

УДК 551.35(268Ю45+268.52)

## ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ ОСАДОЧНЫЙ ЧЕХОЛ ЗАПАДНО-АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА: ЛИТОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ

**Г.А. Тарасов**

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН

### Аннотация

Обобщение и анализ результатов литологических, сейсмоакустических и данных возрастных датировок позволили проследить характер формирования четвертичных отложений и рельефа дна на шельфе западно-арктических морей, эволюция которых взаимосвязана с важнейшими событиями геологической истории. Отмечено, что в позднекайнозойский этап развития данного осадочного бассейна непрерывность процесса морской седиментации характерна только для голоцена, а на ход плейстоценового осадкообразования существенное влияние оказали ледниковые и межледниковые события и связанные с ними аккумулятивно-эрозионно-денудационные процессы. Дочетвертичный этап развития региона остается слабо изученным, так как подстилающие осадочные образования на обширной площади шельфа с большим перерывом представлены породами мезозоя.

### Ключевые слова:

*шельф, голоцен, плейстоцен, оледенение, морена, сейсмоакустика, колонка, керн, седиментогенез, перерыв.*



### Введение

В последние десятилетия отечественными и зарубежными учеными на Западно-Арктическом шельфе проведен значительный объем океанологических работ. Это многочисленные геолого-геофизические исследования [1–9], литолого-фаунистическое изучение донных отложений и керновых проб разрезов морского бурения, а также их возрастные датировки [10–17], анализ которых позволяет представить общие черты геологического развития данного осадочного бассейна. В то же время результаты новых исследований позволили выявить основные закономерности формирования верхнего этажа осадочного чехла – четвертичных отложений. В поле зрения исследователей находятся вопросы определения продолжительности и возраста ледниковых и межледниковых периодов, а также области их распространения [18–26]. Исследование закономерностей осадконакопления на обширной площади Арктического шельфа, полученные при этом литологические сведения могут иметь большое практическое значение. Например, на поверхностях перерыва в осадконакоплении, или же в древних палеоврезах могут содержаться россыпные и рудные месторождения. Поэтому их изучение дает основу для поисков месторождений полезных ископаемых, особенно в дочетвертичной поверхности рельефа, требующих от исследователя глубоких знаний в области многих морских научных дисциплин. Однако многие моменты познания четвертичных природных процессов, ответственных за формирование осадочных толщ, а также вопросы естественного хода геологической истории региона, поднимаемые в публикациях, остаются все еще слабо изученными. Отдельные положения и обоснования природы подобных явлений носят явно спорный и дискуссионный характер. Таким образом, палеоокеанологические и палеогеографические исследования в регионе представляются актуальными.

Настоящая работа посвящается постановке и разработке некоторых общих вопросов указанной проблемы. В статье использованы материалы сейсмоакустических профилирований, выполненные в Морской арктической геологоразведочной экспедиции (ОАО МАГЭ), керны морского бурения (ОАО «Арктические морские инженерно-геологические экспедиции», АМИГЭ), а также колонки грунтового проботбора, полученные автором в разные годы в экспедициях ММБИ с борта НИС «Дальние Зеленцы».

### **Геологическое строение верхней осадочной толщи шельфа**

Западно-Арктическая континентальная окраина, особенно Баренцевоморская, отличается от других окраин пассивного типа наиболее обширным шельфовым пространством, гигантской мощностью осадочных образований, заполняющих ее впадины и прогибы, а также уникальной тектонической позицией. Край континента находится под воздействием двух современных, взаимно перпендикулярных, раскрывающихся спрединговых геоструктур океана – хребтов Книповича и Гаккеля. По данным морского бурения и сейсмических разрезов установлено, что самые активные природные процессы в геологической истории Баренцевоморской окраины, обусловленные эрозией и денудацией, протекали в фазу кайнозойской генерации океанообразования [3]. В ходе работ получены новые подтверждения, указывающие на устойчивый режим вертикальных неотектонических движений на протяжении позднего кайнозоя и связанных с этим аккумулятивно-денудационных процессов в бассейне Баренцева моря. Следовательно, в кайнозое в изучаемом осадочном бассейне существовали континентальные условия, при которых произошло разрушение и удаление ранее накопленных осадочных пород. Устойчивый режим вертикальных неотектонических движений фактически зафиксировал в литологическом разрезе крупный стратиграфический перерыв в осадконакоплении длительностью около 60 млн лет.

На основе анализа интегрированной базы литолого-сейсмоакустических данных отмечено [13, 23], что коренные породы шельфа, преимущественно мезозоя, прослеживаются практически у поверхности дна под покровом маломощной толщи четвертичных рыхлых образований, а локально они выходят на «дневную поверхность» во многих участках шельфа. При этом контакт между вышеуказанными толщами показывает несогласное залегание, которое отмечается четкостью проявлений, непрерывным простираем, резкой литологической границей, явными следами эрозионного среза, свидетельствуя о перерыве осадконакопления в разрезах осадочного чехла (рис. 1).

Таким образом, в верхнем осадочном чехле шельфа из разрезов выпадает значительный стратиграфический интервал кайнозойской толщи. Отсутствие в разрезах палеоген-неогеновых пород означает, что в результате осадочная толща мощностью до нескольких километров была удалена. Только во внутренних районах шельфа величины смытого за кайнозой разреза оцениваются в 1.5–2.0 км, нарастая к его периферийным зонам до 3.0 км и более в пределах Шпицбергена [3, 4, 6].

Вышеуказанные слои осадочных образований прерываются угловым несогласием с разной величиной угла несогласия (рис. 1). Следовательно, угол между кровлей мезозойского слоя пород и подошвой четвертичных отложений в зависимости от района осадочного бассейна колеблется в широких пределах от 0 до 180°.

