

## МИКРО- И МЕЗОРЕЛЬЕФ ГЛЯЦИАЛЬНОГО ШЕЛЬФА БАРЕНЦЕВА И КАРСКОГО МОРЕЙ В СВЕТЕ НОВЫХ ДАННЫХ

С. Г. Миронюк<sup>1</sup>, А. А. Иванова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ООО «Центр морских исследований МГУ им. М. В. Ломоносова», г. Москва, [mironyuksg@gmail.com](mailto:mironyuksg@gmail.com)

<sup>2</sup>ООО «Морская проектно-изыскательская компания», г. Москва, [gladi41147@gmail.com](mailto:gladi41147@gmail.com)

Представлены результаты батиметрической съемки, выполненные с помощью многолучевых эхолотов на баренцево-карском шельфе. Получены доказательства в пользу гипотезы о существовании в прошлом единого Баренцево-Карского ледникового щита. Впервые в российском секторе Баренцева моря обнаружены ледниковые отторженцы, структуры типа «hill-hole rafts», флютинг-морена. Уточнено положение края ледникового щита в Восточно-Новоземельском желобе.

Ключевые слова. Поздний валдай, баренцево-карский шельф, ледниковый покров, цифровые модели рельефа, гляциальная морфоскульптура, флютинг-морена, ледниковый отторженец

### ВВЕДЕНИЕ

Изучение рельефа дна Баренцева и Карского морей, первоначально на основе промеров глубин лотом, относится к концу XIX – началу XX вв. и было обусловлено, в первую очередь, необходимостью развития арктического судоходства и освоения биологических ресурсов шельфа. К указанному времени относится и возникновение гипотезы оледенения Баренцева шельфа.

В частности, в СССР, в довоенный период изучения шельфа Баренцева моря были получены первые доказательства того, что в формировании морфоскульптурного рельефа шельфа Баренцева моря и его берегов огромная роль принадлежала древним ледниковым покровам [Панов, 1937].

В указанной монографии Д.Г. Панова представлена схема размещения ледниковых покровов в Баренцевом море в максимальную стадию четвертичного оледенения. Центральная часть рассматриваемого моря, как считал Д.Г. Панов, не была покрыта ледником. По существу, Д.Г. Панов одним из первых ориентировочно обозначил границы гляциального шельфа в западно-арктических морях.

Планомерное изучение рельефа дна арктических морей России началось в послевоенное время (1945–1953 гг.). Гидрографические работы

были направлены главным образом на обеспечение безопасности мореплавания по трассам Северного морского пути. В указанный период уже применялись однолучевые эхолоты отечественного производства. К числу фундаментальных работ этого периода следует отнести монографию В.Н. Сакса «Четвертичный период в Советской Арктике», в которой автор впервые, опираясь на обширный материал, выполнил реконструкцию плейстоценовых ледниковых покровов Арктики [Сакс, 1948].

С начала 60-х годов начались геолого-геофизические работы по поискам углеводородного сырья на шельфе арктических морей, а позже, в 80-ые годы, инженерно-геологические изыскания для строительства нефтегазопроисковых скважин и трубопроводов. Появляется ряд обобщающих работ в которых рассматриваются вопросы геоморфологии гляциальных шельфов [Асеев и др., 1974, Гросвальд, 1962, Дибнер, 1968, Кленова, 1960, Лаврушин, 1970, Матишов, 1977, Спиридонов, 1970].

В работе Г.Г. Матишова [Матишов, 1977] отмечается важная роль в формировании шельфа экзарационно-аккумулятивной деятельности плейстоценовых ледников, создавших такие ме-

зоформы рельефа как моренные гряды, флювиогляциальные равнины, трог, котловины выпахивания и др. На одном из рисунков, включенном в упомянутую выше статью, показаны границы максимального распространения материковых ледников в эпохи валдайского и среднеплейстоценового оледенений. В более поздних работах Г.Г. Матишова [Матишов, 1984, 2008] его модели оледенения шельфа Баренцева моря претерпели существенные изменения и дополнения. На схемах развития материковых ледниковых покровов на шельфе Баренцева моря в позднем плейстоцене (18–20 тыс. лет) показаны: край ледниковых покровов, кромка шельфовых ледников, ареал шельфовых ледников, линии тока ледников и акватории с айсбергами.

Среди работ, опубликованных в рассматриваемый период, необходимо особо отметить работы В.Д. Дибнера [Дибнер, 1965, 1978] в которых впервые были представлены доказательства сплошного плейстоценового оледенения Баренцева и значительных частей Карского шельфов. Публикации В.Д. Дибнера по существу положили начало острой дискуссии о масштабах и количестве оледенений на шельфе арктических морей, которая продолжается и в настоящее время [Большаинов, 2006, Гусев и др., 2012, Доречкина, 2014, Иванова, Мурдмаа, 2017, Матишов, 1984, Павлидис и др., 2005].

В нынешнем столетии к числу крупных и значимых работ по гляциальной геоморфологии, морфолитогенезу, седиментогенезу следует отнести труды С.Л. Никифорова [Никифоров, 2006], Ю.А. Павлидиса С.Л. Никифорова [Павлидис, Никифоров, 2007], М.А. Левитана, Ю.А. Лаврушина, Р. Штайна [Левитан, Лаврушин, Штайн, 2007], О.Г. Эпштейна, А.В. Старовойтова, А.Г. Длугач [Эпштейн, Старовойтов, Длугач, 2010].

В последние годы для изучения геоморфологического строения шельфа все шире применяется высокоразрешающее сейсмоакустическое профилирование и многолучевое эхолотирование. Это позволило выявить на дне Баренцева и Карского морей ряд реликтовых плейстоценовых ледниковых микроформ (морфоскульптур), изучить ледниковые отложения на всю их мощность с большой детальностью [Гайнанов, 2005, Доречкина, 2012, Мороз, 2017].

В 2016 г. ВСЕГЕИ впервые подготовлена в ГИС-формате актуализированная Карта четвертичных образований м-ба 1:2500 000 [Застрожных и др., 2016]. В комплект Карты входит «Гляциоморфологическая картосхема территории Российской Федерации» в том же масштабе. Картосхема составлена на территорию суши с внутренними морями и на прилегающие к ней акватории ар-

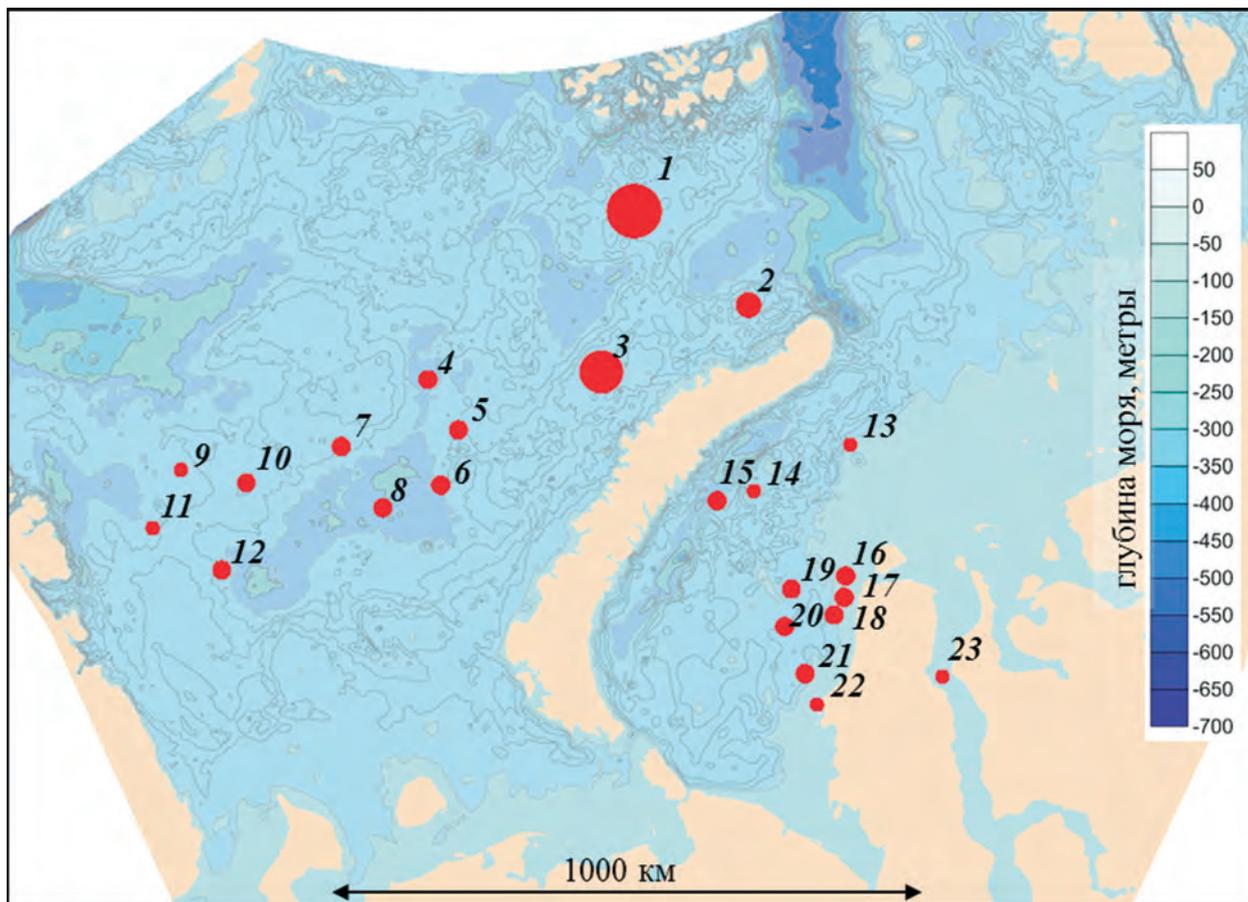
ктических морей (Баренцево, Печерское, Карское моря, море Лаптевых). На картосхеме показаны границы максимального распространения оледенений позднего неоплейстоцена, в том числе поздневалдайского. На акваториях эта граница уверено проведена в Белом и Печерском морях, и, в качестве предполагаемой, в СВ части Карского моря.

Подводя итог краткого обзора работ, касающихся проблемы оледенения шельфа Западно-Арктических морей, следует отметить, что на сегодняшний день имеется четыре основные точки зрения на указанную проблему: маринистов (дрифтовая), пангляциалистов, гляциалистов и умеренных гляциалистов. Критическое рассмотрение гипотез маринистов и пангляциалистов выполнено Г.Г. Матишовым [Матишов, 1984]. Спор о размерах оледенений в настоящее время ведется, в основном, между гляциалистами и умеренными гляциалистами.

Гляциалисты, как российские, так и зарубежные, доказывают существование в прошлом на шельфе обширного, толщиной 1–2 км в центральной его части, единого Баренцевоморско-Карского ледникового щита. Согласно взглядам, умеренных гляциалистов речь может идти лишь о частичном покровном оледенении, которое охватывало Скандинавский полуостров, архипелаги Земля Франца-Иосифа (ЗФИ), Новой Земли и Шпицбергена и часть прилегающей акватории. Продолжением ледниковых щитов были плавающие шельфовые ледники, переходящие в многолетний паковый лед с айсбергами. В группе умеренных гляциалистов продолжается дискуссия и по вопросу соединения ледниковых покровов Новой Земли и ЗФИ. Кроме того, обсуждается проблема положения восточной границы последнего максимального ледникового покрова в Карском море.

