

doi: 10.24412/2687-1092-2024-11-69-80



ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ РАЙОНА ЖЕЛОБА СТУР-ФИОРД (БАРЕНЦЕВО МОРЕ)

✉ Гусев Е.А.¹, Крылов А.А.¹, Сазонов А.Ю.¹, Элькина Д.В.¹, Карпиков А.А.¹, Хоснуллина Т.И.¹, Зыков Е.А.¹, Пальцев И.О.¹, Лодочникова А.С.¹, Хохуля А.В.², Парфенюк С.Н.², Рихман М.А.¹, Рогова И.В.¹, Голосной А.С.¹, Бордуков К.Ю.¹, Захаров В.Ю.¹, Крылов А.В.³

¹ФГБУ «ВНИИОкеангеология», Санкт-Петербург, Россия

²ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», Донецк, ДНР, Россия

³ФГБУ «Институт Карпинского», Санкт-Петербург, Россия

✉ gus-evgeny@yandex.ru

В результате проведения работ изучено строение четвертичного чехла и коренных пород района желоба и пролива Стур-фиорд, Шпицбергенской банки и мелководных возвышенностей острова Надежды и Тысяча островов. Вершинные поверхности и склоны возвышенностей и банок сложены коренными породами мезозоя, которые перекрыты очень маломощным чехлом четвертичных образований. Мощностъ рыхлых осадков увеличивается в понижениях рельефа – желобе Стур-фиорд и локальных впадинах. На мелководных участках встречаются неупорядоченные, разнонаправленные следы айсберговой штриховки, а в верхней части желоба Стур-фиорд, в районе Шпицбергенской банки, в структуре морского дна четко фиксируются группы покамрков.

Ключевые слова: геологическая съемка шельфа, сейсмоакустическое профилирование, донный пробоотбор, донный каменный материал, покмарки, Стур-фиорд, Шпицбергенская банка, Баренцево море

Желоб Стур-фиорд является одним из окраинно-шельфовых желобов Баренцева моря, осложняющих структуру внешней части шельфа. По мнению одних исследователей, желоба имеют гляциальное происхождение [Матишов, 1977; 1978; Harris et al., 2014]. По мнению других, окраинно-шельфовые желоба Западно-Арктической континентальной окраины интерпретируются как новейшие краевые грабен-желоба, имеющие неотектоническое происхождение [Мусатов, 1998], или тектонические прогибы [Качурина и др., 1999], претерпевшие препарировку экзогенными процессами. Об активности современных тектонических движений на Шпицбергене свидетельствуют многочисленные землетрясения. К северу от желоба Стур-фиорд располагается одноименный пролив, где зафиксировано поле сейсмичности, которую трудно увязать с ранее закартированными в этом районе разрывными нарушениями на дне моря [Баранов, 2013; Баранов и Виноградов, 2010]. Этот активный очаговый ареал внутриплитовых землетрясений приурочен к субмеридиональному поднятию морского дна (средний хребет, middle ridge по [Nielsen & Rasmussen, 2018]), разделяющему эту часть фиорда на Малый Стур-фиорд и Восточный Стур-фиорд [Joe et al., 2022]. Здесь фиксировались довольно мощные землетрясения с магнитудой до 6 баллов [Баранов, 2013a]. Норвежскими исследователями смоделировано существование косого, правостороннего сдвигового движения на разломах юго-западного-северо-восточного простирания с нормальной составляющей и сбросовыми событиями [Ottemöller et al., 2021]. Таким образом, здесь можно предполагать транстенсионную тектонику, которая в Стур-фиорде и вокруг него приводит к активации сложной системы разломов. Разрывные нарушения в районе исследований распространены неравномерно. Судя по сейсмическим данным МОВ ОГТ, тальвег желоба Стур-фиорд совпадает с разломом, нарушающим всю мощностъ осадочного чехла [Ingrid et al., 2016].

Здесь же, в проливе Стур-фиорд в рельефе морского дна зафиксированы гряды, которые зарубежные исследователя связывают со стадиями отступления ледника. Формирование трех гряд, предположительно краевых морен (?) соотносят с тремя хорошо

известными фазами потепления (начало интерстадиала Бёллинг, интерстадиала Аллерёд и межледниковья голоцена соответственно), связанными с притоком теплых атлантических вод [Nielsen & Rasmussen, 2018].

В седиментационной системе шельфа окраинно-шельфовые желоба представляют собой незамкнутые, раскрытые в сторону океана литотранзитные бассейны. Эти желоба «обеспечивают выход нисходящих придонных потоков с шельфа в прилегающие глубоководные бассейны, с другой, – способствуют проникновению на шельф из океана циркуляционных потоков и переносимого ими материала» [Зинченко, 2008, с. 43]. Скорости современного осадконакопления существенно варьируют на разных участках Стур-фиорда в пределах от 0.04 до 0.3 см/год [Мещеряков и др., 2023]. Четвертичные осадки в районе также распространены неравномерно, по данным сейсмоакустических исследований их мощности меняются от 0,5 м до 30 м.

Задачей полевых работ в районе Стур-фиорда являлось изучение литологии донных осадков и донного каменного материала на поднятиях и банках, прослеживание комплексов осадочного чехла и подстилающих коренных пород в желобе и проливе для составления геологических карт, а также исследование форм рельефа и процессов, контролирующих распределение осадков по дну.

Экспедиционные работы, проведенные в 2024 году в пришипицбергенской части Баренцева моря силами ФГБУ «ВНИИОкеангеология», проводились по Разрешению на проведение морских научных исследований № 893/2024, выданного Министерством энергетики Королевства Норвегия. Геолого-геофизические исследования осуществлялись с борта НИС «Профессор Молчанов» (Северное УГМС, Архангельск).