Анализ поверхностей несогласия на шельфе Баренцева моря указывает на денудационную (эрозионную) их природу и характер проявления при субаэральном развитии региона. Поверхность рельефа несогласия или кровли нижележащего слоя имеет различные формы. Местами она наклонно ровная на склонах древнего рельефа (рис. 1б), волнообразная (рис. 1в, г, к), структурно неровная с существенными колебаниями высот около 50 м на расстоянии 2–3 км (рис. 1д); мелкосопочная (рис. 1е, л), ровная (рис. 1и). Перечисленные формы несогласия, бесспорно, являются проявлениями различных непосредственно денудационных процессов. На сейсмопрофилях просматриваются также структурные формы,

сформированные в результате складкообразования и последующего срезания агентами денудации (например, рис. 1д) Наклонное залегание слоя нижнего осадочного этажа как результат тектонических движений, встречается в нескольких формах. В одних случаях оно формируется при складкообразовании путем горизонтального сжатия массивов горных пород с противоположных сторон с одновременным вертикальным движением, а в других – при разрывных тектонических нарушениях. При втором случае увеличивается вероятность появления грабена, образованного сбросом (рис. 2а). Широко развиты остаточные микроформы рельефа поверхности или кровли, четко просматриваемые на сейсмоакустических профилях в виде форм, созданных экзогенными процессами (врезы и ложбины, куэсты и другие формы) (рис. 2б). В целом, поверхности кровли нижележащих слоев фиксируют переломные моменты в развитии древней осадочной толщи и обстановки осадкообразования в результате вертикальных движений и относятся к региональным несогласиям.

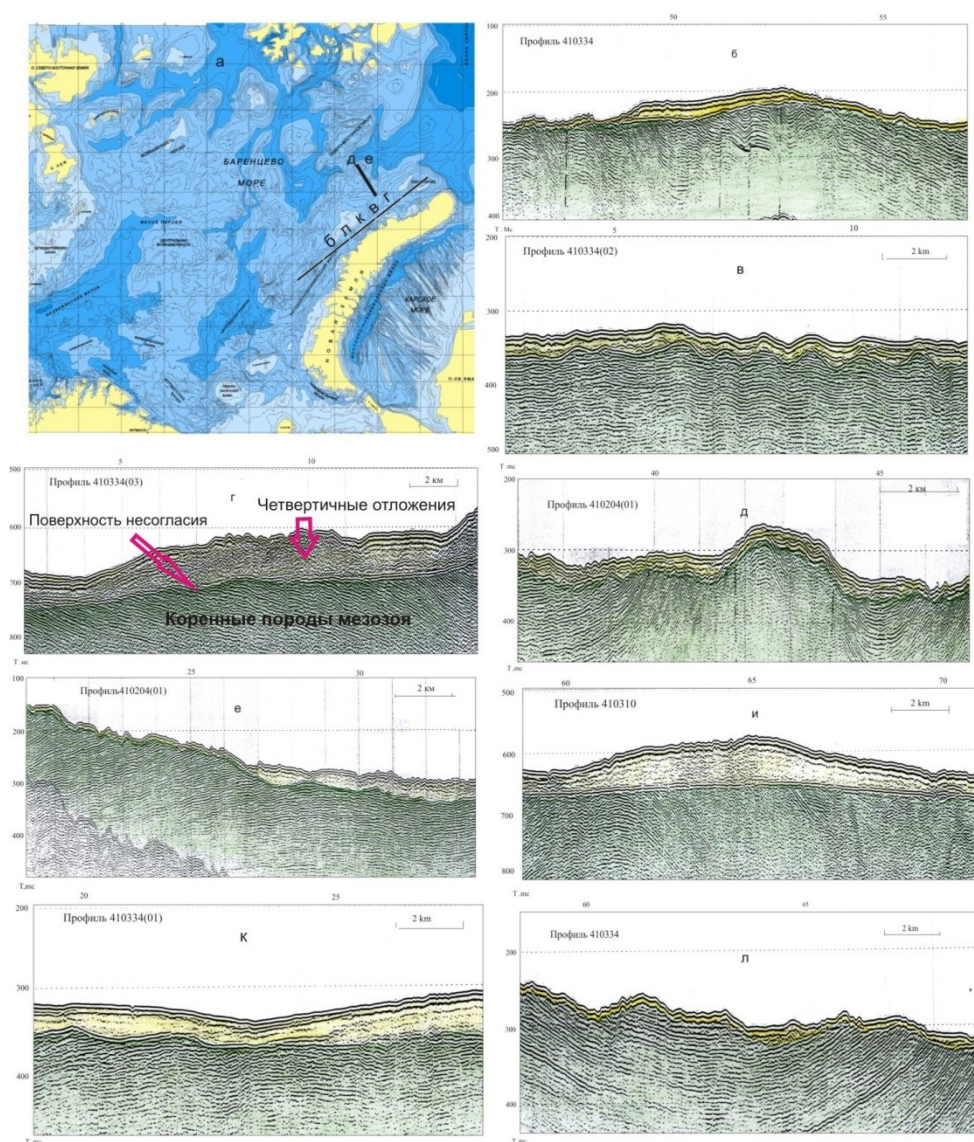


Рис. 1. Фрагменты временных сейсмоакустических разрезов (северо-западная часть шельфа): а – расположение профилей; поверхность несогласия; б – наклонно ровная на склонах древнего рельефа; в, г, ж, з, л – волнообразная; д – структурно неровная; е, и – мелкосопочная; к – ровная



