-метровая толща представлена темно-серым суглинком с прослоями серого песка с примесью слабо разложившейся органики. В основании толщи — серый песок с редкими прослоями темно-серого суглинка с массивной криогенной текстурой.

В разрезе скважины 3 (мыс Трехбугорный) Г.И. Лазуков выделил в составе салехардской свиты слою гляциально-морских отложений интервала $-16 \div -109$ м, представленные суглинками с гравийно-галечниковым материалом из опок, аргиллитов и песчаников. На юге Тазовского полуострова в скважине 8 (профиль «Нумги — Самбург») к этой свите им отнесены слою интервала $-22 \div -110$ м (см. рис. 3), составляющие мощную толщу супесей и алевроитов грязно-серого цвета с гравием и галькой, с прослоями белого мелкозернистого песка, с мелкими обломками тонкостенных раковин моллюсков. В средней части толщи — суглинок темно-серый с зеленоватым оттенком, оскольчатый, плохо отсортированный, но участками с прослоями светло-серого мелкозернистого песка. Постоянно встречается вивианит, гравийно-галечниковый материал преимущественно из черного кремня, кварца, углефицированная древесина. В основании толщи — переслаивание суглинков и супесей серого с зеленоватым оттенком цвета. Суглинки обычно хорошо отмученные, но супеси имеют мореноподобный облик и в них присутствуют включения вивианита, гравия, гальки и небольших валунов пород уральского комплекса.

Морские моллюски представлены высоко-арктическими и арктическими формами. для разреза этих отложений Г.Н. Заикиной были определены четвертичные диатомеи пресноводных и пресноводно-солонатоводных холодолюбивых

форм: *Eunotia papilio* (Grun.) Hust., *E.monodon* Ehr., *E.praerupta* Ehr., *Navicula semen* Ehr., *N.amphibola* Cl., *Pinnularia lata* Breb., *P.spitzbergensis* Cl. и др. В спорово-пыльцевых спектрах преобладают пыльца травянистых и кустарниковых растений и споры тундровых плаунов [13].

Итак, в конце среднего неоплейстоцена заканчивается накопление осадков салехардской свиты и ее регрессивной супесчано-песчаной пачки, слагавшей поверхность осушавшейся равнины [14, 15, 16]. Прибрежно-морские и вагтовые фации супесчано-песчаных осадков характеризуются присутствием арктических и аркто-бореальных форм морских моллюсков. На описываемой территории окончательно сложились основные черты рельефа осушенных пространств и определилась тенденция их последующего развития на фоне изменения природных условий в позднем неоплейстоцене.

Палеогеографическая обстановка конца этого периода была такова: невысокие плоские песчаные острова, разделенные широкими мелководными проливами, на юге — отмелое побережье, климат суровый, арктический, растительность тундрового типа. Вследствие сочетания этих факторов происходило эпихронное промерзание горных пород в субэаральных условиях и синхронное — в приливно-отливной и пляжевой частях побережий [1, 3, 14].

4. Поздний неоплейстоцен

Казанцевская свита (m, рт III₁). В период позднеоплейстоценовых регрессий и возвратных трансгрессий Полярного бассейна формируется серия морских и лагунно-морских террас. их отложения на фоне неоднократных колебаний климата интенсивно промерзают в самых различных фациальных условиях, а осушенные поверхности подвергаются мерзлотной и эрозионной переработке. Закладывается первичная гидросеть [6, 15, 16]. К началу позднего неоплейстоцена здесь отмечается суровый климат, близкий, по-видимому, к современному [10]. новая трансгрессия морского бассейна затопила все понижения рельефа салехардской равнины до абсолютных отметок 50–60 м — и отложения верхней части ее разреза подвергались размыву. Осадки накапливались в обстановке отмелого прибрежно-морского бассейна с многочисленными достаточно крупными островами.

К морским и прибрежно-морским отложениям позднего неоплейстоцена на Северном Ямале относится 40-50-метровая толща переслаивающихся песков, супесей и суглинков. Разрезы казанцевской свиты вскрываются в обнажениях прибрежно-морской равнины Северного Ямала с отметками 45-60 м [6, 9, 15, 16].