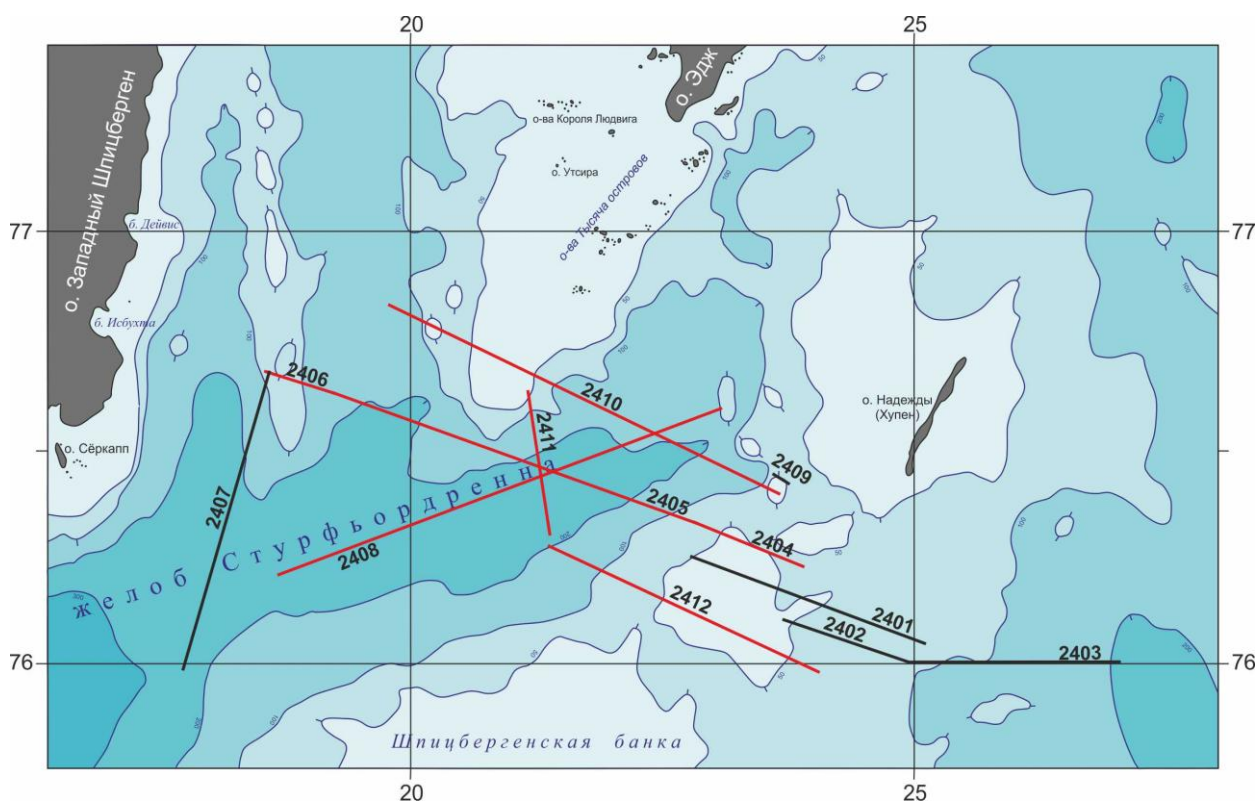


Рис. 1. Положение сейсмоакустических профилей и профилей, проведенным совместно с многолучевым эхолотированием (помечены красным).

Методы исследований. Непрерывное сейсмоакустическое профилирование проводилось с использованием спаркера по мощности не превышающего 2,5 кДж. При проведении работ использовались одноканальный приём и промежуточная область частот (250-1000 Гц). Выполнено более 700 км сейсмоакустических профилей (рис. 1). Съёмка рельефа дна выполнялась автоматизированным гидрографическим комплексом на базе

многолучевого эхолота Kongsberg EM 2040С. Калибровка эхолота была произведена непосредственно в районе работ и выполнялась с целью определения систематических ошибок, возникающих вследствие не параллельности основных осей и погрешности в углах установки антенны многолучевого эхолота. Перед выполнением калибровки производилось измерение профиля скорости звука в воде.

Донный пробоотбор проводился только с помощью ковша Ван-Вин (VanVin) объемом 20 литров, вследствие ограничений, предписанных норвежской стороной. Поднятые осадки фотографировались, описывались, проводились измерения их радиоактивности, отбирались пробы для последующих лабораторных исследований. Радиометрические измерения поверхностных донных осадков дозиметром-радиометром МКГ-01-10/10, Экорад при помощи внешнего детектора. Всего измерения были проведены на 80 станциях. Для каждой станции были измерены значения мощности амбивалентной дозы (МАД) гамма излучения и рентгеновского излучения и плотности потока бета частиц. Фоновые значения во время измерений составляли 0.026-0.03 мкЗв/час.

Полученные результаты. Примеры полученных сейсмоакустических данных приведены на рисунках 3-6. На профилях хорошо читается рельеф поверхности морского дна в районе исследований, а также характер залегания рыхлого осадочного чехла и коренных пород. Коренные породы мезозойского возраста залегают субгоризонтально (рис. 2), или смяты в пологие складки, срезаны эрозионными процессами, на них несогласно залегают четвертичные образования (рис. 3).

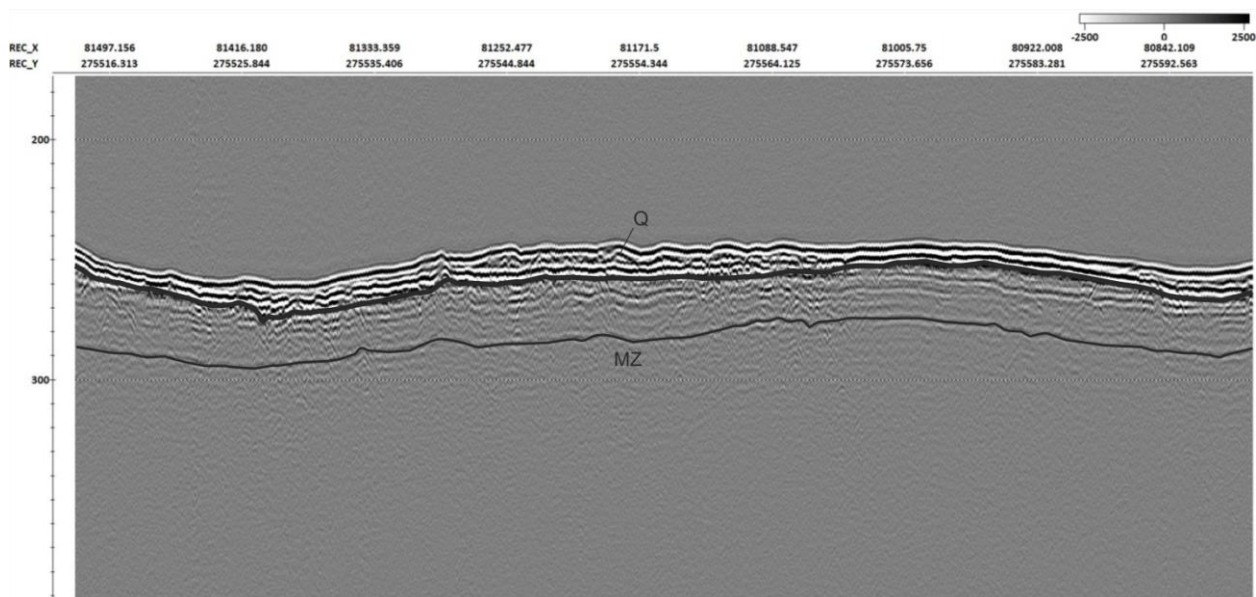


Рис. 2. Участок профиля №2410 с неровной поверхностью морского дна и маломощным четвертичным чехлом.

При этом подошва сейсмокомплекса четвертичного возраста на профилях прослеживается в виде самого яркого рефлектора, вне зависимости от того, горизонтально залегают нижележащие коренные породы, наклонно или смяты в складки. Но наиболее четко и контрастно этот рефлектор выражается в местах явного углового несогласия (рис. 3). При исчезающее маломощном четвертичном чехле, это несогласие на профилях сливается с отражением от морского дна. О внутреннем строении четвертичного комплекса в таких случаях остается догадываться, в отличие от более западных районов, где в пределах континентального склона мощности позднекайнозойских комплексов резко увеличиваются [Гусев и др., 2003]. Но и в местах увеличенной мощности четвертичного комплекса он обычно имеет однородное строение, и характеризуется акустической

прозрачностью, отсутствием четких внутренних рефлекторов и нарушенной структурой, обусловленной воздействием на дно айсбергов.

