



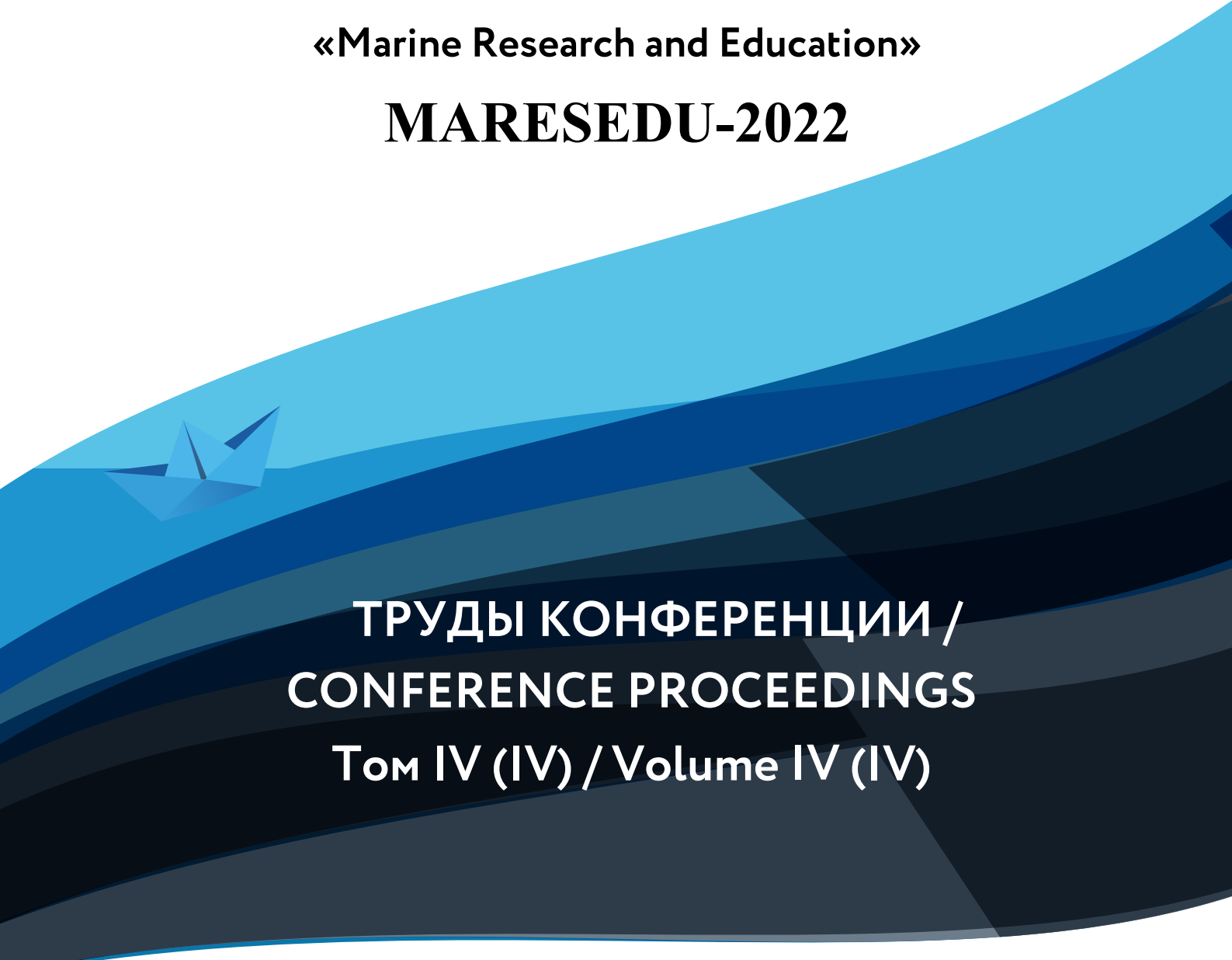
XI Международная научно-практическая конференция

«Морские исследования и образование»

XI International conference

«Marine Research and Education»

MARESEDU-2022



**ТРУДЫ КОНФЕРЕНЦИИ /
CONFERENCE PROCEEDINGS
Том IV (IV) / Volume IV (IV)**

24-28 октября 2022г.
г. Москва

УДК [551.46+574.5](063)

ББК 26.221я431+26.38я431+28.082.40я431

Т78

Труды XI Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU)-2022» Том IV (IV): [сборник]. Тверь: ООО «ПолиПРЕСС», 2022, 303с.: ISBN 978-5-6049290-2-5.