Представленный ниже материал (цифровые модели рельефа) о реликтовых формах гляциального микро-и мезорельефа, обнаруженных с помощью многолучевых эхолотов типа «Reason SeaBat»: 8111, 7125 и T20-P направлен на решение указанных выше вопросов. Исследования проводились на более чем 20 ключевых участках, относительно равномерно расположенных в пределах различных геоморфологических областей российской части западно-арктического шельфа (рис. 1). Батиметрические работы проводились ООО «Питер Газ», ООО «Сварог», ООО «Деко-Проект» и другими организациями в 2006–2016 гг.

Изучение рельефа выполнялось на ключевых участках, расположенных в пределах Северо-Баренцево-Карской, Северо-Баренцевской, Новоземельской, Центральной низменной и Юго-Западной областей (рис. 2).



**Рис. 1.** Обзорная батиметрическая карта региона работ. Красные кружки - ключевые участки работ  
 Баренцево море: 1 – Альбановский, 2 – Варнекский, 3 – Западно-Приновоземельский, 4 – Медвежий, 5 – Лудловский, 6 – Ледовый, 7 – Демидовский, 8 – Штокмановский, 9 – Северный диапир, 10 – Сводовая, 11 – Южный диапир, 12 – Северо-Кильдинская. Карское море: 13 – Восточно-Приновоземельский, 14 – Университетский, 15 – Викуловский, 16 – Белоостровский, 17 – Скуратовский, 18 – Нярмейский, 19 – Русановский, 20 – Ленинградский, 21 – Северо-Харасавейский, 22 – Харасавейский, 23 – Байдаратский

В Карском море батиметрическая съемка выполнялась вдоль восточного борта Восточно-Новоземельского желоба и на отдельных площадях Западно-Карской низменности. Ниже представлен краткий региональный обзор гляциальной геоморфологии изученного региона.

## ОПИСАНИЕ МИКРО- И МЕЗОРЕЛЬЕФА ГЛЯЦИАЛЬНОГО ШЕЛЬФА

### *Баренцево моря. Северо-Баренцево-Карская область*

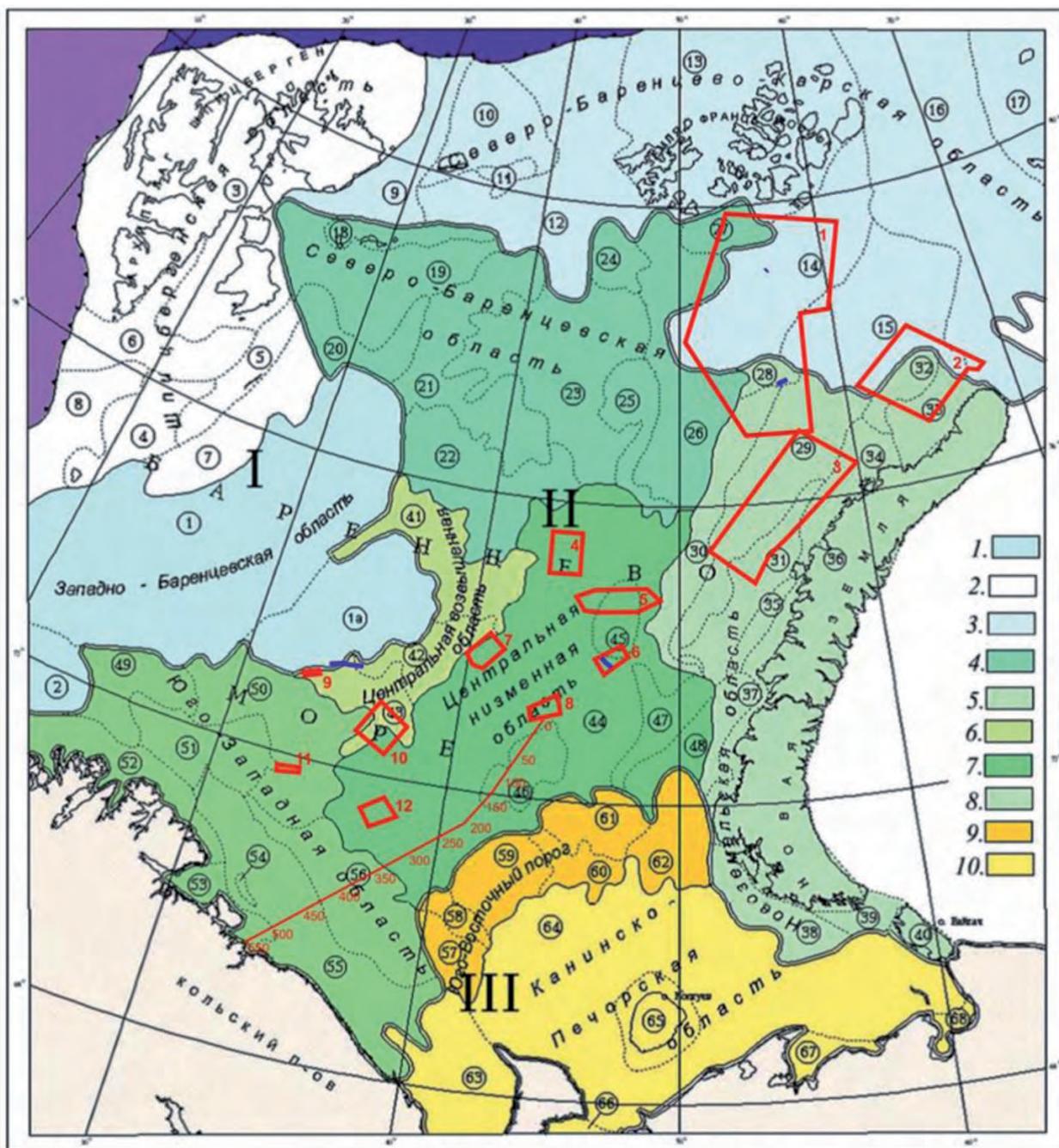
Работы выполнялись в пределах Северо-Восточной возвышенности (плато). Северная граница участка находится на расстоянии около 20 км к югу от Земли Франца Иосифа (ЗФИ).

Наши исследования, морфоскульптурный анализ дна, позволили дополнить и уточнить обста-

новку морфолитогенеза в наименее изученной северо-восточной части шельфа Баренцева моря, между ЗФИ и Новой Землей. Здесь нами были выявлены и идентифицированы разновозрастные, относящиеся к различным стадиям оледенения ледниково-экзарационные и ледниково-аккумулятивные микро- и мезоформы рельефа, некоторые из них в рассматриваемой области описаны впервые.

На одной из площадок, расположенной приблизительно в 70 км от Земли Франца-Иосифа в пределах северной части Северо-Восточной возвышенности, отчетливо прослеживаются друмлины (рис. 3). Длинные их оси имеют направление СЗ-ЮВ. Самый крупный из них во время трансгрессии был деформирован экзарацией.

В 55 км южнее поля друмлинов обнаружен подледниковый канал стока талых вод ЮВ простирания (рис. 4).



- - подледниковые каналы
- границы участков
- - трасса трубопровода, цифры - пикетаж

Еще южнее, приблизительно в 330 км от современного берега ЗФИ, на локальном поднятии рельефа плато (глубина моря около 150 м) впервые в Баренцевом море зафиксирована глициодислокация – крупный отторженец (рис. 5).

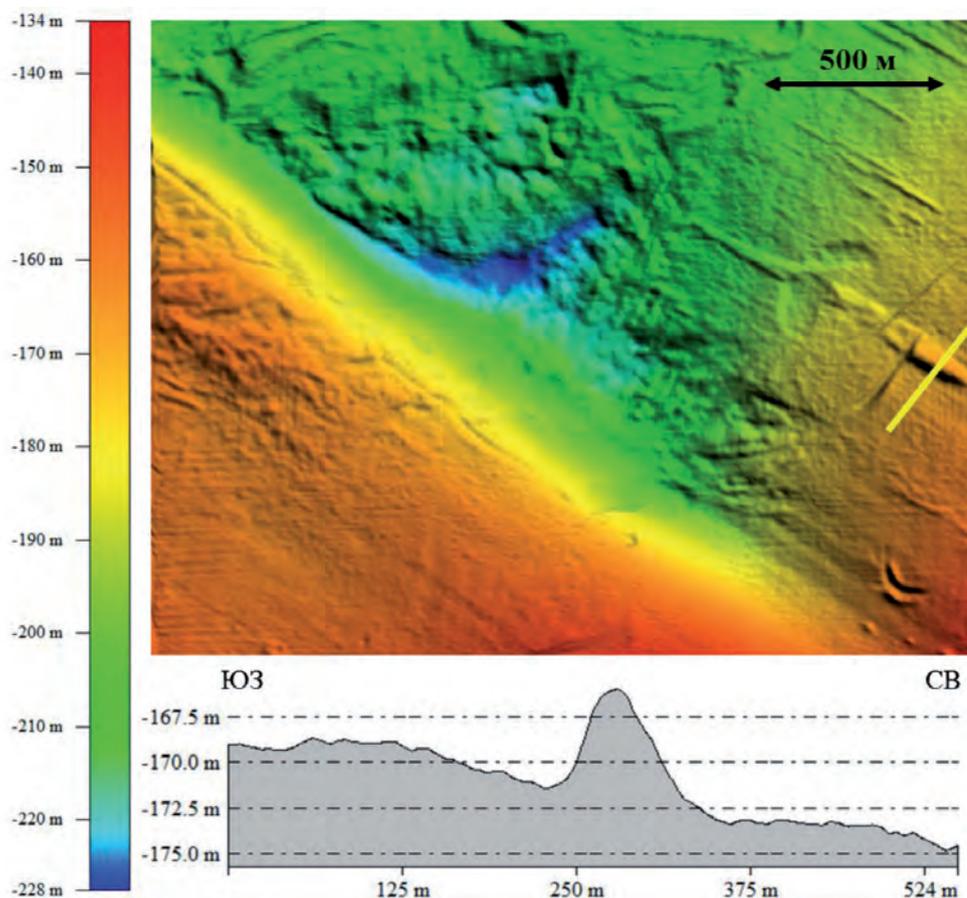
К своеобразному типу моренного рельефа следует отнести обнаруженную в рассматриваемой области флютинг-морену (рис. 6). Условия фор-

мирования и районы распространения подобного типа морен подробно описаны в монографии Ю.А.Лаврушина [Лаврушин, 1976]. В частности, показано, что флютинг-морена является результатом «интенсивного донного скольжения по ложу в краевых лопастях ледникового покрова».