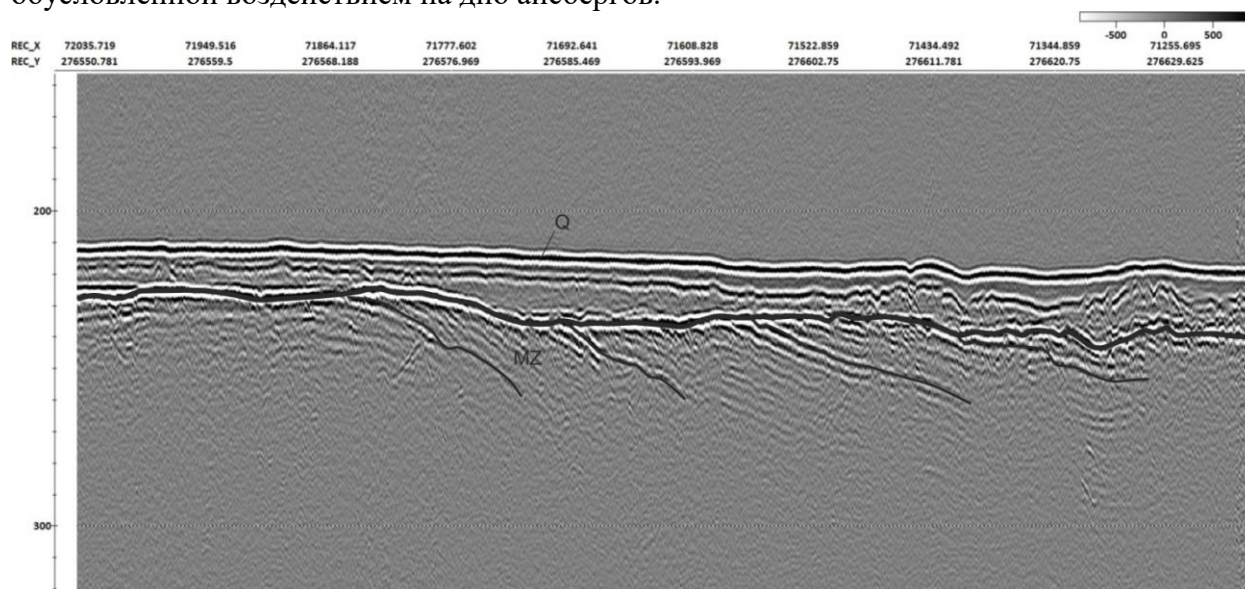


Рис. 3. Участок профиля №2410 с несогласным залеганием двух четвертичных сейсмокомплексов на эродированной поверхности мезозойских пород, смятых в синклиналию складку.

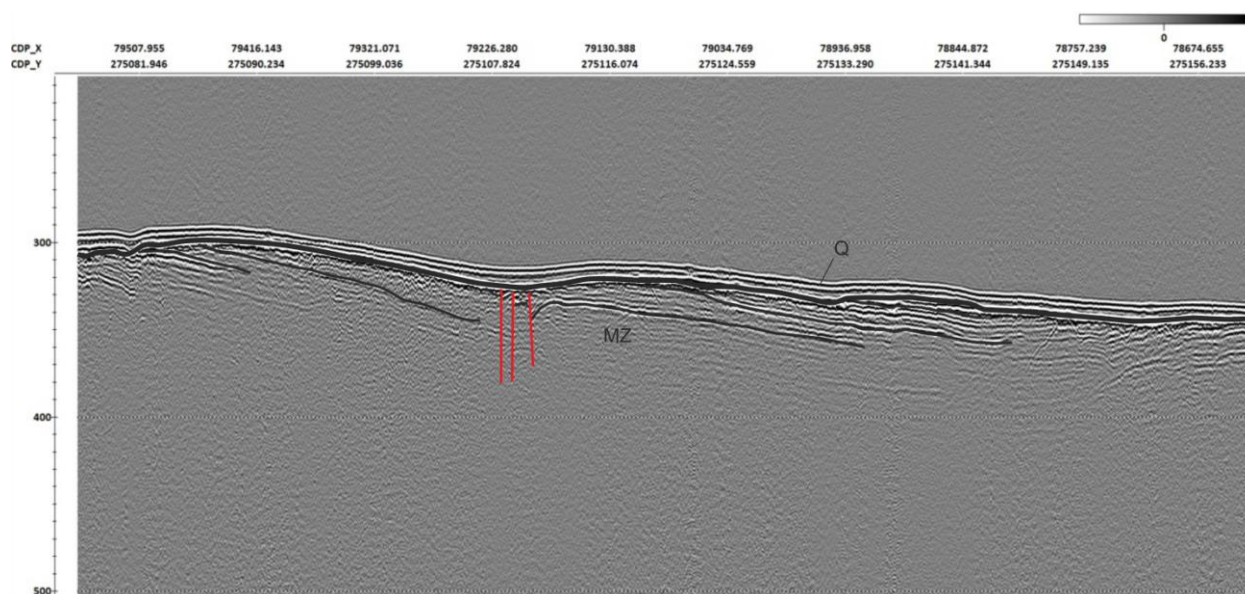


Рис. 4. Участок профиля №2403 с моноклинальным залеганием коренных пород и тонким слоем четвертичного чехла.

Четвертичные отложения в районе работ имеют незначительную мощность, составляя в среднем 5-10 м (рис. 4), и лишь местами увеличиваясь до 25-30 м в местах скопления перемещенного материала у подножия склонов (рис. 5). На вершинах банок и подводных возвышенностей четвертичные отложения либо отсутствуют вовсе, либо покрывают коренные породы тонким плащом мощностью менее метра.

На мелководных участках в морском дне часто встречаются локальные холмы и плосковершинные горки, которые являются, по-видимому, эрозионными останцами, вершины которых сложены базальтами или долеритами, предохраняющими их от разрушения. На рис 6 показано две таких структуры, очень напоминающие очертаниями окружающие их острова, в строении которых принимают участие триасовые магматические породы.