Сборник «Труды XI Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU)-2022» представляет собой книгу тезисов докладов участников конференции, состоящую из четырех томов. Сборник включает в себя главы, соответствующие основным секциям технической программы конференции: океанология, гидрология, морская геология и геофизика, морская биология, рациональное природопользование, подводное наследие и водолазные методы и морские ландшафты.

Помимо основных секций на конференции были представлены круглый стол "Новые данные о признаках последнего оледенения на Баренцево-Карском шельфе" и секция научно-популярных фильмов.

В рамках конференции участники обсудили состояние и перспективы развития комплексных исследований Мирового океана, шельфовых морей и крупнейших озер, актуальные проблемы рационального природопользования и сохранения биоразнообразия в водных пространствах, проблемы освоения ресурсов континентального шельфа, достижения науки в области морской геологии, современные подходы к исследованиям обширных акваторий дистанционными методами, проблемы устойчивого развития экосистем моря и прибрежной зоны, организацию и проведение комплексных экспедиционных исследований, преподавание «морских дисциплин», вопросы организации полевых практик студентов.

Все тезисы представлены в редакции авторов.

Подготовлено к выпуску издательством ООО «ПолиПРЕСС» по заказу ООО «Центр морских исследований МГУ имени М.В. Ломоносова».

ООО «ПолиПРЕСС»

170041, Россия, г. Тверь, Комсомольский
пр-т, д. 7, пом. II polypress@yandex.ru

ООО «Центр морских исследований МГУ
имени М.В. Ломоносова».

РФ, 119234, г. Москва, ул. Ленинские
Горы, д. 1, стр. 77

(495) 648-65-58/ 930-80-58

Все права на издание принадлежат
ООО «Центр морских исследований
МГУ имени М.В. Ломоносова».

© ООО «Центр морских исследований
МГУ имени М.В. Ломоносова», 2022
© ООО «ПолиПРЕСС»

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УЧАСТКОВ РАЗВИТИЯ
ПИНГОПОДОБНЫХ ФОРМ В ПЕЧОРСКОМ И КАРСКОМ МОРЯХ

GEOMORPHOLOGICAL PECULIARITIES OF AREAS OF DEVELOPMENT OF PINGO-
LIKE FEATURES IN PECHORA AND KARA SEAS

Кохан Андрей Валерьевич, Денисова Анна Павловна, Мороз Евгений Андреевич,
Соколов Сергей Юрьевич

Геологический Институт РАН, Москва

Kokhan Andrei Valerievich, Denisova Anna Pavlovna, Moroz Evgeny Andreevich,
Sokolov Sergey Yurievich

Geological Institute of RAS, Moscow

Введение

Подводные пингоподобные формы (pingo-like features, PLF/ППФ) представляют собой малоизученный геолого-геоморфологический феномен. В ходе работ по научным программам 38-го, 41-го, 49-го, 52-го рейсов НИС «Академик Николай Страхов» в 2018-2021 гг. были обследованы полигоны, где развиты такие формы (Рисунок). Работы на полигонах включали многолучевое эхолотирование, сейсмоакустическое профилирование акустическим профилографом и источником спаркер.

Целью исследования был анализ строения рельефа дна и верхней части осадочного чехла на основании цифровой модели рельефа дна (ЦМР) в разрешении 2x2 и 10x10 м и сейсмоакустических данных. По результатам работ были сформированы предварительные представления о геоморфологическом строении полигона работ.

Данные и методы

Работа основывается на батиметрических и сейсмических данных полученных многолучевым эхолотом SeaBat 8111, профилографом EdgeTech 3300 и системой непрерывного сейсмопрофилирования. Съёмка была выполнена на полигонах в центральной части Печорского моря, в Карском море и в западной части Байдарацкой губы. Методика сбора и обработки данных описана в работе [Кохан и др., 2021]. Многолучевой эхолот обеспечил практически 100% покрытие полигонов в выбранном разрешении, тогда как сейсмопрофилирование дало информацию о газопроявлениях только на профилях, отстоящих друг от друга на расстоянии до 200 м в зависимости от полигона.