В пределах Харасавейской, Бованенковской и Южнотамбейской структур верхняя часть разреза салехардской свиты была интенсивно размыва на значительную глубину (см. рис. 2, 3). Трансгрессивная часть разреза казанцевской свиты сложена грубыми косослоистыми песча-

ми с галечниками, вложенными в салехардскую толщу на глубину 40-60 м по четкой поверхности размыва, хотя нередко отмечаются и постепенные переходы между ними. Выше обычно залегают песчано-супесчаные (реже суглинистые) отложения прибрежно-морских и морских фаций, перекрытые 10-15-метровой пачкой косослоистых песков регрессивной фазы развития морского бассейна.

Отложения казанцевской свиты выделены нами (см. рис. 2) до глубин в интервале абсолютных отметок –23,6÷–66,4 м [3], который представлен переслаиванием суглинков, супесей и песков с явным преобладанием первых в основании разреза пачки. Песками сложена его верхняя часть. Слоистость четкая, горизонтально-волнистая, местами нарушенная мелкими внутрислоевыми деформациями в виде язычков и затеков. В нижней части пачки слоистость горизонтальная типа градиционной, свойственная периодически спокойным условиям субаквального седиментогенеза.

Для глин и суглинков характерны микрослоистость и тонкоплитчатая отдельность с присыпками тонкозернистого песка по плоскостям отдельностей. В породах этой пачки резко сокращается количество растительных остатков, а от подошвы до глубины 45 м в прослоях глин отмечаются черные точечные включения тонкодисперсной органики.

Глинистая фракция отложений представлена монтмориллонитом (до 42%), гидрослюдой (до 34%), каолинитом (до 31%). Присутствуют хлорит и гетит.

Вверх по разрезу однородные глины постепенно сменяются пестрой супесчано-суглинистой пачкой прибрежно-морских отложений. Появляются растительные остатки, исчезает пирит-марказит, фиксируя смену восстановительных условий седиментации на слабоокислительные.

Небольшой размыв в основании фиксирует активную фазу регрессивного развития морского бассейна, когда формировались толщи прибрежно-морских и пляжевых отложений с редкими раковинами фораминифер из биоценозов опресненных холодных мелководий. В период накопления осадков данной пачки северный лесотундровый тип спорово-пыльцевого спектра переходит к лесному северотаежному. Общее сходство этих спектров с сангомпанскими в окрестностях фактории Марресале [8] позволяет подтвердить принадлежность отложений к регрессивной пачке казанцевской свиты.

В пределах Бованенковской структуры песчано-глинистые породы казанцевской свиты с повышенным содержанием растительного детрита, включениями пропластков намывного торфа и следами ожелезнения перекрывают толщу салехардской свиты с явным абразионным размывом. Основание 30-40-метровой толщи залегает в пределах абсолютных отметок –30÷–50 м, а к востоку от месторождения оно выходит на дневную поверхность, окаймляя салехардскую морскую равнину (см. рис. 2).



В разрезе Южнотамбейской структуры геологи НТФ «Криос» относят к казанцевской свите интервал $-22,4 \div -55,2$ м (см. рис. 3, 4), представленный темно-серой супесью с единичными шпирями льда, редкими прослоями серого песка и включениями редких прослоев торфа.

На севере тазовского полуострова П.П. Генералов выделял *харасавейские слои* (пески мелкие и пылеватые слоистые), глубоко врезанные в диамиктон салехардской свиты до отметок от $-5 \div -18$ м до $+36 \div -30$ м (см. рис. 2, 3). Так же как и на мысе Круглый, пески содержат скопления стволов крупной сосны. Серые супеси с редкой галькой и мощная толща суглинков с прослоями супесей *марресальской свиты* врезаны в салехардскую свиту в интервале от $+23$ до $-70 \div -80$ м (см. рис. 2, 3). на Южном Ямале подошва пачки марресальской свиты достигает отметок -80 м, а в разрезе скважины на мысе Каменный — $-126,6$ м [5]. При этом верхняя часть толщи представлена иловатыми глинами, песками средними и мелкими, а нижняя часть — песками мелкими и суглинками, раковинами моллюсков, фитодетритом.