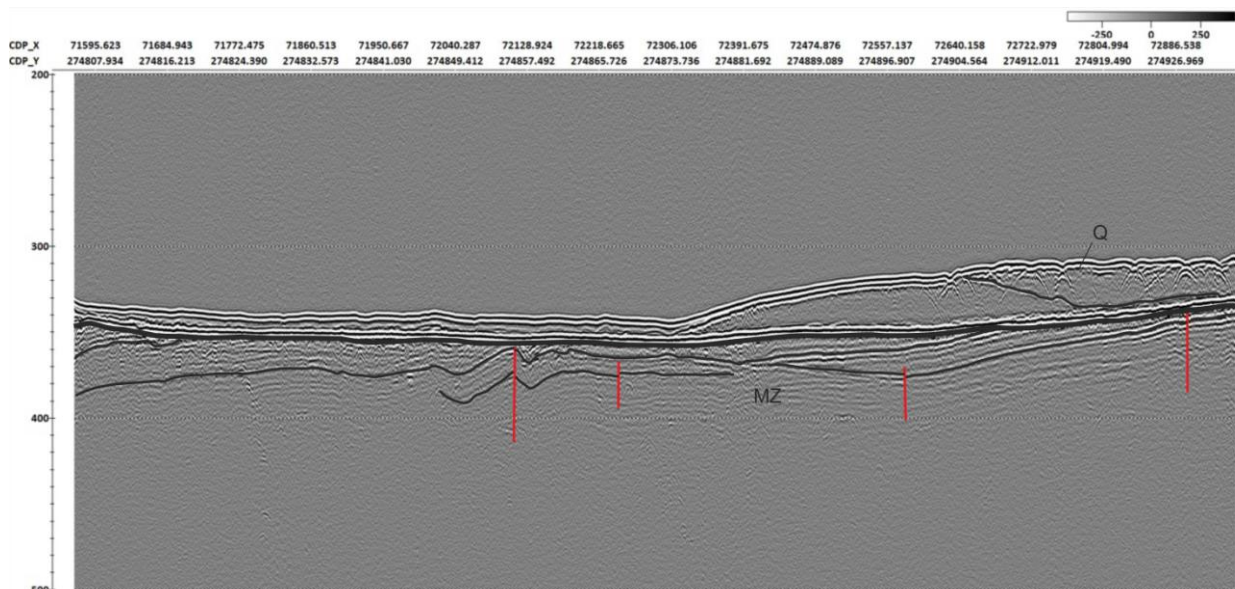


Рис. 5. Участок профиля №2408. У подножия склона желоба Стур-фиорд – аккумулятивное тело флювиогляциальных отложений увеличенной мощности.

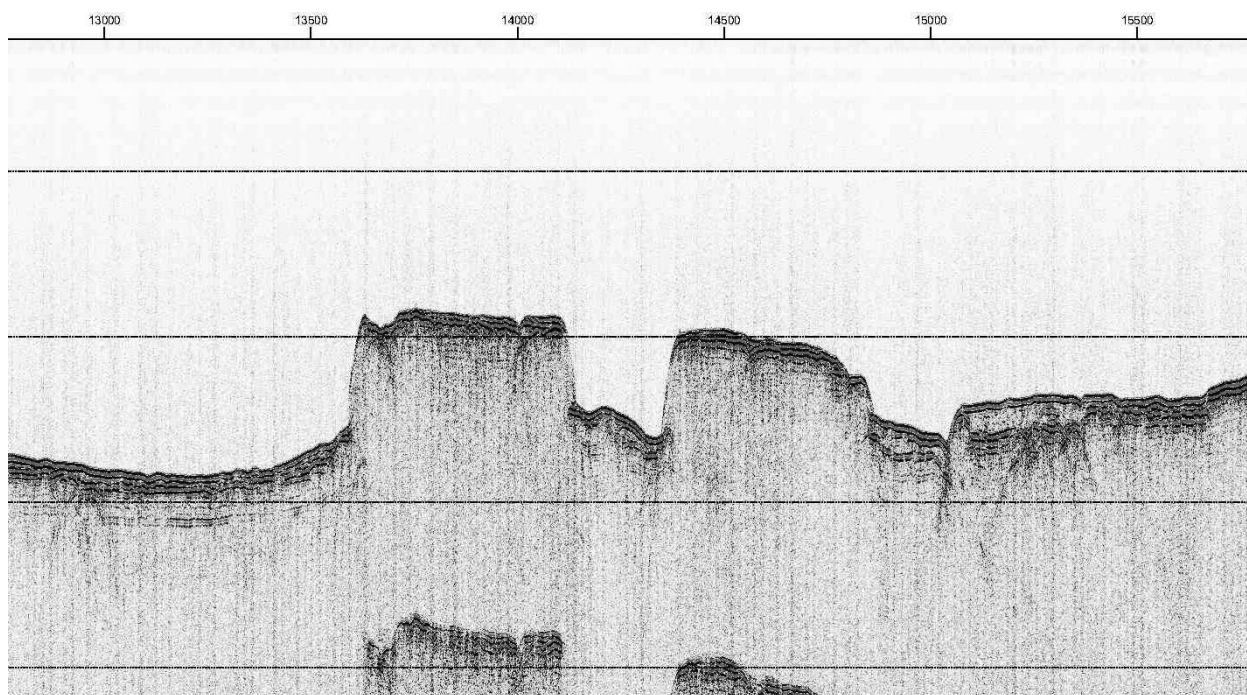


Рис. 6. Участок профиля №2410. Плосковершинные локальные поднятия на мелководье архипелага Тысячи островов. Вертикальное деление шкалы – 100 мс.

Многочувствительное эхолотирование морского дна. Основной решаемой задачей являлось определение фактических глубин и характера рельефа дна на акватории Шпицбергенского шельфа вдоль линий сейсмоакустических профилей. Поскольку площадной съемки не предполагалось, прослеживание структур рельефа дна по полученным данным не представляется возможным. В целом, картина рельефа морского дна предсказуемо мало отличается от полученных здесь ранее данных многочувствительного эхолотирования [Joe et al., 2022]. На мелководных банках, поднятиях и грядах в рельефе дна хорошо видны выступы коренных пород (рис. 7а), в таких местах на сейсмоакустических профилях хорошо видно, что рыхлый чехол полностью отсутствует.

Местами очень слабо прослеживаются протяженные однонаправленные линейменты, которые обычно связывают с воздействием движущихся ледниковых языков на дно.

Такую интерпретацию невозможно ни принять, ни опровергнуть по имевшимся ранее и полученным данным. Такая «штриховка» может быть связана и с другими экзогенными процессами, например, с донными течениями [Гусев и др., 2013]. Гораздо четче и выразительнее на мелководных участках встречаются неупорядоченные, разнонаправленные следы айсберговой штриховки свежего облика (рис. 7в).

В верхней части желоба Стур-фиорд, в районе Шпицбергенской банки, в структуре морского дна четко фиксируются группы покмарков, диаметром от 17 до 45 м. Покмарки располагаются поодиночке, или формируют вытянутые цепочки, определяемые, по-видимому, разрывными нарушениями, вдоль которых происходит разгрузка флюидов в виде факелов, грязевых вулканов или грифонов. Вокруг Шпицбергена такие структуры располагаются неравномерно, в основном они известны в районе островов Западный Шпицберген, Земля Принца Карла [Plaza-Faverola & Keiding, 2019], в Ис-фиорде [Roy et al., 2014]. В приустьевой части Стур-фиорда, западнее нашего района исследований, обнаружены холмы, содержащие газовые гидраты, над которыми зафиксированы потоки метана, и где изучены популяции анаэробных метанотрофов и сульфатредуцирующих бактерий [Klasek et al., 2021]. Покмарки в верховьях желоба Стур-фиорд и на склонах Шпицбергенской банки, ранее тут не фиксировались.