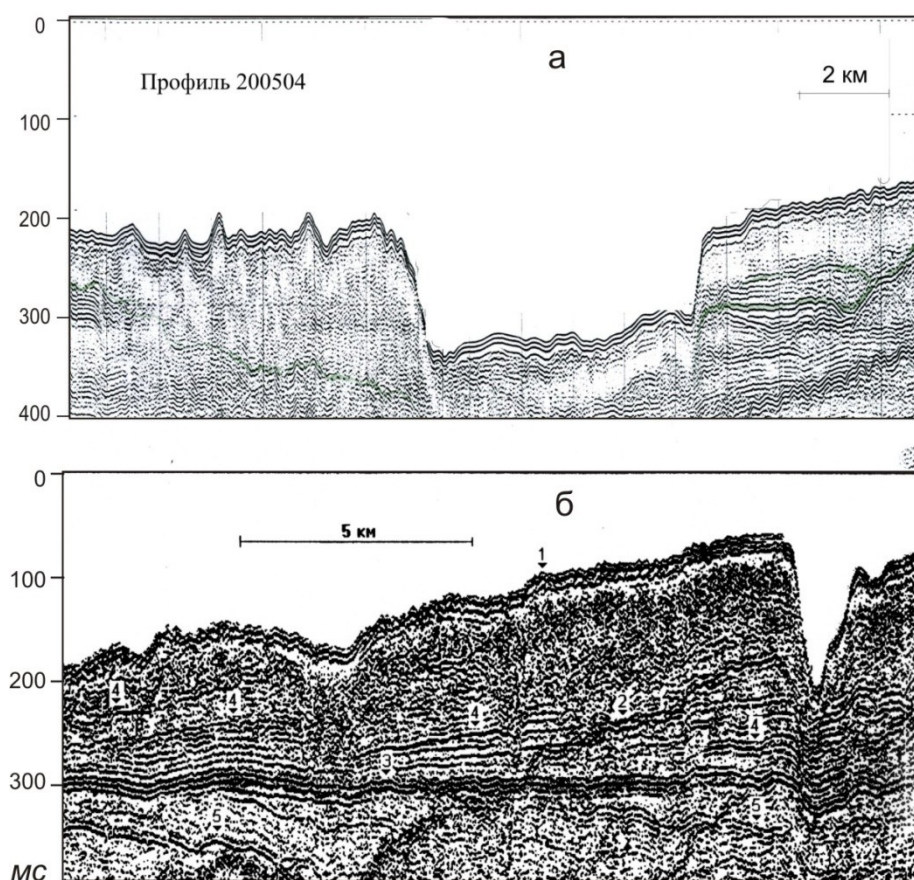


Рис. 2. Фрагменты сейсмоакустических разрезов (южная часть шельфа):  
 а – рисунок грабена вблизи Кольского шельфа; б – врезы в четвертичных отложениях Карского моря

Таким образом, в результате взаимодействия всего комплекса факторов и процессов происходили существенные преобразования Западно-Арктического шельфа и рельефа арктических архипелагов (Шпицберген, Земля Франца-Иосифа, Новая Земля), которые морфологически приобрели черты строения, близкие к современному. Однако окончательное формирование современного рельефа произошло в четвертичное время в условиях сложного проявления неотектонических процессов, связанных с оледенениями и процессами ледниково-морского осадконакопления.

#### Мощности четвертичных отложений шельфа

Они представляют собой верхний этаж осадочной толщи шельфа, распространены повсеместно, облекая практически все формы рельефа дочетвертичной поверхности, за исключением участков рельефа дна, где на «дневную поверхность» выходят коренные (скальные) породы осадочно-метаморфического комплекса. В зависимости от характера элементов древней морфоструктуры их мощность меняется (рис. 3). Пространственное распределение мощности четвертичных отложений слабо поддается батиметрическому контролю и отражает достаточно сложную историю их формирования. В среднем мощность на шельфе Баренцева моря составляет 30–40 м, сокращаясь к северу от 74° с.ш.