Зырянско-каргинский надгоризонт (III₂₋₃). По периферии казанцевской прибрежно-морской равнины четко фиксируется абразионно-аккумулятивный уровень III морской террасы с абсолютными отметками 30-45 м. Время формирования ее осадков совпадает с периодом раннезырянского горно-долинного оледенения Новой Земли, плато Бырранга, Полярного Урала и Пай-Хоя. Стратиграфически эти отложения отнесены нами к зырянско-каргинскому надгоризонту по аналогии с Харасавейским разрезом [3, 11]. Их разнообразный литолого-фациальный состав обусловлен региональными особенностями палеогеографической обстановки и условий седиментации того времени.

В западных и северных районах Ямала осадки III морской террасы вложены с размывом в толщу казанцевской свиты. Кровля их не поднимается выше 30-40 м над уровнем моря, а подошва грунтовой толщи вскрывается на глубинах 20–25 м от поверхности и опускается вблизи побережья немногим ниже уровня моря. Осадки представлены переслаиванием песков, супесей и суглинков, причем в северном направлении доля тонкодисперсных разностей в разрезе заметно увеличивается.

Судя по более ранним палеогеографическим реконструкциям [1, 16], на современной территории Харасавейского месторождения в зырянское время существовал открытый морской бассейн, где формировались толщи глинисто-суглинистых пород. Осадконакопление на регрессивной стадии развития этого бассейна практически повсеместно сопровождалось промерзанием пород и формированием синкриогенных полигонально-жильных льдов. В пределах суши формировались пластовые залежи инъекционного и сегрегационно-инъекционного происхождения [2, 9].

На территории Бованенковского ГКМ к зырянско-каргинскому надгоризонту относятся отложе-

ния останцов III морской террасы, эродированных русловыми потоками рек. В разрезе скважины 17-П-1 геологами НТФ «Криос» в интервале абсолютных отметок $+13,4 \div -7,0$ м (см. рис. 2) описаны льдистые темно-серые глины, суглинки и супеси с черными примазками, с горизонтальными прослоями льда от 10 до 50 см через 0,2-1,2 м. Лед массивный, прозрачный, малотрещиноватый, с незначительным включениями слабо вытянутых по вертикали пузырьков, иногда мутный, трещиноватый с включениями песка. В грунте между прослоями льда — тонкошлировая мелкосетчатая криогенная текстура.

Из материалов изысканий НТФ «Криос» следует, что в строении морской террасы отчетливо прослеживаются две пачки: (1) нижняя — песчаная; (2) верхняя — глинистая [11]. Глинистая пачка имеет нечеткую горизонтальную слоистость, в ней содержатся неразложившиеся растительные остатки, оторфованные горизонты, а также прослой намывного торфа. Мощность глинистой пачки достигает 10-15 м. Нижняя пачка сложена мелкими и пылеватыми серыми песками и супесями с линзами и прослоями растительных остатков. В песках имеется отчетливая тонкая горизонтальная, пологоволнистая или косяя слоистость. Присутствуют пропластки аллохтонного торфа и угольной крошки, скопления неразложившихся остатков мохово-кустарниковой растительности, окатыши глины и пятна ожелезнения.

Каргинско-сартанский надгоризонт III₃₋₄. В каргинско-сартанское время при понижении уровня морского бассейна площадь суши в границах Бованенковского месторождения заметно увеличивается, активно врезается речная сеть. в прибрежных районах постепенно выходят на поверхность осадки III морской террасы, образуя прибрежную равнину с речными прадолинами рек Сеяха Мутная и Мордыяха. Каргинский морской бассейн располагался вдоль современного побережья, открытого к Карскому морю. Его воды, проникая вглубь неглубокими ингрессионными заливами, активно размывали толщу III террасы. Морские осадки каргинско-сартанского горизонта — темно-серые слоистые суглинки и глины мощностью в пределах первых метров перекрываются песками лагунно-морских фаций с растительными остатками. Ими сложены останцы II лагунно-морской террасы с абсолютными отметками поверхности 12-22 м. Они с размывом залегают на зырянско-каргинских отложениях III морской террасы.