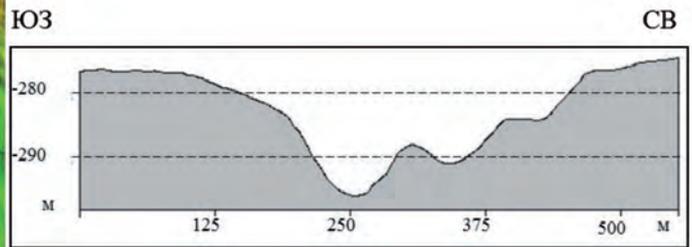
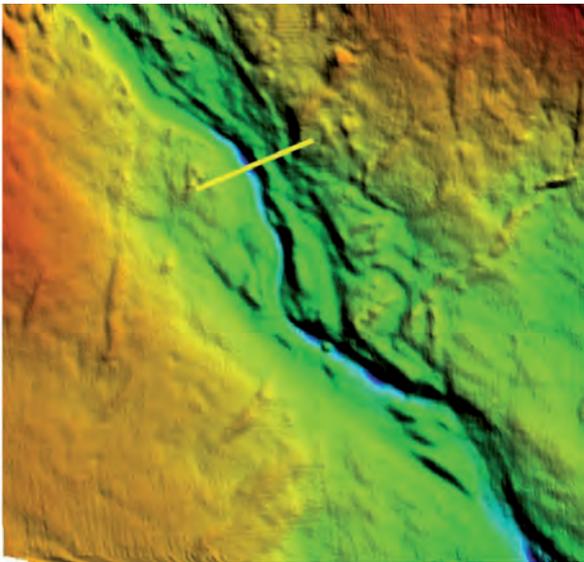
В норвежском секторе Баренцевого моря такие «избороденные» поверхности подробно охарак-

**Рис. 2.** Ключевые участки исследований в Баренцевом море (основа – карта геоморфологического районирования [Петров, 2010])

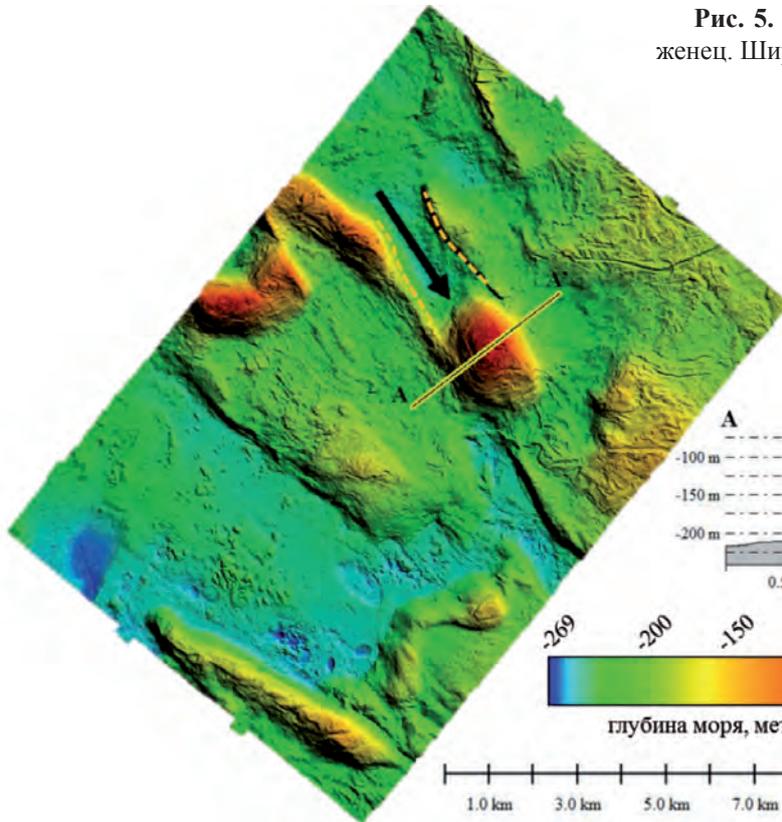
**I – Окраинно-шельфовая провинция. Западно-Баренцевская область желобов и впадин:** 1 – Медвежинский желоб, 1а – Восточно-Медвежинская котловина; 2 – желоб Ингей; Шпицбергенская возвышенная область: 3 – Шпицбергенское поднятие, 4 – Шпицбергенская банка, 5 – Надеждинское плато, 6 – Зюйдкапский желоб, 7 – Восточно-Шпицбергенский склон, 8 – юго-западный Шпицбергенский склон. Северо-Баренцево-Карская область поднятий и желобов: 9 – желоб Орла, 10 – плато острова Белый, 11 – плато Виктория, 12 – желоб Франц-Виктория, 13 – поднятие Земли Франца-Иосифа, 14 – Северо-Восточная возвышенность, 15 – Северо-Восточный желоб, 16 – желоб Святой Анны. **II – Внутришельфовая провинция. Северо-Баренцевская равнинная область:** 17 – Центрально-Карское плато, 18 – возвышенность Короля Карла, 19 – желоб Короля Карла, 20 – седловина Персея, 21 – возвышенность Персея, 22 – желоб Персея, 23 – Северная равнина, 24 – плато Альбакова, 25 – возвышенность Кленовой, 26 – впадина Альбакова, 27 – желоб Альбакова. Новоземельская область линейных возвышенностей и желобов: 28 – Северо-Восточная седловина, 29 – Западно-Новоземельская возвышенность, 30 – Адмиралтейский склон, 31 – Западно-Новоземельский желоб, 32 – плато Литке, 33 – желоб Литке, 34 – Западно-Новоземельский склон, 35 – Крестовая терраса, 36 – Новоземельское поднятие, 37 – Кармакульская терраса, 38- Южно-Новоземельский желоб, 39 – седловина Карских Ворот, 40 – Вайгачское поднятие. Центральная возвышенная область: 41 – Центральная возвышенность, 42 – Демидовский желоб, 43 – Демидовская возвышенность. Центральная низменная область: 44 – Центральная впадина, 45 – Безымянная возвышенность, 46 – Гусиная терраса, 47 – Восточная терраса, 48 – Моллеровский склон. Юго-Западная область преимущественно линейных возвышенностей и желобов: 49 – Нордкинское плато, 50 – Финмаркенская равнина, 51- Нордкинская впадина, 52 – Скандинавский склон, 53 – Кольский склон, 54 – Рыбачье плато, 55 – Кольский желоб, 56 – Мурманская возвышенность. **III – Мелководная провинция.** Канинско-Печерская область, Юго-Восточный порог: 57 – Южно-Канинское плато, 58-Канинский желоб, 59 – Северо-Канинское плато, 60 – Гусиный желоб, 61 – Гусиное плато, 62 – плато Моллера. Канинско-Печерская равнинная область, 63- Канинская ступень, 64- Печерморская ступень, 65- Колгуевское поднятие, 66-Чешская губа, 67-Печерская губа, 68-Хайпудырская губа.



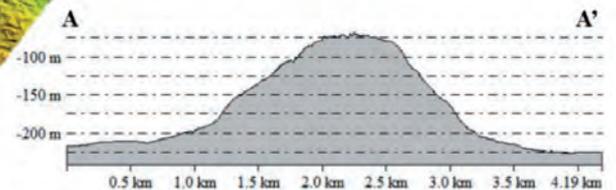
**Рис. 3.** Друмлины на поверхности Северо-Восточной возвышенности



**Рис. 4.** Подледниковый канал стока талых вод. Ширина русла 1750 м, глубина 20 м



**Рис. 5.** Напорное образование- ледниковый отторженец. Ширина 2 км, высота 150 м



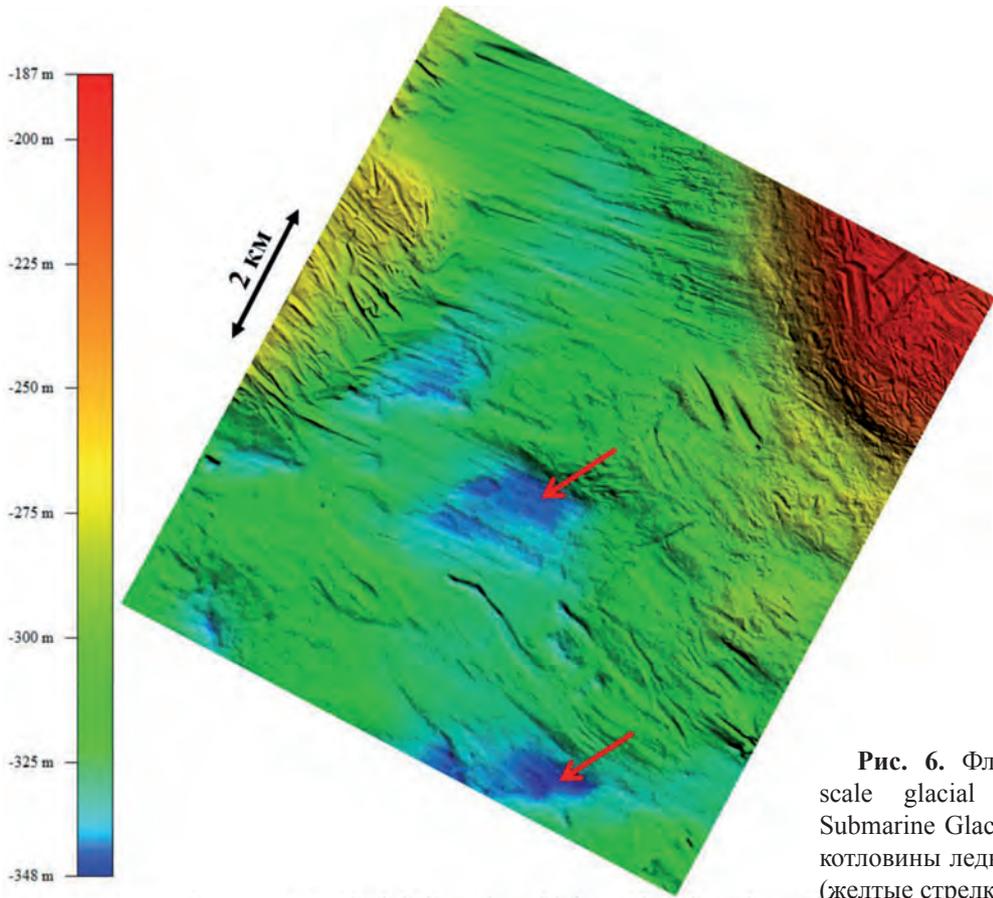
теризованы в Atlas of Submarine Glacial Landform: Modern, Quaternary and Ancient [Atlas of Submarine Glacial Landform, 2016]. В изученной нами области (рис. 2) они распространены в западной и центральной частях плато (вблизи отторженца) и имеют СЗ-ЮВ ориентировку.

Наиболее характерной особенностью флютинг-морены является линейно-вытянутые параллельные гряды и ложбины, вытянутые в направлении

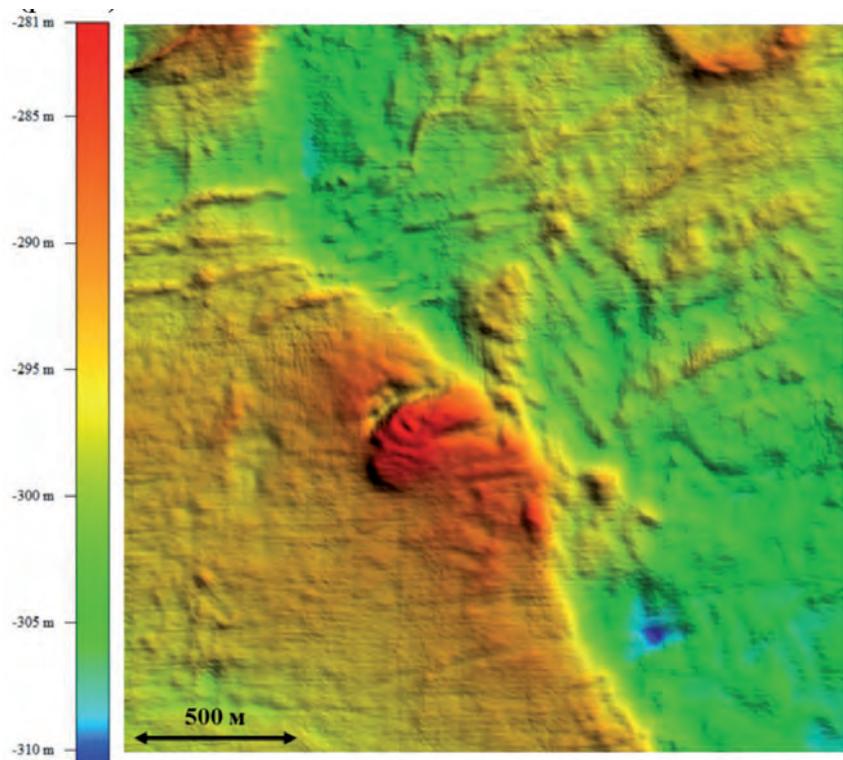
движения ледника. В пределах изученного участка длина гряд достигает 2–3 км, высота до 5 м, ширина около 100–200 м.