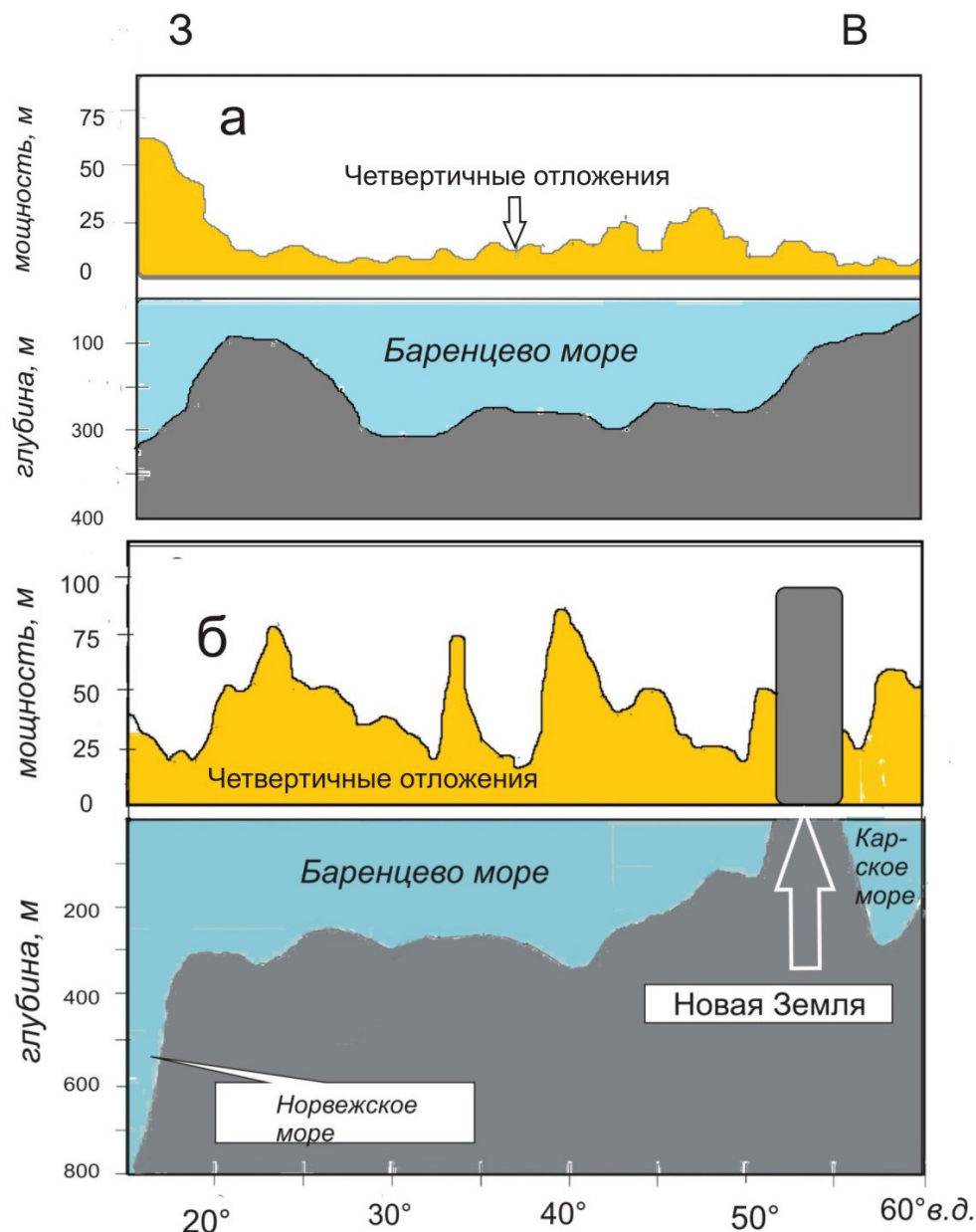


Рис. 3. Схемы профилей широтного распределения мощностей четвертичных отложений:  
а – по 76° с.ш.; б – по 72° с.ш.

Анализ сейсмопрофилей показывает, что максимальные мощности характерны как для относительно возвышенных участков территории (Северо-Канинская и Мурманская возвышенности), так и для ряда впадин и желобов (котловина Самойлова, Южно-Новоземельский и Гусиный желоба). Однако подобным же в батиметрическом отношении участкам (Восточно-Новоземельский желоб, возвышенность Альбанова и др.) свойственны сокращенные мощности менее 10 м, вплоть до выклинивания четвертичного чехла [23].

Южнее 74° с.ш. мощности четвертичных отложений заметно увеличиваются, на некоторых участках Печорского шельфа и Южно-Карской возвышенности их значения превышают 200 м. Важно отметить, что четвертичные отложения шельфа Печорского моря были сформированы в процессе неоднократных гляциоэвстатических колебаний уровня Мирового океана в условиях смены морских обстановок континентальными, сопровождавшимися развитием мощных

ледниковых покровов. В результате на шельфе сформировалась чрезвычайно сложно построенная плейстоценовая толща, состоящая из перемежающихся моренных и межледниковых осадков, перекрываемая морскими голоценовыми отложениями. Определение возраста морен представляется довольно сложным, но факт присутствия на шельфе Печорского моря ледников в раннем–среднем плейстоцене бесспорен, поскольку рядом скважин вскрыты моренные отложения, перекрывающиеся морскими микулинскими осадками [14].

По анализу сейсмоакустических профилей отмечается неравномерное распределение четвертичных отложений и в Белом море. Здесь мощность меняется от 3 до 150 м, в среднем – 30 м [27]. На востоке моря она не превышает 20 м. Максимальные значения их просматриваются в виде линейно вытянутых форм рельефа северо-восточного простирания, расположенных параллельно от Кандалакшского залива по направлению к Двинскому заливу. Особо крупные положительные формы четвертичных отложений, протяженные на несколько сотен метров в длину и высотой до 100 м, являются моренными формированиями. Преимущественно комплекс ледниковых отложений последнего оледенения залегает непосредственно на дочетвертичной поверхности.

### **Мощности голоценовых отложений шельфа**

Это накопление современных отложений с возрастом менее 10 тыс. лет. Они распределены по площади в зависимости от морфоструктур рельефа дна вполне закономерно. Увеличения мощности (1–2 м и более) характерны для желобов и впадин, максимальные – для днищ желобов, расположенных в непосредственной близости от источников сноса (Восточно-Новоземельский и Кольский желоба, желоб Альбанова и др.), минимальные – для сводовых частей возвышенностей и участков донной абразии вблизи береговой черты. И это вполне закономерно, поскольку голоценовые отложения формировались на протяжении одного цикла седиментогенеза, во время которого практически на всей рассматриваемой территории существовали стабильно морские условия.

Однако наибольшие мощности голоценовых осадков, превышающие 10–15 м, наблюдаются во фьордах архипелагов Шпицберген, Земля Франца Иосифа и Новая Земля, Кольского п-ова, а также на приустьевых участках рек, куда привносится большой объем осадочного материала и происходит его осаждение на геохимическом барьере река–море. В районе Воронки Белого моря, Чешской губы на участках сильных реверсивных течений голоценовые отложения формируют крупные аккумулятивные гряды мощностью более 10 м.

Значительные по мощности разрезы голоценовых отложений характерны для понижений и депрессий рельефа дна, в то время как положительные формы рельефа дна имеют бронированные поверхности, выстланные грубообломочным остаточным материалом. Это результат процесса современного выравнивания рельефа дна.

Очевидно, осадочный материал ледового транспорта во многих областях арктических морей преобладает в современном седиментогенезе, хотя в процессе морского осадкообразования принимают участие многие другие природные агенты. В ледовый комплекс осадочного процесса входит совокупное действие поступления терригенного материала от припая, покровных, паковых льдов, а в районах распространения современных выводных ледников – айсбергов. Ледовый характер накопления донных осадков в арктических морях преобладал в позднем плейстоцене и раннем голоцене в связи с широким распространением плавучих льдов, материковых ледников и морского ледового покрова. Значимость ледово-ледниковой роли в седиментогенезе не везде одинакова и менялась в историческом интервале, что связано с климатическими колебаниями – чередованием теплых и холодных периодов, которые хорошо прослеживаются в разрезах донных отложений.

Изучением нескольких сот колонок донных отложений, полученных в областях наибольшего развития плавучих льдов Баренцева-Карского шельфа, показано наличие границ резко и слабо выраженной смены литологического состава в разрезе. Отмечаются слои,

отложенные совсем недавно и в более продолжительные отрезки времени (рис. 4). Соответственно выделяются сезонные или годовые слои разной толщины и размерного состава частиц, а также многолетние – пачки слоев, показывающие межгодовые изменения климатической системы (сумм градусо-дней мороза и тепла, форм и типов атмосферной циркуляции) или периоды 11, 22-летних и более длительных циклов солнечной активности. Пульсационный характер таяния плейстоценовых ледников выражен особенно четкими литологическими горизонтами в разрезах донных отложений Северного Ледовитого океана. Здесь определяющими являются его теплые продолжительные циклы.