Опубликованные сведения о геолого-геоморфологическом строении полигонов работ

Полигон в Печорском море был впервые обследован в ходе работ АМИГЭ в 1988 г. [Бондарев и др., 2002]. В ходе первичного обследования были обнаружены ППФ. В 1995-96 гг. были выполнены детальные работы. В северной части полигона в Карском море работы выполнялись в ходе подготовки к бурению разведочной скважины на структуре Университетская-1 в 2014 г., здесь также были обнаружены ППФ [Миронюк и др., 2019]. На обоих полигонах выполнялось бурение, эхолотирование, гидролокация и сейсмопрофилирование. Работы на полигоне в западной части Байдарацкой губы ранее не выполнялись, ППФ в этой части Карского моря обнаружены впервые. Дополнительно был обследован еще один полигон в Печорском море к юго-востоку от обследованного ранее.

Результаты работ

Полигон 1 (Печорское море). Детальная характеристика площади полигона была приведена в работе [Кохан и др., 2021]. В один из рейсов на части площади полигона размером около 10х3 км была выполнена детальная съемка с получением ЦМР разрешением 2х2 м. В границах площади располагается 362 ППФ. 195 из них было пересечено съемочными профилями и на 101 из них были зафиксированы газопроявления.

В рельефе дна прослеживаются пологосклонные линейные возвышения хаотичного простирания, в морфологическом отношении напоминающие сглаженные валообразные поднятия высотой 4-5 м, шириной 500-700 м, крутизна их склонов достигает 2-3°. На вершинных поверхностях ППФ и в восточной части площади съемки наблюдаются покформы в виде изометричных замкнутых блюдцеобразных понижений глубиной 1-2 м, диаметром до 30-50 м. На склонах наиболее крупных ППФ местами наблюдаются оползневые террасы шириной до 10-30 м.

На площади съемки выделяется несколько морфологических типов ППФ. Тип 1 – самые крупные формы с диаметром от 100 до 250 м, высотой от 12-15 до 20-25 м, округлыми очертаниями в плане, как правило, обладающие компенсационными понижениями по контуру, глубиной от 1 до 3-4 м. Для ППФ этого типа характерно образование кластеров в виде 2-3 слившихся или непосредственно примыкающих друг другу форм без четко выраженного общего основания, крутизна склонов ППФ составляет от 10-15 до 25-35°.

Тип 2 – менее крупные формы с диаметром от 35-50 м до 120-170 м, высотой от 5-7 до 10-12 м, поднятия не сливаются друг другом, редко обладают компенсационными впадинами. Крутизна склонов форм не превышает 10-15°. Среди ППФ этого типа наблюдаются удлиненные формы длиной до 100-150 м.

Тип 3 – наименее крупные формы высотой от первых метров до 5-7 метров и диаметром до 100-120 м. Крутизна склонов форм не превышает 10-15°.

Полигон 2 (Печорское море). Полигон размерами около 6х3 км располагается в границах слабовыраженной ложбины субмеридиального простирания с перепадом глубин от 38-40 до 50-51 м. В его границах располагается 32 ППФ. Характерной особенностью микрорельефа является наличие удлиненных понижений глубиной до 2-3 м с северной стороны ППФ, по-видимому, сформированных благодаря воздействию течений южного направления. ППФ на полигоне можно разделить на два морфологических типа. Тип 1 – округлые в плане формы диаметром 50-100 м и высотой от первых метров до 6-7 м. Типа 2 – слабоудлиненные в плане формы диаметром 100-150 м и высотой до 7-13 м. Для большинства ППФ характерны газопроявления. Крутизна склонов ППФ составляет от 10-15 до 25-35°.

Полигон 3 (Байдарацкой губа). Полигон размерами около 5х2 км располагается в западной части Байдарацкой губы на расстоянии около 12 км к юго-западу от косы Маресальские Кошки. Полигон занимает юго-западный склон одного из слабовыраженных в рельефе субаэральных останцов осевой части губы. Глубины в границах полигона изменяются от 19 до 26 м. Рельеф дна осложнен ледовыми бороздами глубиной до 0.4 м и шириной по бровкам до 40 м. В центральной части полигона располагается 4 ППФ. ППФ слабо удлиненной в плане формы, ориентированы по азимуту около 120°. Высота ППФ составляет 2.3-3 м, длина – около 50-70 м, ширина около 35-40 м, крутизна склонов достигает 10-12°. Газопроявления на полигоне не были установлены.