В 20 км к ЮЗ от участка, где был обнаружен отторженец, прослеживается серия конечных стадияльных морен (рис. 7).

Еще южнее (приблизительно в 40 км от отторженца) и далее, в пределах южной части Северо-Восточной возвышенности также были обнару-



**Рис. 6.** Флютинг-морена (mega-scale glacial lineation [Atlas of Submarine Glacial Landform, 2016]) и котловины ледникового выпахивания (желтые стрелки)

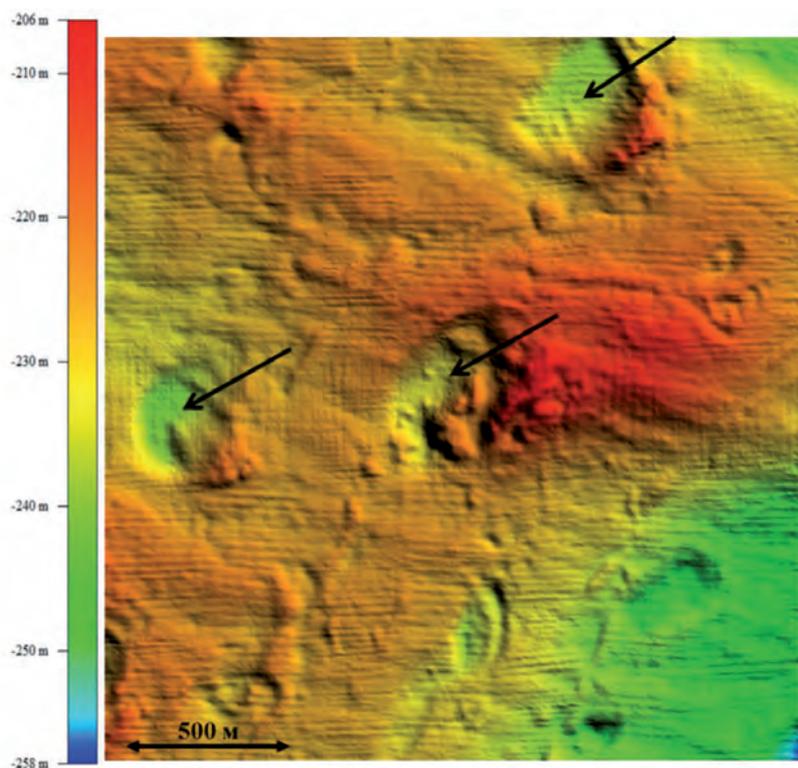


**Рис. 7.** Конечные стадильные морены (слева) в пределах Северо-Восточной возвышенности

жены следы разных этапов оледенения: флютинг-морены и, впервые в российском секторе Баренцева моря, еще слабо изученные гляциотектонические структуры типа «hill-hole pairs» [Atlas of

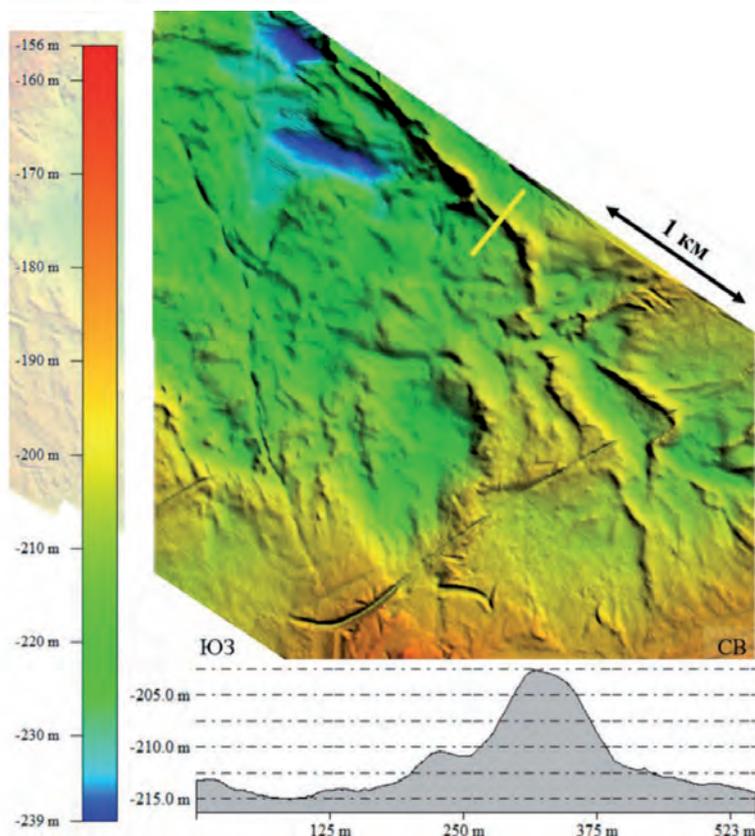
Submarine Glacial Landform, 2016], боковые морены, эскеры (рис. 8, 9).

Эскеры протягиваются на расстояния в несколько километров, но могут быть и значительно



**Рис.8.** Структуры типа «hill-hole pairs» (парная микроформа «впадина-гребень»). Образуются предположительно в условиях горизонтальных градиентов давления, необходимых для возникновения достаточных сдвигающих усилий. Глубина моря 250–300 м

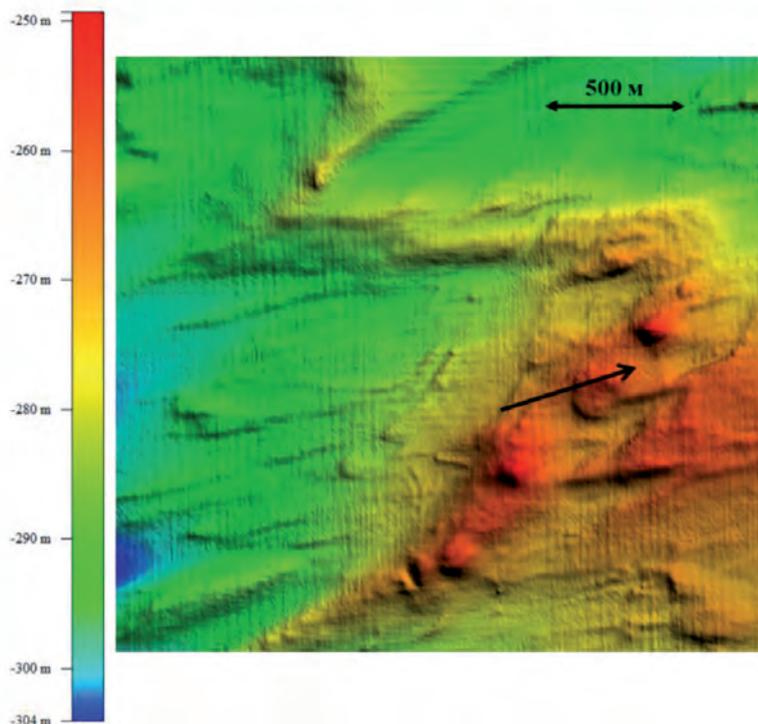
**Рис. 9.** Следы айсбергового выпахивания (нижняя часть рисунка) и крупные эскеры (желтая прямая линия-положение профиля)



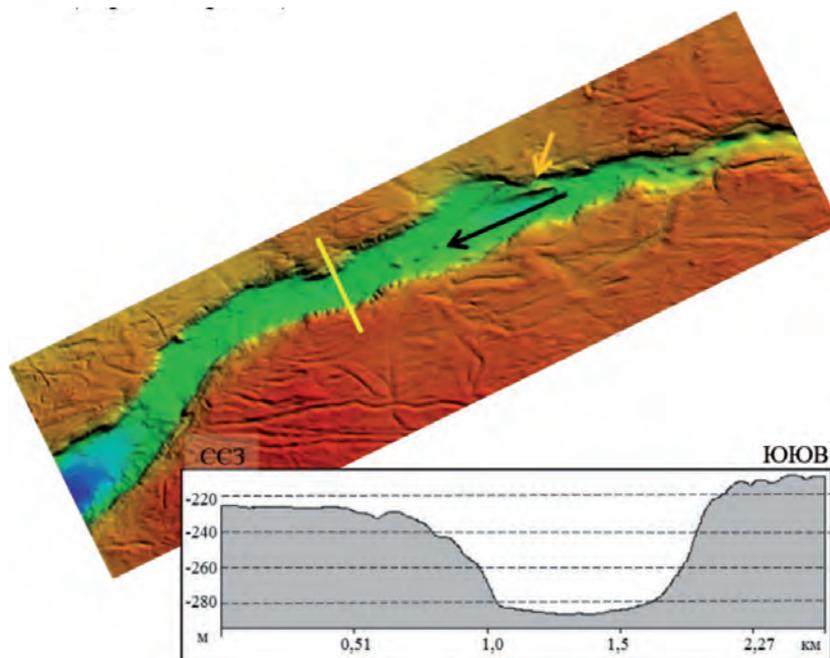
короче. Их высота меняется от 2–3 до 10–12 м. В ряде мест вершинные части гряд пререзаются реликтовыми бороздами ледникового выпаживания (плугмарками).

Особый интерес, с точки зрения палеорекострукции гляциальных обстановок, представлял район сочленения впадины Альбакова и Северо-Восточного желоба - Северо-Восточная седловина (рис. 2). Имеется мнение, что в указанном районе отсутствуют геоморфологические и иные свидетельства соединения ледников Новой Земли

и ЗФИ в последний ледниковый максимум [Гусев и др., 2012]. Между тем, еще в работе Г.Г. Матишова [Матишов, 1984], а позднее Ю.А. Павлидиса, И.О. Мурдмаа, Е.В. Ивановой и др. [Павлидис и др., 2001] было показано, что вся территория между архипелагами Шпицберген, Земля Франца-Иосифа и Новая Земля, а также и сами архипелаги находились под единым ледниковым щитом. Новые доказательства этого вывода были получены и нами. В пределах седловины были обнаружены друмлины и подледниковый канал (рис. 10, 11).



**Рис. 10.** Друмлины в Северо-Восточной седловине. Судя по морфологии друмлины, ледник двигался в сторону Северо-Восточного желоба (черная стрелка)



**Рис. 11.** Подледниковый канал и эскер (желтая стрелка). Ширина канала 1050 м, глубина 64 м. Глубина моря 282 м. Сток талых вод шел в ЮЗ направлении (черная стрелка)

### Новоземельская область

Район исследований охватывал центральную часть Западно-Новоземельской возвышенности (Адмиралтейского вала) и плато Литке с прилегающими желобами. Глубина моря в пределах Западно-Новоземельской возвышенности 55–160 м. Ранее в районе исследований были описаны моренные образования, созданные новоземельским ледниковым покровом, в том числе ниже-среднеплейстоценовые, каналы водноледникового стока [Гусев и др., 2012].