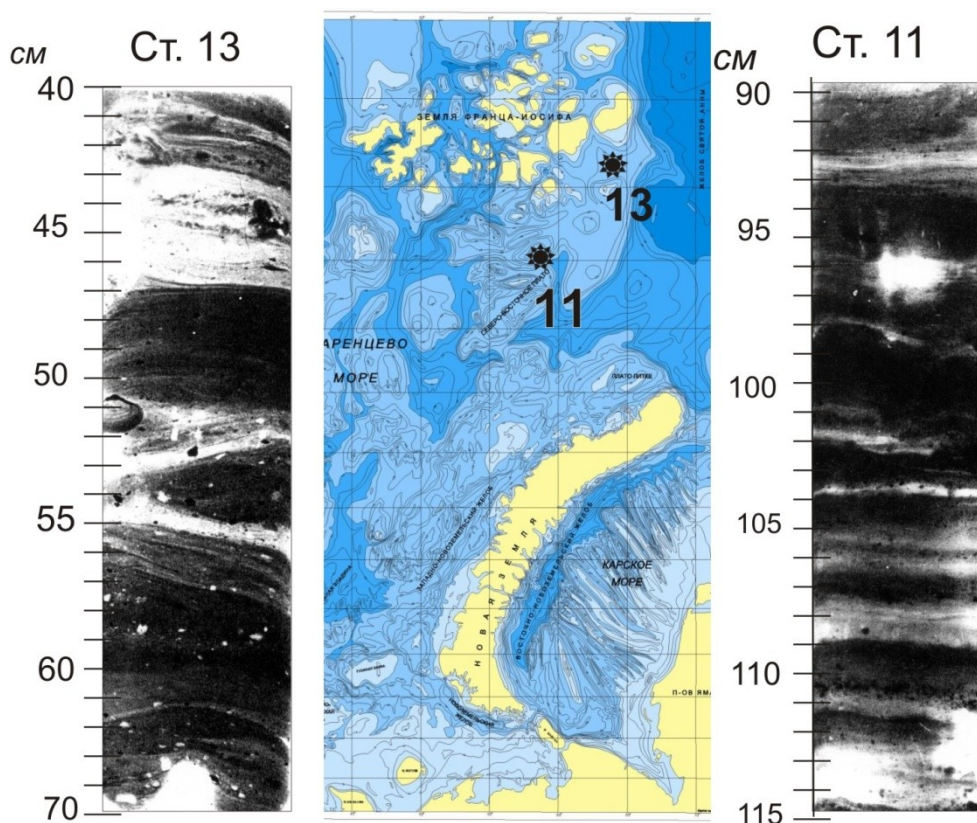


Рис. 4. Рентгено снимки (X-ray) фрагментов грунтовых колонок со слоистой структурой (ст. 11, 13)

Таким образом, на дно арктических морей выпадает непрерывный “дождь” обломков горных пород самых разных размеров, формируя рыхлую толщу. На основных трассах дрейфующего льда наблюдается зональное распределение и аккумуляция осадочного материала. Здесь в разрезах донных отложений запечатлены многие исторические этапы развития северной природы. Наши исследования расширяют представление об осадкообразующей роли арктических льдов, подчеркивая новые стороны крупномасштабного взаимодействия в глобальной системе атмосфера – океан – дно.

#### Обсуждение результатов исследования вещественного состава

В данном разделе в качестве представительного материала ограничимся изложением литологической характеристики полного разреза четвертичных отложений, полученного в ходе морского бурения скважины 45, выполненного с борта бурового судна “Бавенит” (ОАО АМИГЭ) на юго-восточном склоне Центральной возвышенности Баренцева моря при глубине моря 225 м (рис. 5). Согласно данным бурения и сейсмопрофилирования здесь на меловых отложениях с отчетливым угловым несогласием залегает 29-метровая толща четвертичных осадков. В ней выделяется “полупрозрачный” горизонт отложений мощностью 13–14 м. Выше залегает



толща, состоящая из чередования горизонтов темных и светлых тонов, мощностью приблизительно 10 м. Вверху прослеживаются голоценовые отложения мощностью около 5 м.

Коренные породы, вскрытые в подошве скважины, по данным споро-пыльцевого анализа имеют нижнемеловой возраст. В пыльцевом спектре преобладают споры *Cleichenia sp.*, *Sphagnum sp.*, *Coniopteris sp.*, *Selaginella sp.*, *Lygodium sp.*, *Anemia sp.*, *Schizaceae* и пыльца *Pinites sp.*, *Piceites sp.*, *Ginkgo sp.*, *Podozamites sp.*, *Podocarpus sp.* [28]. Фаунистически толща немая. Представлены эти породы темно-серыми глинами, песком и слабосцементированным песчаником. В гранулометрическом составе песок составляет 48.1 %, пелит – 15.3 %. Влажность около 20 %, плотность – 2.03 г/см<sup>3</sup>, коэффициент пористости – 0.584.