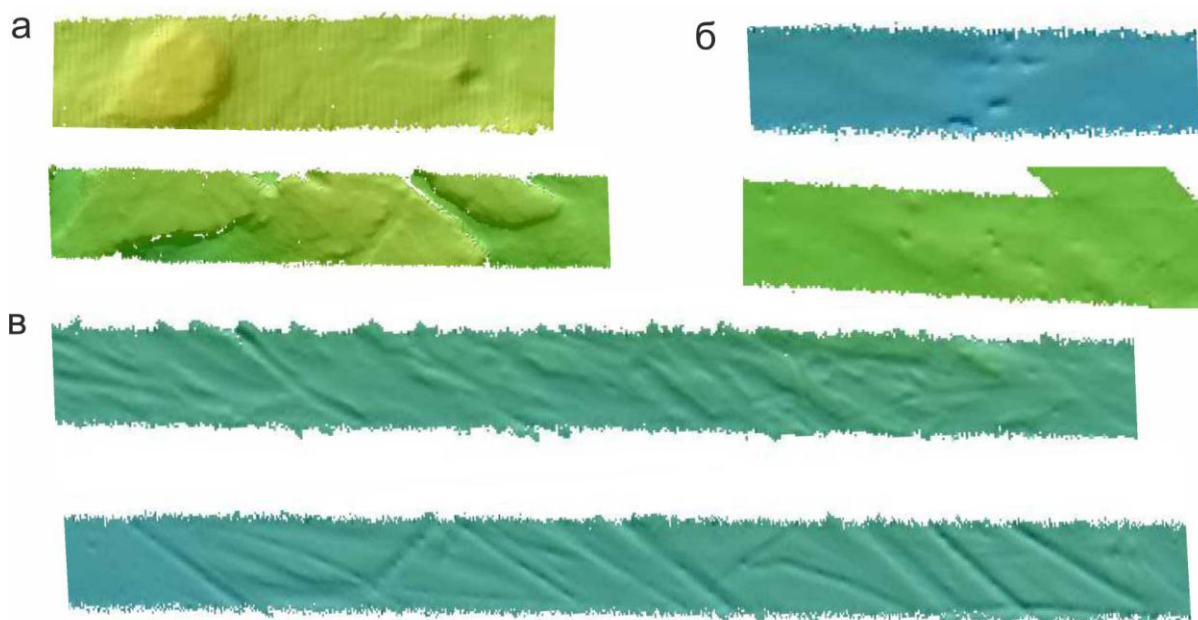


Рис. 7. Примеры записи многолучевого эхолота: а – выступы на поверхность морского дна коренных пород, б – покмарки, в – айсберговая штриховка.

Донный пробоотбор. Всего работы проведены на 86 станциях (рис. 8), которые покрывают площадь работ неравномерно, но дают представления об осадках, залегающих как на вершинах подводных возвышенностей и банок, а также их склонах, так и в желобе Стур-фиорд, и примыкающих к нему желобах. Нашими работами охвачены только поверхностные осадки. По данным предшественников в этом районе четвертичный чехол вскрыт длинными грунтовыми трубками почти на всю мощность [Rasmussen et al., 2007]. Под морскими голоценовыми осадками мощностью 4-5 м залегают слоистые глины, илистые пески с радиоуглеродными датировками 12-16 тыс. лет, ниже которых вскрыты глинистые диамиктоны.

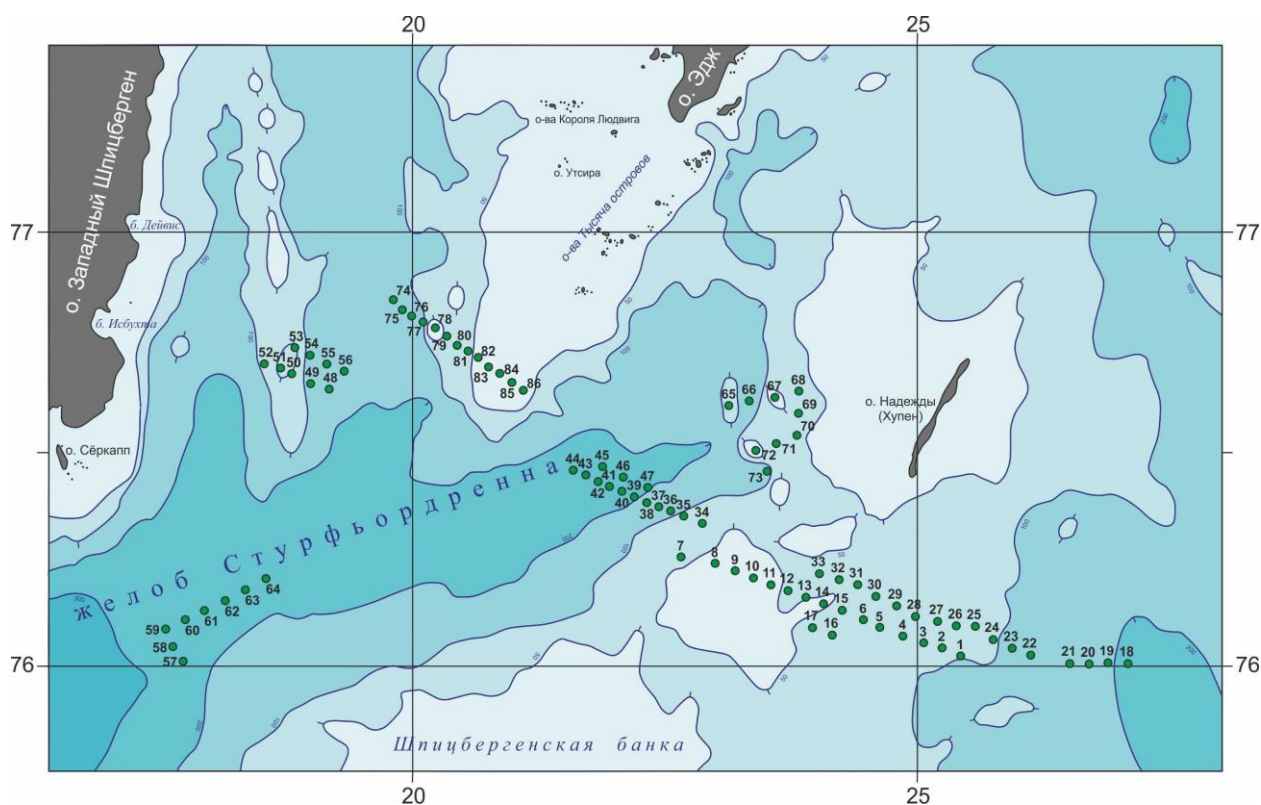


Рис. 8. Расположение станций донного опробования.

Неоплейстоцен-голоценовые осадки, вскрытые нашими работами ковшом-дночерпателем, представлены самыми разнообразными гранулометрическими типами, распределение которых на площади акватории, прежде всего, контролируется рельефом дна. Станции, расположенные в глубоководной части желоба, содержат в основном алеврито-пелитовые осадки, иногда с примесью гравия и песка. При уменьшении глубин гранулометрический спектр становится более грубым с преобладанием пелитовых алевритов и миктитов. На локальных возвышенностях закартированы пески, миктиты и полимиктиты с включением большого количества псефитов, и раковинного детрита. На нескольких станциях пелитово-алевро-песчаные частицы отсутствовали и в дночерпатель попадал обильный донно-каменный материал разной окатанности (рис. 9): щебень, дресва, гравий, галька, валуны, и т.д. Для псефитового материала определялась окатанность с использованием коэффициентов Ваделла и Хабакова. Окатанность закономерно улучшалась с уменьшением глубины. На некоторых станциях вскрыты отложения древнего пляжа с хорошо окатанной галькой (например, на станциях ПМ-2450, ИП-2483, тяготеющих к о. Западный Шпицберген и к о-вам Тысяча островов); в других местах окатанность каменных обломков очень слабая, или отсутствует вовсе.