Морены разного типа, подледниковые каналы обнаружены и в ходе наших исследований, в основном на склонах плато Литке в северной части приновоземельского шельфа, где экзарационная деятельность древних и современных айсбергов была наименьшей.

Явные следы движения ледника (флютинг-морена) практически в северном направлении на этапе роста новоземельского ледника были обнаружены в 100 км к СВ от о. Северный при глубине моря около 300 м (рис. 12).

В период дегляциации валдайского оледенения здесь формировались стадияльные морены (в 125 км от арх. Новой Земли) крупные плугмарки, распространенные вплоть до глубин 380 м и изоме-

тричные воронки в местах посадки древних айсбергов на мель (рис. 13, 14).

Наряду с реликтовыми бороздами ледникового выпаживания в интервале глубин 100-110 м наблюдаются плугмарки, образованные современными айсбергами.

В зависимости от возраста плугмаркам свойственен разный морфологический облик: современные плугмарки – «свежие» с V-образным сечением, четкими границами, с хорошо сохранившимися бортовыми валиками. «Древние», реликтовые борозды имеют U-образное сечение, сглаженные очертания, полностью или частично заполнены современными осадками. Реликтовые борозды ледового выпаживания отличаются от современных ледовых борозд также большими размерами.

В условиях интенсивной экзарационной деятельности древних и современных айсбергов многие микроформы гляциального рельефа на возвышенности не сохранились. Исключения составляют своеобразные, крупные ледниково – аккумулятивные формы, одна из которых, морфологически сходна с т. н. «иглообразными» мезоформами ранее обнаруженными норвежскими специалистами в центральной части Баренцева моря [Vjarnadottir, Andreassen, 2016].

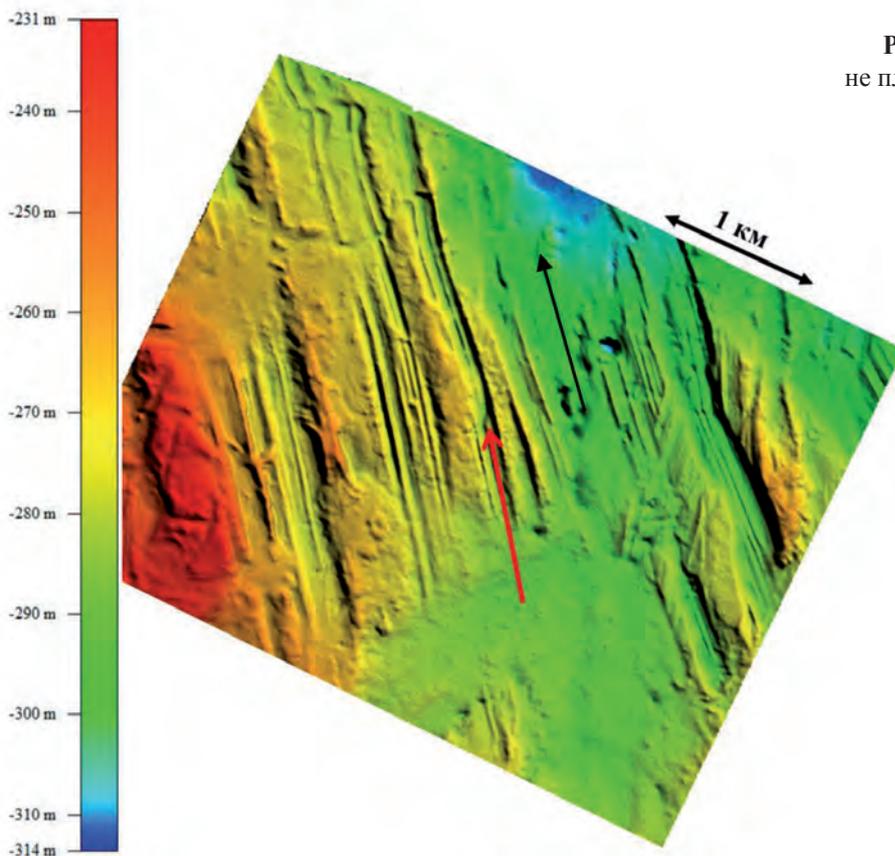
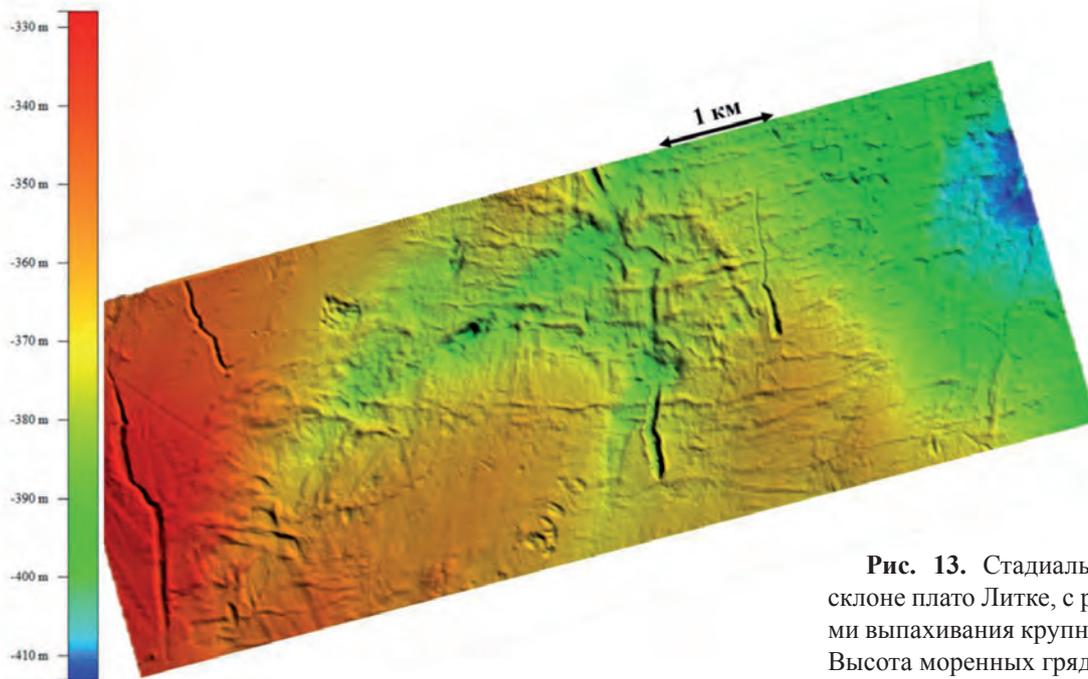
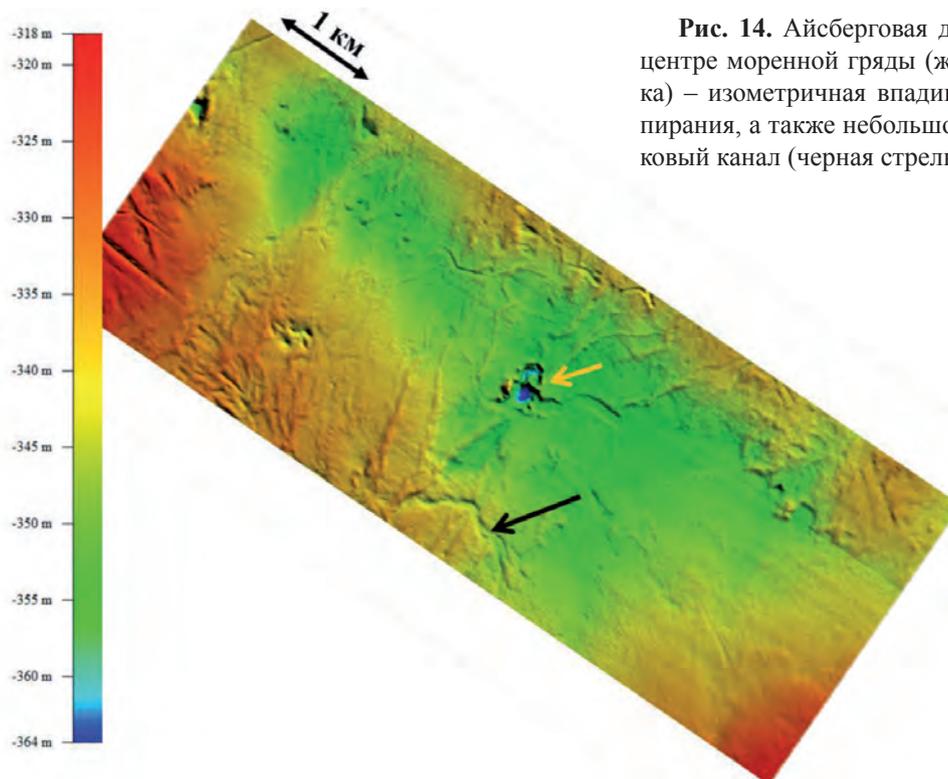


Рис. 12. Флютинг-морена на склоне плато Литке



**Рис. 13.** Стадиальные морены на склоне плато Литке, с редкими бороздами выпаживания крупными айсбергами. Высота моренных гряд 4–5 м



**Рис. 14.** Айсберговая дислокация в центре моренной гряды (желтая стрелка) – изометричная впадина и вал выпирания, а также небольшой подледниковый канал (черная стрелка)

Гряды с плоской поверхностью протягиваются на одной из изученных площадок на расстояние около 20 км и имеют асимметричную форму (юго-западный склон пологий, северо-восточный более крутой). Ширина гряд может составлять 1,0–1,5 км, высота – до 20 м (рис. 15).

#### ***Центральная низменная область***

Большую часть области в морфоструктурном отношении занимают Южно-Баренцевоморская и Северо-Баренцевоморская впадины, разделенные Лудловской седловиной. Согласно палеогеографической схеме баренцевоморского региона пе-