Отложения II лагунно-морской террасы (Im III₃₋₄) промерзали в процессе осадконакопления — и в верхней части разреза почти повсеместно вмещают крупные синкриогенные полигонально-жильные льды. Осадки этой части разреза формировались уже в период глубокого сартанского похолодания. Возраст их накопления оценивается в 16-14 тыс. лет по аналогии с синхронной по времени формированию II морской террасой в пределах Харасавейского ГКМ, сложенной мел-



кими и пылеватыми песками, реже супесями, с включениями растительных остатков, мелкой гальки и гравия [3].

Концу сартанского века соответствует время накопления осадков нижней части разреза I лагунно-морской террасы, мало распространенной в пределах Харасавейского и Бованенковского месторождений. каргинско-сартанские отложения II лагунно-морской террасы с полигонально-жильными льдами к этому времени уже были выведены на дневную поверхность. Вновь поднявшийся после длительного опускания уровень моря привел к новой ингрессии, в процессе которой сартанские осадки были вложены в предшествующие им с глубоким размывом. Нижняя пачка отложений представлена преимущественно суглинисто-глинистыми породами, а верхняя, соответствующая уже раннему голоцену, с постепенным переходом перекрывает ее и сложена пылеватыми песками с прослоями супесей. практически повсеместно отложения лагунно-морских террас промерзали синхронно осадконакоплению одновременно с формированием полигонально-жильных льдов.

Выводы

Изложенные в статье данные существенно уточняют стратиграфическое расчленение и корреляцию плейстоценовых толщ севера Западной Сибири и эволюцию палеогеографических обстановок в плейстоцене.

1. В североямальской части исследуемой территории разрез плейстоцена начинается с пятиметрового галечниково-песчаного слоя абразионного размыва кровли палеогеновых отложений, на котором залегает пачка ледниково-морских средне- и плохосортированных глинистых пород с окатышами глин и растительными остатками, сформировавшихся в обстановке периодически интенсивного приноса терригенного материала в шельфовой зоне морского бассейна.

2. В южноямальской части разреза этим слоям соответствуют нижние слои диамиктона шурышкарской свиты, в которую врезаны мыскаменские и ябургские слои периода ингрессии и повышения уровня моря первой трансгрессии Полярного бассейна.

3. Несомненно, что период накопления осадков полуйской свиты занимает весь эоплейстоцен и основную часть раннего неоплейстоцена. Судя по мощности базального горизонта, их накоплению предшествовал длительный этап активного абразионного и эрозионного размыва кровли палеогеновых и меловых отложений. Формирование мощной сероцветной толщи происходило в пределах неглубокого шельфа в холодноводном морском бассейне, постепенно обмелевавшем, при солености, близкой к нормальной. Обмеление морского бассейна того времени сопровождалось изменением палинологических характеристик, указывающих на лесотундровые и северотаежные ландшафты побережий с редкостой-

ными хвойными лесами, моховыми болотами и бедным разнотравьем.

4. П.П. Генераловым было установлено, что шурышкарская свита четко региональна, по простирацию залегает от Песцового месторождения до левого берега Обской губы у мыса Каменный, полностью размыва под акваторией Обской губы и неполностью — под Тазовской губой, а кровля ее обычно не поднимается выше отметок -80 м. По составу отложений, палинокомплексов и микрофауны эта толща четко коррелирует с полуйской свитой Северного Ямала, занимающей сходное гипсометрическое положение в разрезе. На Южном Ямале рассматриваемая толща полностью соответствует объему полуйской свиты в виде отдельного литолого-фациального комплекса.

В соответствии с нашими данными мы размещаем шурышкарскую свиту стратиграфически выше отложений палеогена, ближе к низу полуйской свиты, а по времени — к нижнему звену эоплейстоцена. Врезанные прадолины, заполненные мыскаменскими и ябургскими слоями, вложены в шурышкар, и мы относим их отложения также к полуйской свите в полном объеме, считая их более поздними литолого-фациальными аналогами (верхнего звена эоплейстоцена и нижнего звена неоплейстоцена).