По петрографическому составу донного каменного материала в основном, это осадочные породы мезозойского возраста: песчаники, алевролиты, аргиллиты. Реже встречались обломки магматических пород. Горные породы из обломков со дна Стурфьорда существенно отличаются от поднятых со дна в северо-восточной части архипелага Шпицберген, где они представлены, в основном песчаниками, известняками, метаморфическими и магматическими породами [Абдуладим и Крылов, 2024; Крылов и др., 2020]. Таким образом, вокруг Шпицбергена донный каменный материал в основной массе представлен породами местного происхождения.



Рис. 9. Донный каменный материал (ДКМ) с станции донного опробования, ПМ 2424К.

На некоторых станциях, расположенных на вершинах подводных возвышенностей и банок, встречались довольно многочисленные представители бентоса: двухстворчатые моллюски, реже гастроподы и брахиоподы; кораллы, мшанки, усоногие раки, раки-отшельники, крабы, офиуры, морские звезды, актинии, креветки, полихеты и т.д. Живые экземпляры выпускались в море, раковины отмерших морских моллюсков, домики баянусов, отмершие кораллы и мшанки, панцири морских ежей и трубочки полихет отбирались для дальнейшего видового определения. Предварительно, наиболее часто встречались раковины: *Macoma calcarea*, *Macoma baltica*, *Astarte borealis*, *Astarte crenata*, *Portlandia arctica*, *Clinocardium ciliatum*, *Chlamys islandica*, *Balanus balanoides*, *Mya truncate*, *Hiatella arctica*.

Радиометрические измерения осадков. Кроме того, выполнялись радиометрические измерения поверхностных донных осадков дозиметром-радиометром МКГ-01-10/10, Экорад при помощи внешнего детектора. Всего измерения были проведены на 80 станциях. Для каждой станции были измерены значения мощности AMBIENTной дозы (МАД) гамма излучения и рентгеновского излучения и плотности потока бета частиц. Фоновые значения во время измерений составляли 0.026-0.03 мкЗв/час. Наиболее высокие значения всех измеренных параметров наблюдаются вблизи острова Западный Шпицберген и вблизи архипелага Тысяча островов (рис. 10). Это может быть связано, как и с увеличением влияния антропогенного воздействия вблизи суши, так и с ростом наличия крупнообломочного материала, который имеет повышенную естественную радиоактивность по сравнению с более глубоководными мелкими фракциями.

Заключение. Таким образом, в результате морских геологосъемочных работ, проведенных ФГБУ ВНИИОкеангеология в южном углу планшета картирования (Баренцево море, район желоба Стур-фиорд) с борта НИС «Профессор Молчанов», были получены новые геолого-геофизические данные, которые позволят выяснить геологическое строение изученных площадей, а именно – особенности рельефа, строение самой верхней части осадочного чехла, состав донных осадков во впадинах и донного каменного материала на поднятиях.

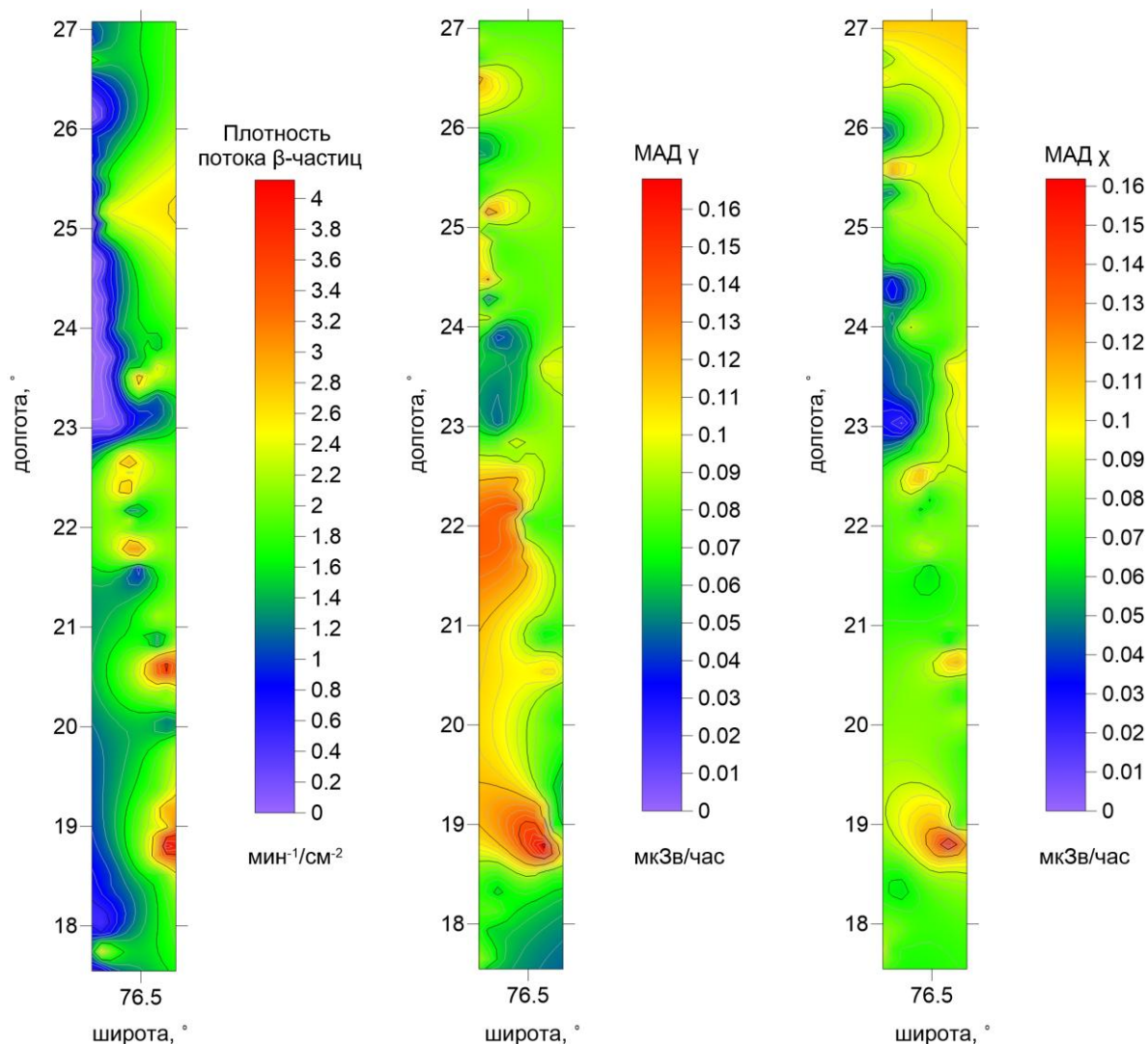


Рис. 10. Результаты радиометрических измерений по станциям пробоотбора, где слева направо показаны плотность потока β -частиц, мощность амбиентная доза гамма излучения и мощность амбиентной дозы рентгеновского излучения.

Сейсмоакустическое профилирование районов желоба Стур-фиорд и мелководных банок, окаймляющих остров Надежды, архипелаг Тысячи островов, а также Шпицбергенской банки свидетельствуют о неровном рельефе дна возвышенностей и склонов, местами имеются всхолмления, что может свидетельствовать как о гляциальном происхождении форм рельефа, так и об их эрозионном генезисе. В понижениях в сейсмоакустической записи проступают черты слоистого строения осадочной толщи верхних метров, в то время как на поднятиях на поверхность морского дна выходят коренные породы.