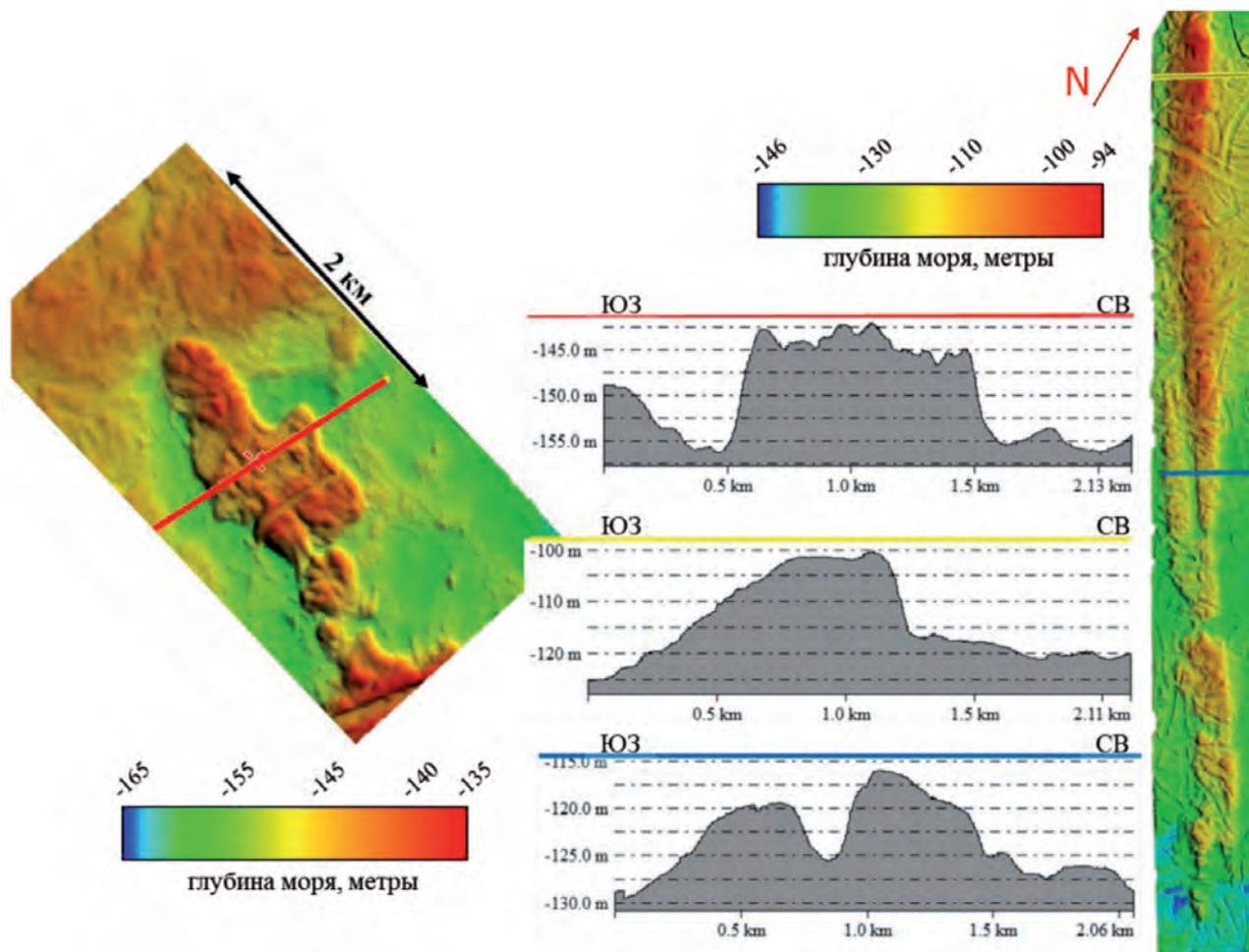


Рис. 15. Гляциогенные формы неясной природы и их профили на поверхности Западно-Новоземельской возвышенности

риода максимума поздневалдайского оледенения Северо-Баренцевоморская впадины, Лудловская седловина и другие участки шельфа вплоть до 73° с.ш. были покрыты шельфовым ледником, южнее на поверхности моря были развиты многолетние льды с айсбергами [Павлидис и др., 2005].

Наши исследования позволяют внести существенные изменения в указанную схему. Новыми фактами являются обнаруженные обширные поля флютинг-морены в Северо-Баренцевоморской впадине и на дне Лудловской седловины (75–74° с.ш.), морфологические особенности которой свидетельствуют о движении ледника в северном направлении (рис. 16).

В границах детально изученной Штокмановской структуры (Южно-Баренцевоморская впадина), покрытой в эпоху последнего оледенения, согласно схеме [Павлидис и др., 2005], многолетним льдом, каких-либо признаков присутствия здесь в прошлом шельфового ледника, и тем более покровного оледенения, не обнаружено.

Дно впадины несет на себе признаки интенсивной экзарационной деятельности древних айсбергов, а также газопроявлений, свидетельством чему являются покмарки [Миронюк, 2015] (рис. 17). Указанные процессы, возможно, радикально изменили первоначальный (гляциальный) рельеф.

Выявлены многочисленные прямолинейные, спиралеобразные, зигзагообразные, дугообразные, пересекающиеся друг с другом (разновозрастные), строго параллельные (образованные «многокилевными» ледовыми образованиями) борозды. В ряде мест наблюдаются глубокие следы (изометричные впадины) айсбергов, севших на мель. Имеются борозды с V-образным сечением и участки, на которых развиты борозды с поперечным сечением U-образной формы. Образование последних возможно связано с воздействием на донные осадки килей столообразных айсбергов. Борозды выпашивания встречаются практически на всем протяжении трассы и на площади ШГКМ вплоть до глубин

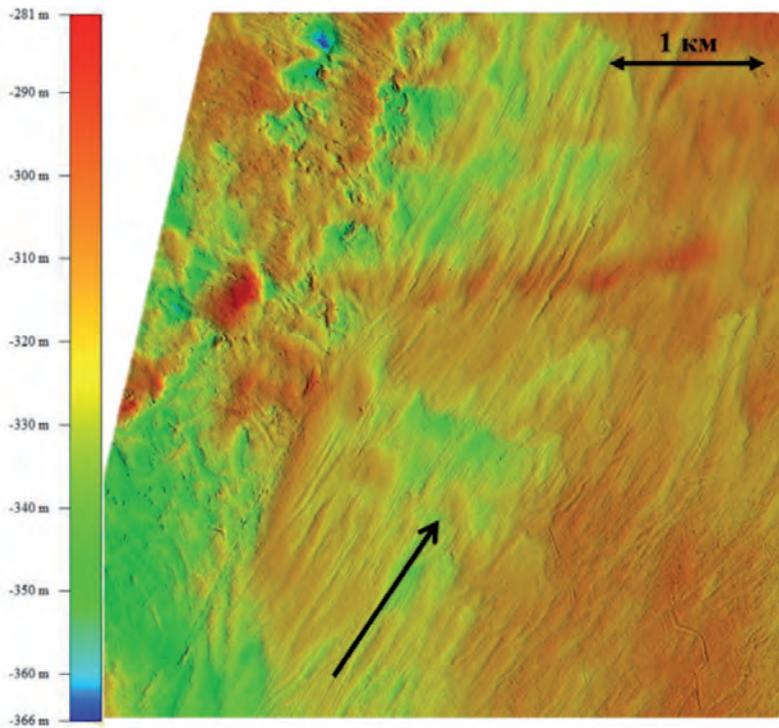


Рис. 16. Флютинг-морена в Северо-Баренцевоморской впадине

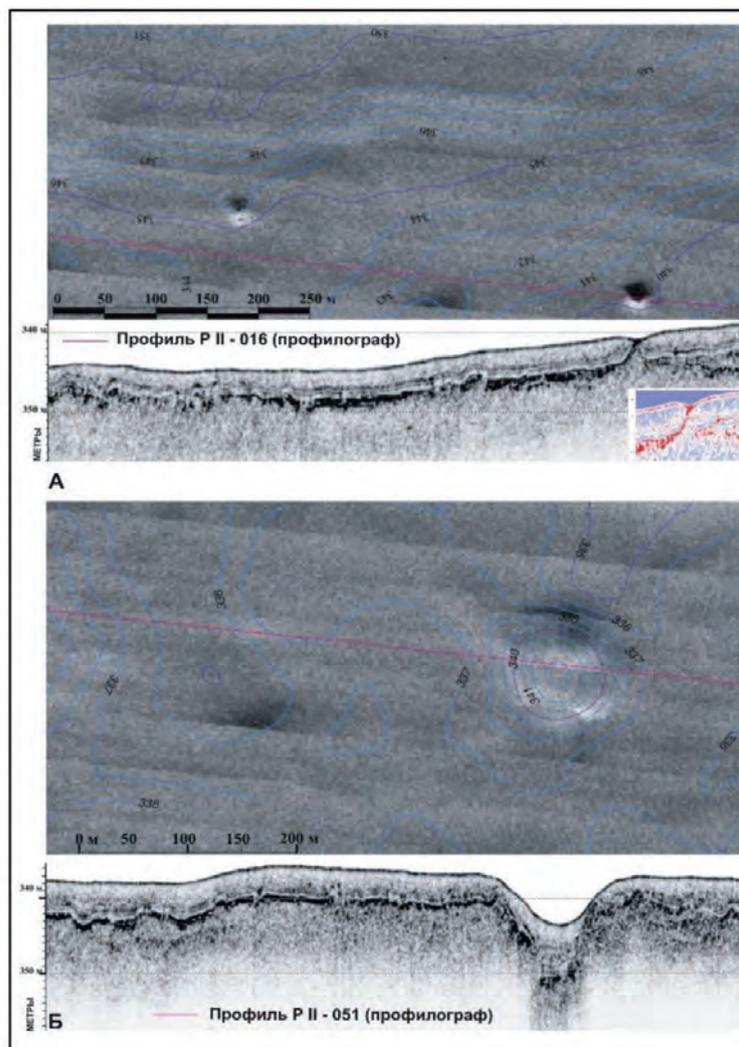


Рис.17. Округлые покмарки в центральной части Южно-Баренцевской впадины (площадь ШГКМ)

340–360 м, однако распространение их крайне неравномерно. Наиболее крупные пflugмарки сосредоточены в пределах Центральной впадины на широте около 73°. Как правило, они имеют U-образную форму и имеют следующие морфометрические характеристики: длина 3,5–6 км, ширина 30–300 м, глубина 1–16 м. Генеральное направление дрейфа древних айсбергов, создавших эти микроформы, судя по ориентировке борозд, ЮЗ-СВ.

Покмарки в придонной части осадочного разреза - характерная микроформа рельефа Баренцева и других морей арктической зоны (рис. 17). Расположение их, часто хаотичное, но иногда прямолинейное, в виде цепочек (в случае, когда потоки флюидов контролируют разрывные нарушения, ледниковые борозды выпаживания). Приуроченность покмарок именно к пflugмаркам, вероятно, объясняется разрушением в трансгрессивную эпоху киями древних айсбергов флюидоупоров (мерзлых или охлажденных пород, препятствующих эмиссии газа вверх по разрезу), что приводило к выбросу газа из донных отложений и локализации воронок в бороздах.

Четкие следы экзарационной деятельности покровных ледников (гляциотектонические структуры типа «hill-hole pairs») в пределах Южно-Баренцевской впадины вновь проявляются в южной части Баренцева моря (72° с.ш.), приблизительно в 375 км к ЮВ от Штокмановской структуры. Они были обнаружены в ходе 18-ого рейса в рамках Международной программы ЮНЕСКО/МОК «Плавучий университет» (2011 г.).

### Центральная возвышенная область

Здесь, на границе с Южно-Медвежинской котловиной, наиболее интересным объектом, свидетельствующим, что эта часть Баренцева моря

также покрывалась ледником, является подледниковый канал стока талых вод. Он был обнаружен в пределах описываемой области в процессе батиметрической съемки МЛЭ в ходе упомянутого ранее 18-ого рейса «Плавучего университета» сотрудниками и студентами МГУ им. М. В. Ломоносова [Лаудина, 2012] (рис. 18). Протяженность долины 35 км, глубина вреза 25–35 м.

Помимо рассмотренных выше флювиогляциальных форм рельефа в описываемой области широко распространены реликтовые борозды ледникового выпаживания (пflugмарки). Средняя ширина пflugмарок 50–60 м, а глубина – 5–6 метров. Форма поперечного сечения - U – образная. Общее направление – с ЮВ на СЗ. Распространены также покмарки, в том числе приуроченные к пflugмаркам.

### Юго-Западная область

В позднем неоплейстоцене Юго-Западная область практически полностью была покрыта покровными и шельфовыми ледниками Фенноскандии. Характерной чертой гляциальной геоморфологии рассматриваемой области является наличие гляциально-аккумулятивных форм рельефа – конечно-моренных накоплений [Матишов, 1984].