5. Прадолины, аналогичные Обской и Тазовской, можно видеть в разрезах нижнеплейстоценовой толщи Северного Ямала. Углубления их также выполнены диамиктоном, но с хорошо окатанным обломочным материалом.

Отметим, что ни в одном из приведенных разрезов нет свидетельств глубокого вреза, связанного с глобальными понижениями уровня Полярного бассейна в позднем неоплейстоцене. Есть ранне-, средне- и позднеэоплейстоценовые (только казанцевские) прадолины, но более позднего времени — нет. Глубокий каргинско-сартанский врез, который соответствовал бы понижению уровня Полярного бассейна на $100-110$ м, нигде не фиксируется, но уровень II лагунно-морской террасы четко фиксируется и в разрезах, и на местности. Эти факты ставят под сомнение возможность проявления здесь столь глубокой каргинско-сартанской регрессии за столь непродолжительный отрезок геологического времени.

6. Учитывая изложенное выше, можно сказать, что наиболее вероятно корреляция ябургских слоев с верхом полуйской свиты. существующие несовпадения в насыщенности и составе комплексов фораминифер ассоциаций в диамиктонах мы относим к различиям в литолого-фациальных обстановках накопления морских осадков открытого бассейна и аллювия речных прадолин. Тогда сорюнтайская свита уже полностью будет коррелировать с казымской, учитывая сравнительно четкую литолого-фациальную изменчивость в разрезах по линии от южной части Тазовского полуострова до мыса Трехбугорный и далее до Тамбея.



7. Отложения салехардской свиты, залегая покровом на водораздельных равнинах и над древними погребенными долинами, составляют основной маркирующий горизонт морской толщи, возраст которой признан среднеплейстоценовым. По целому ряду показателей состава и строения он отличается в толще от более древних слоев казымской и полуйской свит. На юге Ямала (Новый Порт, мыс Каменный) и на Тазовском полуострове (мыс Круглый, Ямбург, Песцовое) ему соответствует салемальская свита П.П. Генералова в полном объеме.

8. Казанцевская свита отдельным горизонтом прослежена на всей изученной территории. Она отделена четким базальным слоем от салехардской свиты и отличается от него по всем характеристикам грунтовой толщи, подчеркивающим особенности накопления осадков в изменившихся палеогеографических условиях начала позднего неоплейстоцена. С верхней частью свиты мы связываем харасавейские слои П.П. Генералова (холодноводные осадки юга Ямала и Тазовского полуострова) и марресальскую свиту в его интерпретации (в полном объеме).

Кроме того, по всем разрезам Северного Ямала в казанцевскую свиту нами отнесен только верхний (песчаный) горизонт. нижний (супесчано-суглинистый) горизонт с галькой, валунами и фораминиферами мы выделили в салехардскую свиту.

9. Харасавейский разрез точно коррелирует с данными П.П. Генералова по мысу Каменный, Новому порту и северу Тазовского полуострова, а также с разрезами скважин Южного Ямала, на мысе Трехбугорный и в поселке Антипаюта, исследованными Г.И. Лазуковым.

10. Г.И. Лазуков писал, что выраженность литологических различий между выделенными свитами (пачками) четко выражена только в южных районах Ямала, а «в северных районах Ямала, Гыдана и Тазовского полуострова, удаленных от береговой зоны и от источников сноса крупнообломочного материала, весь разрез более однороден главным образом за счет уменьшения количества крупнообломочного материала и мореноподобных разностей...». Но это не так. Каждая свита и горизонт несут отпечатки и свидетельства седиментации, характерной для каждой местности и различных фациальных обстановок.