Отобранные образцы донных осадков, донно-каменного материала, выделенные из осадков газы будут всесторонне изучены в лабораториях. Донный каменный материал характеризуется разной окатанностью и петрографическим составом. Часто встречаются слабо окатанные, или угловатые обломки осадочных пород мезозойского возраста, обнажающиеся в разрезах островов восточной части архипелага Шпицберген, реже встречаются магматические породы.

Несколько большая радиоактивность донных осадков вблизи островов и меньшая на удалении от островной суши свидетельствуют о естественной радиоактивности горных пород островов архипелага.

Сотрудники ФГБУ ВНИИОкеангеология сердечно благодарят экипаж НИС «Профессор Молчанов» за обеспечение выполнения работ.

ЛИТЕРАТУРА

Абдуладим В.А.А., Крылов А.А. Седиментогенез в северной части Баренцева моря в позднечетвертичное время // *Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России.* 2024. Выпуск 11, с. 15-27. doi: 10.24412/2687-1092-2024-11-15-27

Баранов С.В., Виноградов А.Н. Возможные причины аномальной сейсмической активности в проливе Стур-фьорд (архипелаг Шпицберген) в 2008-2009 гг. // *Вестник СПбГУ. Сер. 7.* 2010. Вып. 4. С. 23-31.

Баранов С.В. Прогнозирование афтершоковой активности в проливе Стур-фиорд, архипелаг Шпицберген // *Фундаментальные исследования.* 2013. № 1-2. С. 463-467.

Баранов С.В. Афтершоковый процесс землетрясения 21.02.2008 г. в проливе Стур-фьорд (архипелаг Шпицберген) // *Вулканология и сейсмология.* 2013. № 3. С. 1-15. doi: 10.7868/S0203030613030024

Гусев Е.А., Рекант П.В., Мусатов Е.Е., Шкарубо С.И. Сейсмостратиграфическая основа расчленения осадочного чехла Шпицбергенского шельфа // *Комплексные исследования природы Шпицбергена. Сборник материалов Третьей международной конференции.* 2003. С. 85-91.

Гусев Е.А., Рекант П.В., Большианов Д.Ю., Лукашенко Р.В., Попко А.О. Псевдогляциальные структуры подводных гор Поднятия Менделеева (Северный Ледовитый океан) и континентальной окраины Восточно-Сибирского моря // *Проблемы Арктики и Антарктики.* 2013. № 4. С. 43-55.

Зинченко А.Г. Экологическая геоморфология Арктического шельфа Евразии // *Записки Горного института.* 2008. Т. 176. С. 41-45.

Качурина Н.В., Шкатов Е.П., Андреева И.А. О морфоструктурной позиции желобов Святой Анны и Франц-Виктория в свете новых данных // *Разведка и охрана недр.* 1999. № 7-8. С. 32-34.

Крылов А.А., Малышев С.А., Богин В.А., Захаров В.Ю., Гусев Е.А., Макаров А.С. Особенности распределения псефитового материала в верхнечетвертичных отложениях северной части Баренцева моря // *Проблемы Арктики и Антарктики.* 2020. Т. 66. № 3. С. 381-395. doi:10.30758/0555-2648-2020-66-3-381-395

Матишов Г.Г. Геоморфология дна и проблема плейстоценового оледенения Баренцевоморского шельфа // *Геоморфология.* 1977. № 2. С. 91-98.

Матишов Г.Г. Геоморфология дна и некоторые особенности гляциального морфогенеза подводной окраины Западного Шпицбергена // *Океанология.* 1978. Т. XVIII. Вып. 2. С. 255-262.

Мещеряков Н.И., Усягина И.С., Ильин Г.В. Хронология современного осадконакопления в проливе Стур-фьорд (архипелаг Шпицберген) // *Геохимия.* 2023. Т. 68. № 5. С. 521-532. doi: 10.31857/S001675252304009X

Мусатов Е.Е. Структура кайнозойского чехла и неотектоника Баренцево-Карского шельфа по сейсмоакустическим данным // *Российский журнал наук о Земле.* 1998. Том 1. № 2. С. 157-183.

Ingrid A., Faleide J.-I., Braathen A. Regional tectono-sedimentary development of the highs and basins of the northwestern Barents Shelf // *Norwegian journal of geology.* 2016. Vol. 96. Nr. 1. P. 27-41. doi: 10.17850/njg96-1-04

Joe Y.J., Jang K., Forwick M., Laberg J.S., Kong G.S., Kang M.-H., Yoon S.-H., Nam S.-I. Glacial history and depositional environments in little Storfjorden and Hambergbukta of Arctic Svalbard since the younger dryas // *Frontiers in Earth Science.* 2022. Vol. 10. 1017594. doi: 10.3389/feart.2022.1017594

Harris P.T., Macmillan-Lawler M., Rupp J., Baker E.K. Geomorphology of the oceans // *Marine Geology.* 2014. Vol. 352. P. 4-24. doi: 10.1016/j.margeo.2014.01.011

Klasek S.A., Hong W.L., Torres M.E., Ross S., Hostetler K., Portnov A., Grundger F., Colwell F.S. Distinct methane-dependent biogeochemical states in Arctic seafloor gas hydrate mounds // *Nature Communication*. 2021. Vol. 12, 6296. doi: 10.1038/s41467-021-26549-5

Nielsen T., Rasmussen T.L. Reconstruction of ice sheet retreat after the Last Glacial maximum in Storfjorden, southern Svalbard // *Marine Geology*. 2018. Vol. 402. P. 228-243. doi: 10.1016/j.margeo.2017.12.003

Ottmøller L., Kim W.-Y., Waldhauser F., Tjåland N., Dallmann W. The Storfjorden, Svalbard, Earthquake Sequence 2008–2020: Transtensional Tectonics in an Arctic Intraplate Region // *Seismological Research Letters*. 2021. Vol. 92. Is. 5. P. 2838–2849. doi: 10.1785/0220210022

Plaza-Faverola A., Keiding M. Correlation between tectonic stress regimes and methane seepage on the western Svalbard margin // *Solid Earth*. 2019. Vol. 10. Is. 1. P. 79–94. doi: 10.5194/se-10-79-2019

Rasmussen T.L., Thomsen E., Ślubowska M.A., Jessen S., Solheim A., Koc N. Paleooceanographic evolution of the SW Svalbard margin (76°N) since 20, 000 14C yr BP // *Quaternary Research*. 2007. Vol. 67. Is. 1. P. 100-114. doi: 10.1016/j.yqres.2006.07.002

Roy S., Senger K., Braathen A., Noormets R., Hovland M., Olaussen S. Fluid migration pathways to seafloor seepage in inner Isfjorden and Adventfjorden, Svalbard // *Norwegian Journal of Geology*. 2014. Vol. 94. P. 99–119.