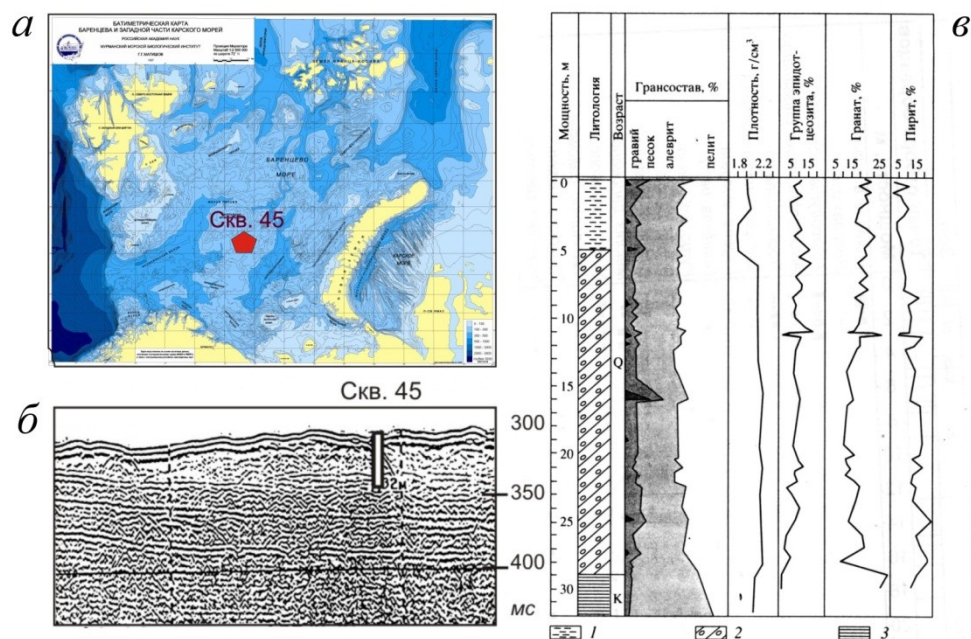


Рис. 5. Местоположение скважины 45 морского бурения (ОАО АМИГЭ) (а); фрагмент сейсмоакустического разреза (б); распределение значений гранулометрического состава, плотности и отдельных минералов тяжелой фракции в разрезе скважины (в):

1 – голоценовые мелкоалевритовые илы; 2 – ледниково-морские позднечетвертичные глины; 3 – мезозойские глины

Четвертичные отложения слагаются преимущественно темно-серыми плотными и монотонными глинистыми осадками с включением донно-каменного материала в виде гальки, гравия, дресвы и щебня (0.5–2.05 %). Преобладающей фракцией является глина; максимальные значения ее приурочены к глубинам скважины 14.05, 20.6 и 22.2 м с содержанием 52, 53 и 55.6 % соответственно. Резкие изменения гранулометрического состава наблюдаются в отдельных горизонтах 3–5, 11–13, 15–16, 20–22, 26–27 м за счет увеличения доли гравийно-песчанистого материала. Наибольшее содержание терригенных минералов приходится на минералы группы эпидота (до 17.2 %) и роговую обманку (до 8.6 %). Значительная доля представлена аутогенными минералами, среди которых доминирует пирит (до 25.2 %). Их содержание возрастает вниз по разрезу. Из глинистых минералов характерны каолинит (3–20 %) и гидрослюда (4–13 %). При этом значение каолинита возрастает в более древних породах, а гидрослюда ведет себя наоборот – больше содержится в более молодых породах. Концентрация остальных глинистых минералов значительно меньше.



Химический состав отложений колонки охарактеризован главными соединениями CaO, MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MnO, SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. В целом, содержание окислов возрастает с глубиной. Максимальные концентрации CO<sub>2</sub>, Сорг и CaCO<sub>3</sub> отмечены в опесчаненных породах. Аморфный кремнезем распределен равномерно.

В разрезе отчетливо прослеживается процесс уплотнения осадков. В верхней части (до глубины 5 м) отложения мягкие, текучепластичные, ниже по разрезу их консистенция меняется от мягкопластичной (до глубины приблизительно 14 м) до тугопластичной и твердой.

В рассматриваемой толще отложений методом фораминиферового анализа выделяются две зоны: 27.0–14.0 м, 14.0–7.0 м [29]. Интересно, что пики наиболее теплопроводных комплексов микрофауны совпадают с пиками аутигенных минералов, увеличением содержания железисто-карбонатных стяжений, доли гравийно-песчанистого материала. В качестве примера можно рассмотреть образец, взятый на глубине 27.0 м. Содержание аутигенных минералов здесь самое высокое по разрезу (до 60 %), также отмечен скачок в содержании окислов. По данным И.А. Погодиной [29], в этом же образце количество планктонных раковин, представленных одним видом *Globigerina pachyderma sin.*, максимальное по разрезу (330 экз.). В значительных количествах встречаются бентосные фораминиферы арктического типа. Доминирует *Cassidulina reniforme* (38 %). Достаточно разнообразна акцессорная группа: оолины, фиссурины, *Pyrgo williamsoni*, *Bulimina marginata*. Последний вид встречается практически во всех пробах до глубины 7 м. Некоторые исследователи полагают, что отложения с *Bulimina marginata* сформированы в период микулинского межледникового. Отсутствие радиоуглеродных датировок делает этот вопрос спорным. Но очевидно одно: комплекс фораминифер свидетельствует о свободном проникновении в Баренцево море атлантических вод.

Вверх по разрезу отмечена закономерная смена доминантов. На первое место выступает *Cassidulina teretis*, исчезают оолины, появляются букцеллы. В этих отложениях эпизодически встречаются остракоды различных видов.

По мнению автора, все эти отложения формировались в условиях морского перигляциала, на что указывает достаточно высокое содержание и хорошая сохранность раковин фораминифер.

В следующей зоне (14.0–7.0 м), представленной на сейсмопрофиле в виде чередования темных и светлых слоев, содержание фораминифер самое низкое по всему разрезу. Доминирует *Cassidulina reniforme* (до 33 %). Сохранность раковин средняя. Отдельные экземпляры полурастворены. Имеются раковины со следами разрушения. Образец, взятый на глубине 11.4 м, содержит лишь переотложенные фораминиферы. Остатков макрофауны не встречено.

Возраст отложений, имеющих сходную сейсмическую запись, в южной области Баренцева моря оценивается методом радиоуглеродного анализа в 12–9.5 тыс. лет.

Завершают разрез четвертичных отложений зеленовато-серые алевроито-глинистые осадки голоцена с обилием растительных остатков, гравийным материалом. В гранулометрическом составе содержание песка составляет 11.3 %, алевроита – 44.7 %, пелита – 42.2 %.