Окончание среднего неоплейстоцена связано с завершением глубоководного шельфового морского режима осадконакопления. В позднем неоплейстоцене в течение зырянской, каргинской и сартанской эпох (менее длительных, чем предыдущие) завершается морской литогенез. Главное событие, заметно изменившее облик грунтовой толщи севера Западной Сибири, — промерзание отложений, накопившихся в раннем и среднем неоплейстоцене, с завершившимся накоплением в позднем неоплейстоцене. Современный облик рельефа поверхности и разреза грунтовой толщи во многом был завершён голоценовыми событиями (подъемом уровня Полярного бассейна, размывом и переотложением неоплейстоценовых пород, климатическими изменениями), но главным образом — активным промерзанием грунтовой толщи в субаэральной и субаквальной ее частях [2]. Вся история осадконакопления в позднем неоплейстоцене была непосредственно связана с синхронным и эпихронным льдовыделением — и в описаниях разрезов появляются данные о криогенном строении и льдистости выделенных слоев. ❄

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баду Ю.Б. Криолитогенез в условиях севера Западно-Сибирской плиты : автореф. дис ... к.??? М.: МГУ, 1978. 24 с.
2. Баду Ю.Б. Криолитология: учеб. пособие. М.: КДУ, 2010. 528 с.
3. Баду Ю.Б. Стратиграфия, микрофаунистическая и минералогическая характеристика отложений // Криосфера Харасавейского газоконденсатного месторождения. СПб.: Недра, 2006. С. 42-56.
4. Баду Ю.Б., Трофимов В.Т., Васильчук Ю.К. Основные закономерности распространения и типы пластовых залежей подземного льда в северной части Западно-Сибирской плиты // Пластовые льды криолитозоны. Якутск: ИМ СО АН СССР, 1982. С. 13-24.
5. Генералов П.П. Плиоцен и эоплейстоцен района мыс Каменный. Новый Порт — Ямбург // Геология кайнозоя приарктических районов Западной Сибири и Урала. Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 1996. С. 17-46.
6. Герман Е.В., Кисляков В.И., Рейнин И.В. Геология и геоморфология полуострова Ямал — нового района, перспективного для поисков нефти и газа // Геология и нефтегазоносность севера Западной Сибири: труды ВНИГРИ. 1963. Т. 225. С. 311-329.
7. Гудина В.И. Фораминиферы и стратиграфия четвертичных отложений Северо-Запада Сибири. М.: Наука, 1966.
8. Гуртовая Е.Е., Троицкий С.Л. К палинологической характеристике сангомпанских отложений Западного Ямала // Неогеновые и четвертичные отложения Западной Сибири. М.: Наука, 1968.
9. Дубиков Г.И. Состав и криогенное строение мерзлых толщ Западной Сибири. М.: Геос, 2002. 246 с.
10. Зубаков В.А. Палеогеография Западно-Сибирской низменности в плейстоцене и позднем плиоцене. Л.: Наука, 1972. 196 с.
11. Кондаков В.В., Галвич А.Ш., Кондакова О.А. и др. Геокриологический разрез по данным параметрического бурения скважин 79-П и 80-П, водно-физические и физико-механические свойства грунтов // Криосфера Харасавейского газоконденсатного месторождения. СПб.: Недра, 2006. С. 301-324.
12. Кузин И.Л., Рейнин И.В., Чочиа Н.Г. Основные черты палеогеографии четвертичного периода на территории Западно-Сибирской низменности в связи с вопросом о ее оледенениях // Труды ВСЕГЕИ. Нов. сер. 1961. Т. 64. С. 61-70.
13. Лазуков Г.И. Антропоген северной половины Западной Сибири. Стратиграфия. М.: Изд-во МГУ, 1970. 319 с.
14. Трофимов В.Т., Баду Ю.Б., Васильчук Ю.К., Фирсов Н.Г. и др. Экогеодинамика Западно-Сибирской плиты. М.: Изд-во МГУ, 1986. 245 с.
15. Трофимов В.Т., Баду Ю.Б., Дубиков Г.И. Криогенное строение и льдистость многолетнемерзлых пород Западно-Сибирской плиты. М.: Изд-во МГУ, 1980. 247 с.
16. Трофимов В.Т., Баду Ю.Б., Кудряшов В.Г., Фирсов Н.Г. Полуостров Ямал. М.: МГУ, 1975. 278 с.