С учетом имеющихся сейсмостратиграфических данных и результатов бурения [Бондарев и др., 2002; Рокос, Тарасов, 2007] на полученных разрезах акустического профилографа полигонов в Байдарацкой губе и Печорском море сверху вниз были выделены три сейсмостратиграфических комплекса (ССК):

-залегающий с поверхности плащеобразно облекающий нижележащие отложения ССК I с хаотической высокоамплитудной записью мощностью от первых метров до 10-15 м (ассоциируется с морскими голоценовыми илами и верхнесартанскими суглинками (mH-QIII4);

-акустически слоистый ССК II мощностью от 3-7 до 20-25 м (ассоциируется с аллювиально-морскими песками, глинами и суглинками (amQIII4);

-акустически непрозрачный ССКП с кровлей, представленной сложно построенной системой отражений различной геометрии и сложным рельефом поверхности, отражающий горизонт в кровле ССК может быть приурочена как к кровле казанцевских морских глин (mQIII-3), так и к скоплениям свободного газа в нижнеплейстоценовых песках (amQI).

Повсеместно ППФ сложены отложениями ССК III. Максимальные мощности ССКИ характерны для компенсационных впадин вокруг ППФ.

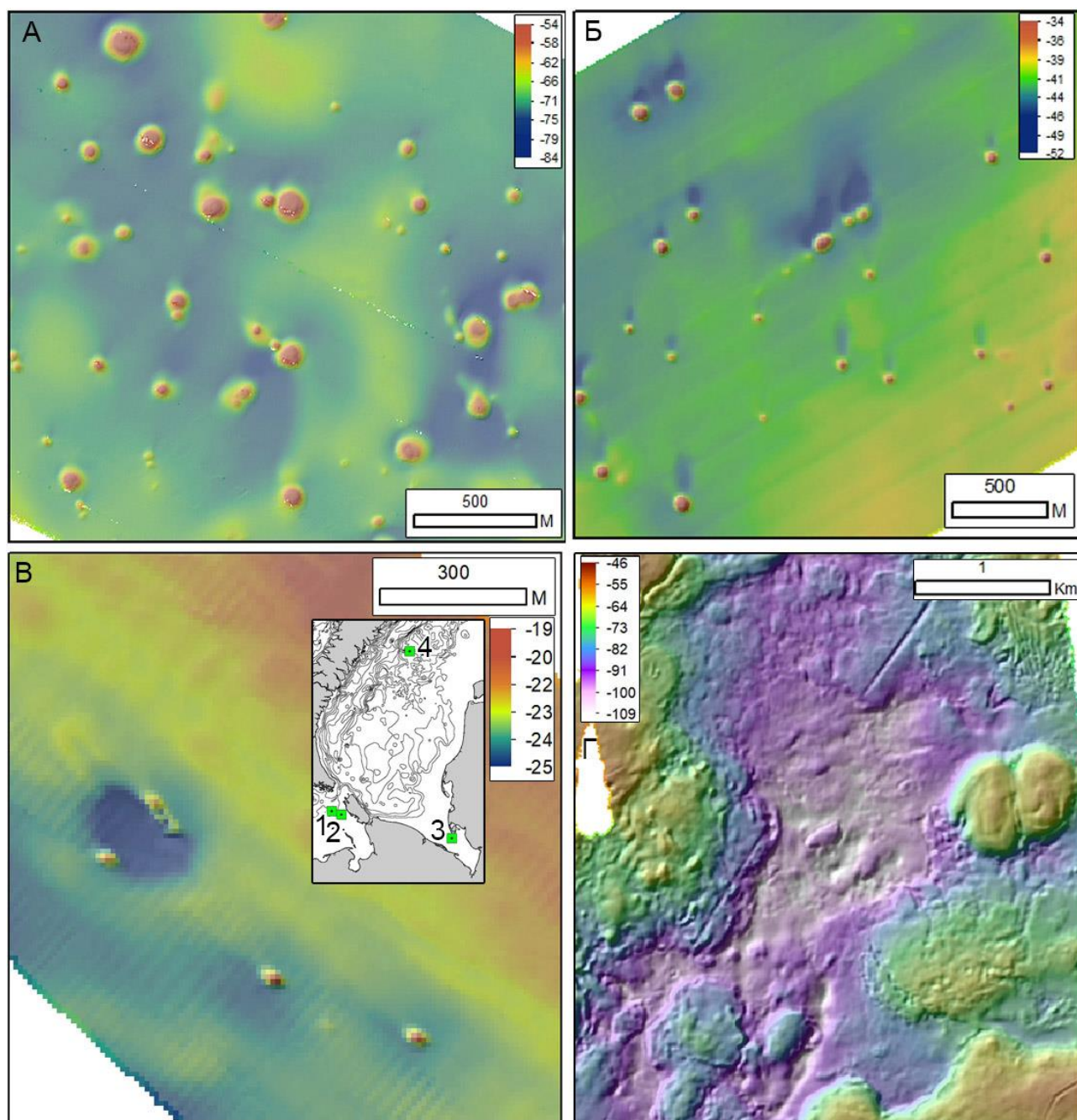


Рисунок. Рельеф дна полигонов с ППФ. А – Полигон 1, Б – Полигон 2, В – Полигон 3 (во врезке показано расположение полигонов и их номера), Г – Полигон 4.