QUATERNARY SEDIMENTS OF THE STORFJORDEN THROUGH (BARENTS SEA)

Gusev E.A.¹, Krylov A.A.¹, Sazonov A.Yu.¹, Elkina D.V.¹, Karpikov A.A.¹, Khosnullina T.I.¹, Zikov E.A.¹, Paltsev I.O.¹, Lodochnikova A.S.¹, Khokhulya A.V.², Parfenyuk S.N.², Rikhman M.A.¹, Rogova I.V.¹, Golosnoy A.S.¹, Bordukov K.Yu.¹, Zakharov V.Yu.¹, Krylov A.V.³

¹ VNIOkeangeologya, St. Petersburg, Russia

² Donetsk National Technical University, Donetsk, DPR, Russia

³ Karpinsky Russian Research Geological Institute, St. Petersburg, Russia

As a result of the work, the structure of the Quaternary cover and bedrock of the Storfjorden trench and strait, the Spitsbergen Bank and the shallow water elevations of Hoopen Island and the Thousand Islands were studied. The summit surfaces and slopes of the elevations and banks are composed of bedrock of the Mesozoic, which are covered by a very thin cover of Quaternary formations. The thickness of quaternary sediments increases in relief depressions - the Storfjorden trench and local depressions. In shallow areas, there are disordered, multidirectional traces of iceberg marks, and in the upper part of the Storfjorden trench, in the area Spitsbergen Bank, in the structure of the seabed, groups of pods are clearly recorded.

Keywords: *geological survey, seismoacoustic profiling, bottom sampling, bottom rock material, pockmarks, Storfjorden, Spitsbergen Bank, Barents Sea*

REFERENCES:

Abduladhim W.A.A., Krylov A.A. Sedimentogenesis in the northern part of the Barents Sea in the late Quaternary // *Relief and Quaternary deposits of the Arctic, Subarctic and North-West Russia*. 2024. Issue 11. P. 15-27. doi: 10.24412/2687-1092-2024-11-15-27

Baranov S.V., Vinogradov A.N. Possible reasons of abnormal seismic activity in the channel of Stur-fiord (Spitsbergen archipelago) in 2008-2009 // *Vestnik of Saint Petersburg University*. Ser. 7. 2010. Is. 4. P. 23-31.

Baranov S.V. Forecasting an aftershock activity in the channel of Storfjord, Spitsbergen archipelago // *Fundamental research*. 2013. № 1 (part 2). P. 463-467.

Baranov S.V. The aftershock process of the february 21, 2008 Storfjorden strait, Spitsbergen, earthquake // *Journal of Volcanology and Seismology*. 2013. Vol. 7. № 3. P. 230-242. doi: 10.1134/S0742046313030020

Gusev E.A., Rekant P.V., Musatov E.E., Shkarubo S.I. Seismostratigraphic basis of the Spitsbergen quaternary mantle dissection // Comprehensive studies of the nature of Spitsbergen. Collection of materials of the Third international conference. 2003. P. 85-91.

Gusev E.A., Rekant P.V., Bolshiyarov D.Yu., Lukashenko R.V., Popko A.O. Pseudoglacial structures of Mendeleev Rise seamounts (Arctic Ocean) and East Siberian continental margin // Arctic and Antarctic Research. 2013. Vol. 98. Is. 4. P. 43-55. (in Russ.)

Zinchenko A.G. Environmental geomorphology of the Arctic shelf of Eurasia // Journal of Mining Institute. 2008. Vol. 176. P. 41-45. (in Russ.)

Kachurina H.V., Shkatov E.P., Andreeva I.A. On the morphostructural position of the St. Anna and Franz-Victoria troughs in light of new data // Razvedka i ohrana nedr. 1999. No. 7-8. P. 32-34. (in Russ.)

Krylov A.A., Malyshev S.A., Bogin V.A., Zakharov V.Yu., Gusev E.A., Makarov A.S. Features of the coarse clasts (psephites) distribution in the Upper Quaternary sediments of the northern Barents Sea // Arctic and Antarctic Research. 2020. Vol. 66. Is. 3. P. 381-395. (in Russ.) doi:10.30758/0555-2648-2020-66-3-381-395

Matishov G.G. Geomorphology of the seabed and the problem of Pleistocene glaciation of the Barents Sea shelf // Geomorphology. 1977. No. 2. P. 91-98. (in Russ.)

Matishov G.G. Geomorphology of the seabed and some features of glacial morphogenesis of the underwater margin of Western Spitsbergen // Oceanology. 1978. Vol. XVIII. Is. 2. P. 255-262. (in Russ.)

Meshcheriakov N.I., Usyagina I.S., Ilyin G.V. The chronology of modern sedimentation in the Storefjorden strait (Svalbard archipelago) // Geochemistry International. 2023. Vol. 61. № 5. P. 529-538. doi: 10.1134/s0016702923040092

Musatov E.E. Cenozoic sedimentary structure and neotectonics of the Barents-Kara shelf from reflection profiling data // Russian Journal of Earth Sciences. 1998. Vol. 1. № 2. C. TJE98007. doi: 10.2205/1998ES000007

Ingrid A., Faleide J.-I., Braathen A. Regional tectono-sedimentary development of the highs and basins of the northwestern Barents Shelf // Norwegian journal of geology. 2016. Vol. 96. Nr. 1. P. 27-41. doi: 10.17850/njg96-1-04

Joe Y.J., Jang K., Forwick M., Laberg J.S., Kong G.S., Kang M.-H., Yoon S.-H., Nam S.-I. Glacial history and depositional environments in little Storfjorden and Hambergbukta of Arctic Svalbard since the younger dryas // Frontiers in Earth Science. 2022. Vol. 10. 1017594. doi: 10.3389/feart.2022.1017594

Harris P.T., Macmillan-Lawler M., Rupp J., Baker E.K. Geomorphology of the oceans // Marine Geology. 2014. Vol. 352. P. 4-24. doi: 10.1016/j.margeo.2014.01.011

Klasek S.A., Hong W.L., Torres M.E., Ross S., Hostetler K., Portnov A., Grundger F., Colwell F.S. Distinct methane-dependent biogeochemical states in Arctic seafloor gas hydrate mounds // Nature Communication. 2021. Vol. 12, 6296. doi: 10.1038/s41467-021-26549-5

Nielsen T., Rasmussen T.L. Reconstruction of ice sheet retreat after the Last Glacial maximum in Storfjorden, southern Svalbard // Marine Geology. 2018. Vol. 402. P. 228-243. doi: 10.1016/j.margeo.2017.12.003

Ottmöller L., Kim W.-Y., Waldhauser F., Tjåland N., Dallmann W. The Storfjorden, Svalbard, Earthquake Sequence 2008–2020: Transtensional Tectonics in an Arctic Intraplate Region // Seismological Research Letters. 2021. Vol. 92. Is. 5. P. 2838–2849. doi: 10.1785/0220210022

Plaza-Faverola A., Keiding M. Correlation between tectonic stress regimes and methane seepage on the western Svalbard margin // Solid Earth. 2019. Vol. 10. Is. 1. P. 79–94. doi: 10.5194/se-10-79-2019

Rasmussen T.L., Thomsen E., Ślubowska M.A., Jessen S., Solheim A., Koc N. Paleooceanographic evolution of the SW Svalbard margin (76°N) since 20, 000 14C yr BP // Quaternary Research. 2007. Vol. 67. Is. 1. P. 100-114. doi: 10.1016/j.yqres.2006.07.002

Roy S., Senger K., Braathen A., Noormets R., Hovland M., Olausson S. Fluid migration pathways to seafloor seepage in inner Isfjorden and Adventfjorden, Svalbard // Norwegian Journal of Geology. 2014. Vol. 94. P. 99–119.