Изыскания вдоль трассы трубопровода ШГКМ – Териберка подтвердили наличие на дне Юго-Западной области морен. Выявлены четыре моренные гряды на глубинах 137–162 м (рис. 19). Кроме гляциально-аккумулятивных образований, обнаружена структура типа «hill-hole pairs». Эта структура представляет собой впадину и сопряженное с ней подковообразное поднятие. Относительное превышение вершины поднятия над дном впадины по трассе трубопровода составляет 10 м, а уклоны дна достигают 19°. На южном борту

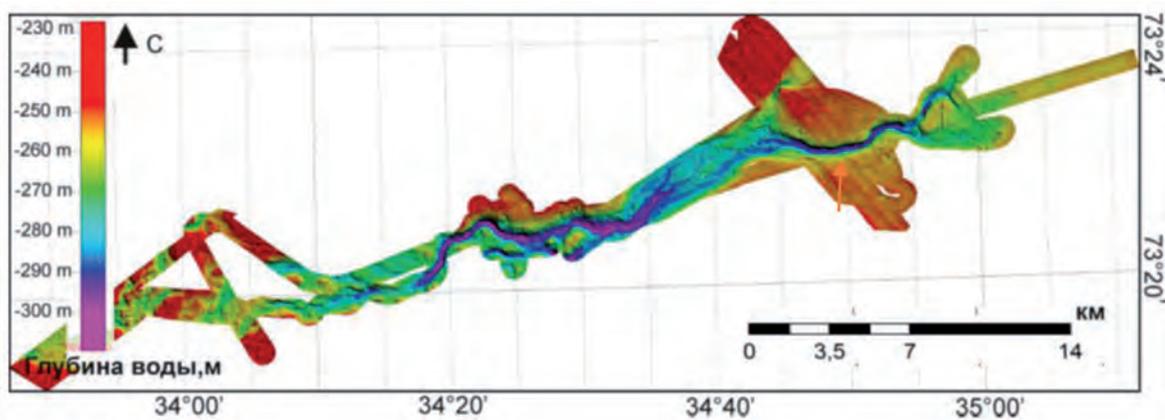
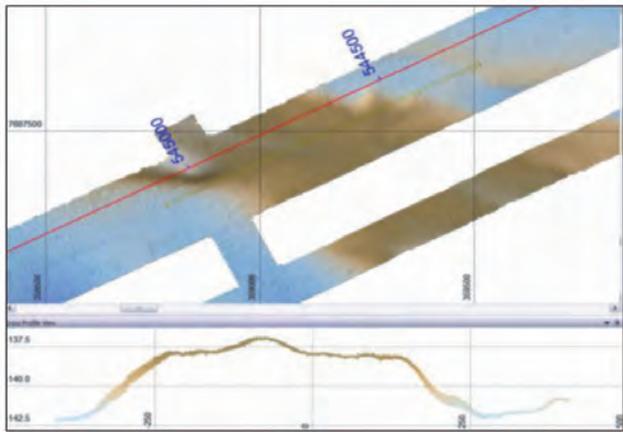


Рис. 18. Подледниковый канал стока талых вод в пределах Центральной возвышенной области



**Рис. 19.** Моренная гряда и ее профиль в пределах Кольского желоба

впадины превышение составляет 6 м, а уклоны не превосходят 11°.

### *Карское море. Восточно-Новоземельский желоб*

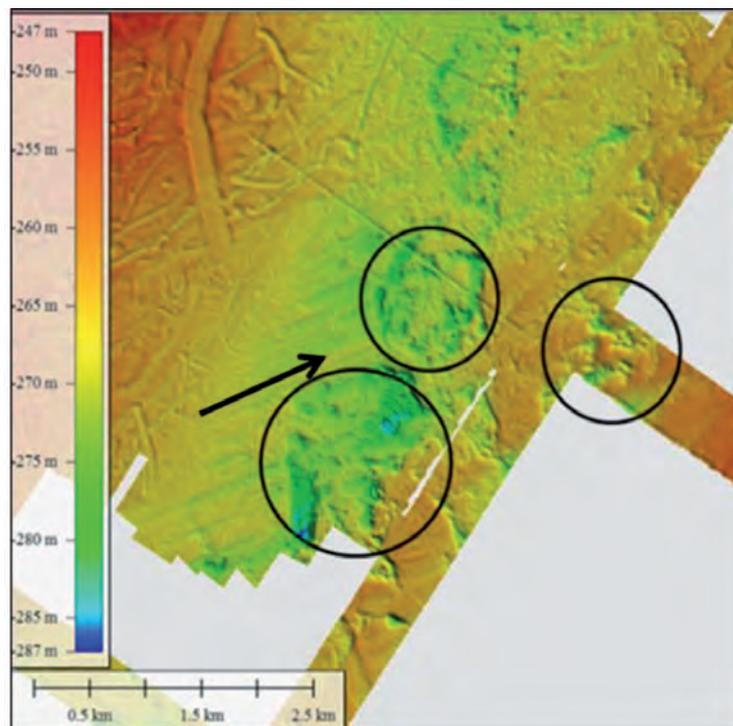
В пределах Карского моря проходит граница гляциального и перигляциального шельфа Арктики. Большая часть шельфа Карского моря в валдайскую эпоху представляла собой сушу.

Имеется несколько точек зрения на масштабы оледенения рассматриваемого моря. Новейшие

исследования показывают, что последнее оледенение на шельфе Карского моря носило сравнительно ограниченный характер [Левитан и др., 2007]. Край ледникового щита располагался вдоль восточной границы Восточно-Новоземельского желоба. Его опоясывал небольшой новоземельский шельфовый ледник мощностью примерно 220 м и относительно узкая полоса многолетних льдов с айсбергами [Павлидис и др., 2005]. Средние отметки распространения морен в западной части моря на приновоземельском борту желоба, составляют 250–260 м, 140–150 м и 80–100 м ниже уровня моря. Наиболее четкими следами гляциального рельефа на дне Карского моря являются обнаруженные нами на восточном склоне Восточно-Новоземельского желоба фрагменты флютинг-морены на глубинах моря 265–275 м с площадями понижений, возникших, предположительно, на участках таяния «мертвого» льда». Их глубина составляет 10–15 м (рис. 20).

### **ВЫВОДЫ**

Морфоскульптурный анализ рельефа дна Баренцева и Карского морей позволил во многом уточнить природную обстановку в позднем валдае-голоцене в баренцево-карском регионе. Площадная съемка рельефа с помощью МЛЭ дала возможность детализировать границы последнего оледенения, выявить новые, ранее неизвестные в российском секторе Баренцева и Карского морей



**Рис. 20.** Фрагменты флютинг-морены на восточном борту Восточно-Новоземельского желоба (черные круги – участки дна с отрицательными формами рельефе, предположительно возникших в местах таяния «мертвого льда»). Черная стрелка – направление движения ледника

гляциотектонические и иные микро- и мезоформы формы морского дна. Вся совокупность геологических и геоморфологических данных полученных в ходе исследований, подтверждает ранее обоснованную модель о практически сплошном оледенении шельфа Баренцева моря в поздневалдайское время.

## Литература

- Асеев А.А.* Древние материковые оледенения Европы. М.: Наука. 1974. 318 с.
- Большакинов Д.Ю.* Пассивное оледенение Арктики и Антарктиды. СПб.: ААНИИ, 2006. 296 с.
- Гайнанов В.Г., Поляк Л.В., Гатауллин В.Н., Зверев А.С.* Сейсмоакустические исследования следов покровных оледенений в Карском море // Вестник Московского университета. Сер. 4. Геология. 2005. № 1. С. 38–44.
- Гросвальд М.Г.* Древние береговые линии Земли Франца-Иосифа и позднеантропогенная история ее ледниковых покровов // Гляциол. исслед. № 9. Результаты исслед. по прогр. МГГ. М., Изд-во АН СССР. 1963. С. 119–144.
- Гусев Е.А., Костин Д.А., Рекант П.В.* Проблема генезиса четвертичных образований Баренцева-Карского шельфа (по материалам Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1: 1 000 000) // Отечественная геология. 2012. №2. С. 84–89.
- Дибнер В.Д.* Морфоструктуры шельфа Баренцева моря. Л.: Недра, 1978. 221 с.
- Дибнер В.Д., Гаккель Я.Я., Литвин В.М., Мартынов В.Т., Шургаева Н.Л.* Геоморфологическая карта Северного Ледовитого океана. Тр. Науч.-исслед. ин-та геол. Арктики. Т. 143. М., Недра, 1965. С. 341–345.
- Дибнер В.Д.* «Древние глины» и рельеф Баренцево-Карского шельфа – прямые доказательства его покровного оледенения в плейстоцене // Проблемы полярной географии. Труды ААНИИ. Том 285. Л.: Гидрометеоздат. 1968. С. 118–122.
- Доречкина Д.Е., Рекант П.В., Коришунов Д.А., Портнов А.Д.* Характер распределения позднечетвертичных ледниково-морских отложений в северной части Приновоземельского шельфа // Записки Горного института. 2012. Том 195. С. 33–36.
- Застрожных А.С., Шкатова В.К., Астахов В.И., Пестова Л.Е., Чуйко М.А., Гусев Е.А.* Новая карта четвертичных отложений России масштаба 1:2 500 000, 2016 г. // Материалы Всероссийской научной конференции посвященной памяти профессора А.А. Величко. 2016. «Пути эволюционной географии», Москва, 23–25 ноября 2016. С. 97–100.
- Иванова Е.В., Мурдмаа И.О.* Влияние атлантических вод на дегляциацию баренцевоморского шельфа 18–13 тыс. лет назад // Вопросы геоморфологии и палеогеографии морских побережий и шельфа: Материалы научной конференции памяти Павла Алексеевича Каплина (Москва, 2–3 февраля 2017 г.) / под ред. Т.А. Яниной, Т.С. Кловиткиной. – М.: Географический факультет МГУ, 2017. С. 58–61.
- Кленова М.В.* Геология Баренцева моря. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 367 с.
- Лаврушин Ю.А.* Вопросы стратиграфии и палеогеографии Шпицбергена в позднем плейстоцене // Северный Ледовитый океан и его побережье в кайнозое. Гидрометеоздат. Ленинград. 1970. С. 53–56.
- Лаврушин Ю.А.* Строение и формирование основных морен материковых оледенений. М.: Наука. 1976. 245 с.
- Лаудина А.А.* Строение и происхождение подводной долины, исследованной в 18 рейсе программы «Плавучий Университет» (Баренцево море) // Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2012». [Электронный ресурс]. М.: МАКС Пресс, 2012. 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM).
- Левитан М.А., Лаврушин Ю.А., Штайн Р.* Очерки истории седиментации в Северном Ледовитом океане и морях Субарктики в течение последних 130 тыс. лет М.: ГЕОС, 2007. 404 с.
- Матишиов Г.Г.* Геоморфология дна и проблемы плейстоценового оледенения Баренцевоморского шельфа // Геоморфология. 1977. №2. С. 91–98.
- Матишиов Г.Г.* Дно океана в ледниковый период. Л.: Наука, 1984. 176 с.
- Матишиов Г.Г.* Концепция о морских экзогенных процессах в ледниковый и современный периоды // Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода. № 68. 2008. С. 26–39.
- Миронюк С.Г.* Учет палеогеографических условий при выполнении инженерных изысканий на шельфе западного сектора российской Арктики // Инженерные изыскания. 2015. №7. С. 28–38.
- Мороз Е.А.* Неотектоника и рельеф дна северо-западной окраины Баренцевоморского шельфа и его обрамления: автореферат дис. ... канд. геол.-минерал. наук. М., 2017. 28 с.
- Никифоров С.Л.* Рельеф шельфа морей Российской Арктики. Автореф. на соиск. уч. степ. д.г.н. Москва. 2006. 42 с.
- Павлидис Ю.А., Никифоров С.Л.* Обстановка морфолиогенеза в прибрежной зоне Мирового океана. Ин-т океанологии им. П.П. Ширшова РАН. М.: Наука, 2007. 455 с.
- Павлидис Ю.А., Богданов Ю.А., Левченко О.В., Мурдмаа И.О., Тарасов Г.А.* Новые данные о природной обстановке в Баренцевом море в конце валдайского оледенения // Океанология. 2005. Т. 45. № 1. С. 92–106.
- Павлидис Ю.А., Мурдмаа И.О., Иванова Е.В., Артемьев А.В., Белоусов М.А.* Соединялись ли 18 тысяч лет назад ледниковые покровы Новой Земли и Земли Франца Иосифа? // Опыт системных океанологических исследований в Арктике. Сборник научных статей. М.: Научный Мир. 2001. С. 456–467.
- Панов Д.Г.* Геоморфологический очерк Полярных Уралов и западной части Полярного шельфа. Москва; Ленинград: Изд-во АН СССР. 1937. 151 с.
- Петров К.М.* Большие морские экосистемы: принципы построения иерархической системы единиц районирования арктических морей на примере Баренцева моря [Электронный ресурс] // БИОСФЕРА: Между-