Граница голоцена и плейстоцена четко фиксируется по споро-пыльцевым и фораминиферным комплексам, а по C<sup>14</sup> датируется временем 10 тыс. лет назад. В комплексе фаунистических остатков выявлены существенные изменения, свидетельствующие о принципиальной перестройке гидродинамического режима на исследуемом участке акватории во время накопления этих отложений. Планктонные фораминиферы единичны. Обнаружены разнообразные песчаные раковины бентосных фораминифер. Содержание их быстро возрастает вверх по разрезу и в поверхностных образцах достигает 1400 экз. Представляет интерес сохранность раковин известковых фораминифер в голоценовых отложениях. На многих экземплярах различных видов отмечены следы растворения, особенно заметные на глубине 2.0 и 0.7 м, что, вероятно, связано с неблагоприятными условиями захоронения, сходными с существующими в этой области и ныне [12, 29]. Эти осадки содержат многочисленные остатки мшанок, остракод, баянусов (ювенильные формы), двустворок, иглокожих, отдельных спикул, губок, трубок червей.

Голоценовые отложения охарактеризованы тремя палинокомплексами, соответствующими нижнему, среднему и верхнему голоцену [28]; помимо спор и пыльцы здесь находятся динофлагеллаты, диатомовые и синезеленые водоросли. В спектрах первого палинокомплекса преобладают споры (55–69%), пыльца древесных пород (в основном карликовой березы) составляет 19–36%. В общем составе второго палинокомплекса доминирует пыльца древесных растений (57–75%), среди которой господствует пыльца сосен (53–69%). В третьем спектре возрастает роль спор, которые в ряде случаев составляют равный процент с пылью древесных растений, доминирующих в этом комплексе (46–59%).

Таким образом, вещественный состав отложений скважины, высокое содержание и хорошая сохранность раковин фораминифер, особенно планктонных, свидетельствуют о существовании морского бассейна в этом районе Баренцева моря на всем протяжении позднего плейстоцена. Накопление ледниково-морских осадков происходило в условиях морского перигляциала [12, 18]. В максимальную фазу распространения северного ледникового покрова последнего оледенения, центр которого располагался в районе возвышенности Персея, вся территория между архипелагами Шпицберген и Земля Франца-Иосифа, а также и сами архипелаги находились под ледниковой шапкой [18]. Только наиболее подвижные потоки выводных ледников могли достичь широты Центральной возвышенности. При этом в ходе дегляциации на общем фоне отступления ледника наблюдались периоды интенсивного таяния, замедления темпа таяния и наступления. Соответственно фронт ледника периодически смещался в ту или иную сторону, представляя реверсивный характер, а поступление осадочного материала происходило в пульсационном режиме. Об этом свидетельствует хорошо выраженный рисунок непрерывного ряда литологических изменений в разрезе скважины. Причем, возможно, формирование нижней части “прозрачной” толщи происходило в микулинское время.

### **Заключение**

Таким образом, перерывы между осадочными породами мезозоя и четвертичным чехлом четко выражены практически повсеместно на шельфе западно-арктических морей. За время перерыва в осадконакоплении на обширной площади шельфа происходила интенсивная денудация, в результате сформировался сложный денудационный, денудационно-эрозионный и эрозионный погребенный рельеф с перепадами высот до нескольких десятков метров.

Материалы сейсмоакустического профилирования, литолого-фациальный анализ разрезов рыхлой толщи, полученных грунтоотборниками и морским бурением в разных областях Баренцева, Норвежского, Печорского, Карского и Белого морей, показывают, что под тонким слоем современных донных отложений широко простираются более массивные образования. По набору признаков, определяющих структуру толщи, эти отложения можно рассматривать как шельфовую перигляциальную формацию. Соответственно накопление такого большого объема осадочного материала на значительной площади шельфа нельзя рассматривать вне ледниковых позиций, ибо данная толща формировалась в полярных широтах в крайне суровых климатических условиях под непосредственным влиянием ледниковых покровов последнего плейстоценового оледенения. В результате экзарационной деятельности ледников последнего оледенения, которые существовали довольно широко в пределах шельфа и архипелагов, были в значительной мере денудированы древние четвертичные отложения шельфа и сформирован своеобразный ледниковый тип рельефа. В рельефе морского дна особенно выделяются хорошо выраженные на южных склонах возвышенностей протяженные выпуклые с расчлененной кровлей тела ледникового формирования (конечные морены) [23]. Как правило, они представляют собой вытянутые вдоль склонов гряды высотой до 60 м с сильно расчлененным мезорельефом и залегают на значительно денудированном мезозойском основании. Они сложены песчано-алеврит-пелитовыми переуплотненными полутвердыми формированиями темно-серого цвета с содержанием щебня, дресвы и гальки до 15%. Парагенетически и пространственно к ледниковым отложениям позднего валдая приурочены