Полигон 4 (Карское море). Полигон размерами около 10х4 км располагается в центральной части Карского моря. В границах полигона располагается субмеридиональное понижение с глубинами, возрастающими в южном направлении от 70 до 100-110 м. Вдоль границ полигона располагаются поднятия с глубинами 45-50 м. Вершинные поверхности поднятий пререзают экзарационные борозды шириной 30-150 м и глубиной 2-10 м. На склонах понижения установлены участки хаотического микрорельефа с грядовыми формами, ориентирующимися как параллельно простиранию склона, так и вкрест ему, относительные перепады высот на

таких участках составляют 5-6 м, расстояние между грядами не превышает 15-30 м, крутизна склонов гряд достигает 15-20° и более. Наиболее пониженные части впадины понижения обладают выровненным рельефом и формируют локальные депрессии с глубинами до 100-110 м. В границах полигона была обнаружена 71 ППФ. На полигоне было обнаружено 42 газопроявления.

На площади съемки выделяется два морфологических типа ППФ. Тип 1 – относительно небольшие формы высотой от первых метров до 7-8 м, диаметром от 50 до 100-150 м. Крутизна склонов ППФ составляет от 5-10 до 15-20°. Тип 2 – очень крупные формы высотой в 10-32 м, диаметром 250-600 м. крутизна склонов ППФ составляет от 10-15 до 25-35°.

Полученные на полигоне данные акустического профилирования подтверждают существующие представления о строении чехла четвертичных отложений [Миронюк и др., 2019]. На разрезах акустического профилографа не удастся отследить протяженных отражающих горизонтов за исключением подошвы ССК со слоистым акустическим обликом, мощностью до 20-22 м. ССК ассоциируется с толщей четвертичных отложений представленных морскими голоценовыми и ледово-морскими верхнеледниковыми отложениями, в литологическом отношении представленными илами, суглинками, супесями и глинами. Ниже по разрезу акустический сигнал поглощается либо прослеживаются отдельные хаотически расположенные отражающие площадки (ассоциируются с дельтовыми глинами и алевролитистыми глинами эоцена и олигоцен-миоцена). К ППФ приурочены участки с непрозрачной акустической записью с поверхности дна. Рельеф дна полигонов показан на рисунке.

Заключение

Имеющихся на данный момент данных не достаточно для выявления механизма формирования ППФ обследованных полигонов. Полученные нами данные подтверждают существующие представления о принципе их образования. Образование ППФ связано с проникновением газо-водяного флюида к поверхности с новообразованием мерзлых пород и пучением грунта в приповерхностной части разреза. По-видимому, ППФ являются структурами комплексного генезиса и, в большинстве своем – активными обновляющимися образованиями, иначе они бы были уничтожены экзогенными процессами (экзарация, течениевый размыв и аккумуляция, склоновые процессы). Природа флюида требует изучения с применением пробоотбора и детальных съемочных работ с применением комплекса геофизических методов высокого разрешения. Работа поддержана грантом РФФИ № 22-77-10091.

Список литературы

1. Бондарев В.Н., Рокос С.И., Костин Д.А., Длугач А.Г., Полякова Н.А. Подмерзлотные скопления газа в верхней части осадочного чехла Печорского моря // Геология и геофизика. – 2002. – Т. 43. – № 7. – С. 587–598.
2. Кохан А.В. и др. Геоморфологическое строение пингоподобных форм юго-восточной части Баренцева моря (по материалам 38-го и 41-го рейсов НИС «Академик Николай Страхов»). Труды X Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU-2021)». Тверь. ПолиПРЕСС. – 2021. – Т.3. – С. 68-71.
3. Миронюк С.Г. и др. Грязевулканические структуры (вулканоиды) Карского моря: морфологические особенности и строение. Геология морей и океанов: Материалы XXIII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. М. ИО РАН. – 2019. – Т. 5. – С. 192-196.
4. Рокос С.И., Тарасов Г.А. Газонасыщенные осадки губ и заливов южной части Карского моря // Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода. – 2007. – № 67. – С. 66-75.