- нар. науч. и прикладной журнал. 2010. 11 янв. URL: <http://www.biosphere21century.ru/>
- Сакс В.Н. Четвертичный период в Советской Арктике. Тр. Арктич. ин-та ГУСМП. М.-Л., 1948. 135 с.
- Спиридонов М.А. Особенности геологического строения гляциальных шельфов Атлантической периферии Арктического бассейна // Северный Ледовитый океан и его побережье в кайнозое. Л., Гидрометеоздат. 1970. С. 47–52.
- Эпштейн О.Г., Старовойтов А.В., Длугач А.Г. «Мягкие» морены в Арктике и Антарктике – новый фациальный тип ледниковых отложений // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отд. Геол., 2010. Т. 85. Вып. 2. С. 23–44.
- Atlas of Submarine Glacial Landform: Modern, Quaternary and Ancient/Edited by J. A. Dowdeswell et al. 2016. 618 p.
- Bjarnadottir L.R., Andreassen K. 2016. Enigmatic needle-like seafloor features in the Bear Island Trough, central Barents Sea//Atlas of Submarine Glacial Land Forms: Modern, Quaternary and Ancient. Geological Society, London, Memoirs, 46, 187–188.
- Aseyev A.A. Drevniye materikovyye oledneniya Yevropy. M.: Nauka. 1974. 318 s.
- Bol'shiyanov D.Yu. Passivnoye oledneniye Arktiki i Antarktidi. SPb.: AANII, 2006. 296 s.
- Gaynanov V.G., Polyak L.B., Gataullin V.N., Zverev A.S. Seysmoakusticheskiye issledovaniya sledov pokrovnykh oledeneniy v Karskom more // Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 4. Geologiya. 2005. № 1. S. 38–44.
- Grosval'd M.G. Drevniye beregovyye linii Zemli Frantsa-Iosifa i pozdneantropogenovaya istoriya yeye lednikovyykh pokrovov // Glyatsiol. issled. № 9. Rezul'taty issled. po progr. MGG. M., Izd-vo AN SSSR. 1963. S. 119–144.
- Gusev Ye.A., Kostin D.A., Rekant P.V. Problema genezisa chetvertichnykh obrazovaniy Barentseva-Karskogo shel'fa (po materialam Gosudarstvennoy geologicheskoy karty Rossiyskoy Federatsii masshtaba 1: 1 000 000) // Otechestvennaya geologiya. 2012. №2. S. 84–89.
- Dibner V.D. Morfostruktury shel'fa Barentseva morya. L.: Nedra, 1978. 221 s.
- Dibner V.D., Gakkal' YA.YA., Litvin V.M., Martynov V.T., Shurgayeva N.L. Geomorfologicheskaya karta Severnogo Ledovitogo okeana. Tr. Nauch.-issled. in-ta geol. Arktiki. T. 143. M., Nedra, 1965. С. 341–345.
- Dibner V.D. «Drevniye gliny» i rel'yef Barentsevo-Karskogo shel'fa – pryamyie dokazatel'stva yego pokrovnogo oledneniya v pleystotsene // Problemy polyarnoy geografii. Trudy AANII. Tom 285. L.: Gidrometeoizdat. 1968. S. 118–122.
- Dorechkina D.Ye., Rekant P.V., Korshunov D.A., Portnov A.D. Kharakter raspredeleniya pozdnechetvertichnykh lednikovo-morskikh otlozheniy v severnoy chasti Prinovozemel'skogo shel'fa // Zapiski Gornogo instituta. 2012. Tom 195. S. 33–36.
- Zastrozhnov A.S., Shkatova V.K., Astakhov V.I., Pestova L.Ye., Chuyko M.A., Gusev Ye.A. Novaya karta chetvertichnykh otlozheniy Rossii masshtaba 1:2 500 000, 2016 g. // Materialy Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii posvyashchennoy pamyati professora A.A. Velichko. 2016. «Puti evolyutsionnoy geografii», Moskva, 23–25 noyabrya 2016. S. 97–100.
- Ivanova Ye.V., Murdmaa I.O. Vliyaniye atlanticheskikh vod na deglyatsiatsiyu barentsevomorskogo shel'fa 18–13 tys. let nazad // Voprosy geomorfologii i paleogeografii morskikh poberezhnykh i shel'fa: Materialy nauchnoy konferentsii pamyati Pavla Alekseyevicha Kaplina (Moskva, 2–3 fevralya 2017 g.) / pod red. T.A. Yaninoy, T.S. Klyuvitkinoy. – M.: Geograficheskiy fakul'tet MGU, 2017. S. 58–61.
- Klenova M.V. Geologiya Barentseva morya. M.: Izd-vo AN SSSR, 1960. 367 s.
- Lavrushin YU.A. Voprosy stratigrafii i paleogeografii Shpitsbergena v pozdnem pleystotsene // Severnyy Ledovityy okean i yego poberezh'ye v kaynozoye. Gidrometeoizdat. Leningrad. 1970. S. 53–56.
- Lavrushin YU.A. Stroyeniye i formirovaniye osnovnykh moren materikovyykh oledeneniy. M.: Nauka. 1976. 245 s.
- Laudina A.A. Stroyeniye i proiskhozhdeniye podvodnoy doliny, issledovannoy v 18 reyse programmy «Plavuchiy Universitet» (Barentsevo more) // Materialy Mezhdunarodnogo molodezhnogo nauchnogo foruma «LOMONOSOV-2012». [Elektronnyy resurs]. M.: MAKS Press, 2012. 1 elektron. opt. disk (DVD-ROM).
- Levitan M.A., Lavrushin YU.A., Shtayn R. Ocherki istorii sedimentatsii v Severnom Ledovitom okeane i moryakh Subarktiki v techeniye poslednykh 130 tys. let M.: GEOS, 2007. 404 s.
- Matishov G.G. Geomorfologiya dna i problemy pleystotsenovogo oledneniya Barentsevomorskogo shel'fa // Geomorfologiya. 1977. №2. S. 91–98.
- Matishov G.G. Dno okeana v lednikovyy period. L.: Nauka, 1984. 176 s.
- Matishov G.G. Kontseptsiya o morskikh ekzogennykh protsessakh v lednikovyy i sovremennyy periody // Byulleten' komissii po izucheniyu chetvertichnogo perioda. № 68. 2008. S. 26–39.
- Mironyuk S.G. Uchet paleogeograficheskikh usloviy pri vypolnenii inzhenernykh izyskaniy na shel'fe zapadnogo sektora rossiyskoy Arktiki // Inzhenernyye izyskaniya. 2015. №7. S. 28–38.
- Moroz Ye.A. Neotektonika i rel'yef dna severo-zapadnoy okrainy Barentsevomorskogo shel'fa i yego obramleniya: avtoreferat dis. ... kand. geol.-mineral. nauk. M., 2017. 28 s.
- Nikiforov S.L. Rel'yef shel'fa morey Rossiyskoy Arktiki. Avtoref. na soisk. uch. step. d.g.n. Moskva. 2006. 42 s.
- Pavlidis YU.A., Nikiforov S.L. Obstanovka morfolitogeneza v pribrezhnoy zone Mirovogo okeana. In-t okeanologii im. P.P. Shirshova RAN. M.: Nauka, 2007. 455 s.
- Pavlidis YU.A., Bogdanov YU.A., Levchenko O.V., Murdmaa I.O., Tarasov G.A. Novyye dannyye o prirodnoy obstanovke v Barentsevom more v kontse valdayskogo oledneniya // Okeanologiya. 2005. T. 45. № 1. S. 92–106.
- Pavlidis YU.A., Murdmaa I.O., Ivanova Ye.V., Artem'yev A.V., Belousov M.A. Soyedynyalis' li 18 tysyach let nazad lednikovyye pokrovy Novoy Zemli i Zemli

- Frantsa Iosifa? // Opyt sistemnykh okeanologicheskikh issledovaniy v Arktike. Sbornik nauchnykh statey. M.: Nauchnyy Mir. 2001. S. 456–467.
- Panov D.G.* Geomorfologicheskoy ocherk Polyarnykh Uralid i zapadnoy chasti Polyarnogo shel'fa. Moskva; Leningrad: Izd-vo AN SSSR. 1937. 151 s.
- Petrov K.M.* Bol'shiye morskoye ekosistemy: printsipy postroyeniya iyerarkhicheskoy sistemy yedinits rayonirovaniya arkticheskikh morey na primere Barentseva morya [Elektronnyy resurs] // BIOSFERA: Mezhdunar. nauch. i prikladnoy zhurnal. 2010. 11 yanv. URL: <http://www.biosphere21century.ru/>
- Saks V.N.* Chetvertichnyy period v Sovetskoy Arktike. Tr. Arktich. in-ta GUSMP. M.-L., 1948. 135 s.
- Spiridonov M.A.* Osobennosti geologicheskogo stroyeniya glyatsial'nykh shel'fov Atlanticheskoy periferii Arkticheskogo basseyna // Severnyy Ledovityy okean i yego poberezh'ye v kaynozoye. L., Gidrometeoizdat. 1970. S. 47–52.
- Epshteyn O.G., Starovoytov A.V., Dlugach A.G.* «Myagkiye» moreny v Arktike i Antarktike – novyy fatsial'nyy tip lednikovyykh otlozheniy // Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytateley prirody. Otd. Geol., 2010. T. 85. Vyp. 2. S. 23–44.

**S. G. Mironyuk, A. A. Ivanova**  
**MICRO- AND MESORELEF OF THE GLACIAL SHELF OF BARENTS AND KARSKY SEAS**  
**IN THE LIGHT OF NEW DATA**

The results of a bathymetric survey performed with the help of multi-beam echo sounders on the Barents-Kara shelf are presented. Evidence is obtained in favor of the hypothesis of the existence in the past of a single Barents Sea-Kara ice sheet. For the first time in the Russian sector of the Barents Sea, detached mass, hill-hole pairs, fluting-moraines have been discovered. The position of the edge of the ice sheet in the East Novaya Zemlya Trench is clarified.

Keywords: Late Valdai, Barents-Kara shelf, glacial cover, digital terrain models, glacial morphosculptur, fluting-moraine, detached mass