ледниково-морские отложения, формирование которых наиболее интенсивно происходило на стадии дегляциации. Они простираются на склонах и подножьях возвышенностей, где формируют акустически «прозрачную» сеймопачку мощностью до 60–70 м. Указанные отложения представлены алевро-пелитами серого цвета, часто с примесью песка, редкими галькой и гравием, комочками относительно сухих пелитов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Elverhøi A.* Glacigenic and associated marine sediments in the Weddell Sea, fjords of Spitsbergen and the Barents Sea: a review // *Marine Geology*. 1984. Vol. 57. P. 53–88.
2. *Крапивнер Р.Б., Гриценко И.И., Костюхин А.И.* Сейсмостратиграфия новейших отложений Южнобаренцевского региона // Кайнозой шельфа и островов Советской Арктики. Л.: ПГО "Севморгеология", 1986. С. 7–14.
3. *Шипилов Э.В., Тарасов Г.А.* Региональная геология нефтегазоносных осадочных бассейнов Западно-Арктического шельфа России. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1998. 306 с.
4. *Вербя М.Л.* Современное билатеральное растяжение земной коры в Баренцево-Карском регионе и его роль при оценке перспектив нефтегазоносности // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2007. № 2. Режим доступа: [www.ngtp.ru](http://www.ngtp.ru).
5. Создание геолого-экологической основы рационального природорользования Западно-Арктического шельфа России / *Г.С. Казанин, И.В. Заяц, Н.В. Маркина и др.* // Разведка и охрана недр. 2007. № 9. С. 2–13.
6. Structure and evolution of the continental margin off Norway and the Barents Sea / *J. Faleide, F. Tsikalas, A. Breivik et al.* // Episodes. 2008. Vol. 31, № 1. P. 82–92.
7. *Forwick M., Vorren T.O.* Stratigraphy and deglaciation of the Isfjorden area, Spitsbergen // *Norwegian Journal of Geology*. 2011. Vol. 90. P. 163–179.
8. *Крапивнер Р.Б.* К вопросу о генезисе новейших отложений Баренцево-Карского шельфа // Литология и полезные ископаемые. 2014. № 4. С. 306–322.
9. Effect of early Pliocene uplift on late Pliocene cooling in the Arctic–Atlantic gateway / *J. Knies, R. Mattigsdal, K. Fabian, K. Grøsfjeld, S. Baranwal, K. Husum, S. DeSchepper, C. Vogt, N. Andersen, J. Matthiessen, K. Andreassen, W. Jokat, S. Nam, C. Gaina* // *Earth and Planetary Science Letters*. 2014. Vol. 387. P. 132–144.
10. *Матишов Г.Г.* Концепция морских экзогенных процессов в ледниковый и современный периоды // Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода. 2008. № 68. С. 26–40.
11. Акустические фации посткриогенных обстановок мелководных районов Печорского и Карского морей / *В.Н. Бондарев С.И. Рокос, А.Г. Длузач, Д.А. Костин* // Разведка и охрана природы. 1999. № 7–8. С. 10–14.
12. Процессы седиментации на гляциальных шельфах / *Г.А. Тарасов, И.А. Погодина, В.Б. Хасанкаев и др.* Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2000. 473 с.
13. *Тарасов Г.А., Матишов Г.Г., Казанин Г.С.* Геологическое строение и эволюция Баренцево-Карского шельфа в позднем кайнозое // Геология и геоэкология континентальных окраин Евразии. М.: ГЕОС, 2009. Вып. 1. С. 45–53.
14. *Тарасов Г.А.* Верхнечетвертичный седиментогенез на шельфе Западно-Арктических морей: автореф. дис. ... д.г.-м.н. М.: ИО РАН, 1998. 46 с.
15. *Тарасов Г.А.* Особенности седиментологических исследований в Арктике // Тр. КНЦ РАН. Сер. Океанология. 2013. № 1. С. 79–95.
16. Новые данные о природной обстановке в Баренцевом море в конце валдайского ледниковья / *Ю.А. Павлидис, Ю.А. Богданов, О.В. Левченко, И.О. Мурдмаа, Г.А. Тарасов* // Океанология. 2005. Т. 45, № 1. С. 92–106.
17. Quaternary history of sea ice in the western Arctic Ocean based on Foraminifera / *L. Polyak, K.M. Best, K.A. Crawford, E.A. Council, G. St-Onge* // *Quaternary Science Reviews*. 2013. Vol. 79. P. 145–156.
18. *Матишов Г.Г.* Дно океана в ледниковый период. Л.: Наука, 1984. 176 с.
19. Postglacial emergence and Late Quaternary glaciation on northern Novaya Zemlya, Arctic Russia / *S.L. Forman, D.J. Lubinski, J.J. Zeeberg, L. Polyak, G.H. Miller, G. Matishov, G. Tarasov* // *Boreas*. 1999. Vol. 2. P. 133–145.
20. *Mangerud J., Svendsen J.I., Astakhov V.I.* Age and extent of the Barents and Kara ice sheets in Northern Russia // *Boreas*. 1999. Vol. 28. P. 46–80.
21. *Эпштейн О.Г., Чистякова И.А.* Печороморский шельф в позднем валдае-голоцене: основные седиментологические и палеогеографические события // Бюлл. Комиссии по изуч. четвер. периода. 2005. № 66. С. 107–123.
22. Cosmogenic  $^{10}\text{Be}$  exposure age dating across Early to Late Weichselian ice-marginal zones in northwestern Russia / *H. Linge, E. Larsen, K.H. Kjær, I. Demidov, E.J. Brook, G.M. Raisbeck, F. Yüü* // *Boreas*. 2006. Vol. 35, P. 576–586.
23. *Костин Д.А., Тарасов Г.А.* Четвертичный осадочный чехол Баренцево-Карского бассейна // Геология и геоэкология континентальных окраин Евразии. М.: ГЕОС. 2011. Вып. 3. С. 107–130.
24. *Hormes A., Gjermundsen F.E., Rasmussen T.L.* From mountain top to the deep sea- Deglaciation in 4D of the northwestern Barents Sea ice sheet // *Quaternary Science Reviews*. 2013. Vol. 75. P. 78–99.
25. Arctic Ocean glacial history / *M. Jakobsson, K. Andreassen, L.R. Bjarnadóttir, D. Dove, J.H. Dowdeswell et al.* // *Quaternary Science Reviews*. 2014. Vol. 92. P. 40–67.
26. Imprint of late Pleistocene continental processes visible in ice-rafted grains from the central Arctic Ocean / *N. Immonen, K. Strand, A. Huusko, J.P. Lunkka* // *Quaternary Science Reviews*. 2014. Vol. 92. P. 133–139.
27. *Тарасов Г.А., Шлыкова В.В.* Распределение мощностей четвертичных отложений и основные черты довалдайской поверхности бассейна Белого моря // Докл. РАН. 2006. Т. 411, № 2. С. 226–230.
28. *Шарапова А.Ю.* Верхний плейстоцен и голоцен Северной Фенноскандии и Баренцева моря (стратиграфия, абсолютная хронология, палеогеография): автореф. дис. ... д.г.-м.н. СПб., 2005. 48 с.
29. *Погодина И.А.* Фораминиферы в донных отложениях морей Западной Арктики. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2014. 192 с.

## Сведения об авторе

Тарасов Геннадий Антипович – д.г.-м.н., профессор; e-mail: [tarasov@mmbi.info](mailto:tarasov@mmbi.info)