



ПЛАВУЧИЙ УНИВЕРСИТЕТ МГУ-ЮНЕСКО - РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В РЕЙСЕ ТТР-24 В 2025 ГОДУ

✉ Рыбалько А.Е.^{1,2,3}, Полудеткина Е.Н.⁴, Потемка А.К.⁴, Рябчук Д.В.⁵, Токарев М.Ю.⁴,
Ольнева Т.В.⁴, Аксенов А.О.^{2,5}, Коточкива Ю.А.⁴, Румянцева А.К.³, Симонова А.К.⁴

¹ ФГБУ «ВНИИОкеангеология» Санкт-Петербург, Россия

² Институт наук о Земле, СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия

³ ООО ЦМИ, Москва, Россия

⁴ Геологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

⁵ ФГБУ «Институт Карпинского», Санкт-Петербург Россия

✉ alek-rybalko@yandex.ru

В докладе приводится информация о проведении в 2025 году Плавучего Университета Юнеско-МГУ в морях Карского и Лаптевых. Научный этап экспедиции проводился на трех полигонах: Белоостровский, Северо-Каркий и Лаптевоморский. Основным направлением работ экспедиции было «обучение через исследования» - принцип, который уже дал много талантливых исследователей полярных морей, а в его настоящем виде помогает студентам и аспирантам на собственном примере как ознакомится с приемами морских геолого-геофизических исследований, так и оценить собственные возможности проведения работ в суровых арктических условиях. Показано, что строение верхней части разреза четвертичных отложений не только включает морские голоценовые осадки, но и значительный объем более древних морских отложений вплоть до каргинского возраста. Полученные геологические разрезы свидетельствуют о значительной роли процессов подводной денудации в формировании четвертичного покрова западной части моря Лаптевых.

Ключевые слова: *плавучий университет, ТТР24, море Лаптевых, четвертичные отложения, подводные гравитационные процессы, литостратиграфия, непрерывное сейсмоакустическое профилирование. Гидроакустическое профилирование*

Введение. Двадцать четвертая экспедиция Плавучего университета ЮНЕСКО-МГУ «Обучение через исследования-ТТР24» состоялась летом 2025 года. Этот рейс явился закономерным продолжением двух экспедиций на севере Карского моря в 2022, 2024 г.г. [Соловьев и др., 2021] и двадцать третьим в ряду плавучих университетов, организованных МГУ [Рыбалько, Ахманов, 2021]. За это время система «Обучение через исследования» в Плавучих университетах стала одной из основных в подготовке студентов и аспирантов для их дальнейшей работы в разных отраслях морских исследований. В этом году было 4 Плавучих университетов на Баренцевом, Карском, Чукотском морях, а также в Тихом океане. Но только в Плавучем университете Юнеско-МГУ в программу исследований входили геолого-геофизические исследования.

Работы выполнялись на НИС «Академик Борис Петров», принадлежащему ИО РАН. (рис. 1). Рейс происходил с 19.08 (г. Калининград) по 30.09.2025 (г. Мурманск). Основной состав экспедиции сел на борт в п. Мурманск и 2.09 начался собственно научный рейс в моря Карское и Лаптевых. Количество рабочих дней составило 19 суток. В морской экспедиции принимало участие 32 человека, из них 21 человек - аспиранты и студенты. Это были сотрудники 11 научных и учебных организаций, в том числе из: МГУ имени М.В. Ломоносова, Санкт-Петербургского государственного университета, Новосибирского государственного университета, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Дальневосточного федерального университета, Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, Кубанского государственного университета, Томского государственного университета, Всероссийского научно-исследовательского геологического института имени А.П. Карпинского, ФГБУ «ВНИИОкеангеология» и Геологического института РАН. Наиболее

представительно было участие Московского и Санкт-Петербургского государственных университетов (12 и 7 человек, соответственно).

Данный план работ с одной стороны обеспечил разнообразие геологических условий, что позволило существенно расширить представления участвующих в рейсе студентов и аспирантов, с другой существенно усложнил логистические проблемы, что и нашло отражение в количестве рабочих дней по отношению к общему сроку экспедиции. Следует отметить, что выход экспедиции в сентябре привел к тому, что пришлось отказаться от работ в северной части Лаптевоморского полигона из-за ледовой обстановки.



Рис. 1 НИС «Академик Борис Петров» и схема его рейса в экспедиции TTR24.

Работа проводилась на трех полигонах: Белоостровском (в центральной части Карского моря, Северо-Карском и Лаптевоморском (рис.2).

Основными геологическими задачами экспедиции являлись:

- фундаментально-научное обоснование подходов комплексного изучения геологогеоморфологического строения морского дна (включая анализ формирования структурноэрозионных форм рельефа, подводных литодинамических и гравитационных процессов) в районах высокой Арктики;

- развитие теоретических основ и практики применения комплексных геолого-геофизических и геохимических методов при изучении углеводородных систем Арктического региона.

Конкретные задачи экспедиции распределились по нескольким направлениям:

- особенности пространственного распределения ледниковых отложений в северной части Карского моря и возможность их формирования в море Лаптевых;

- особенности верхнечетвертичного осадконакопления в зоне перехода от западно-арктического к восточно-арктическому шельфу;

- особенности развития криолитозоны;

- идентификация опасных геологических процессов и явлений;

- поиск и изучение зон фокусированной разгрузки и микро-просачиваний (микросипов) УВ флюидов.

В данной статье мы остановимся, главным образом, на изучении четвертичных отложений, тем более, что исследования впервые в истории Плавучего университета проводились на море Лаптевых.

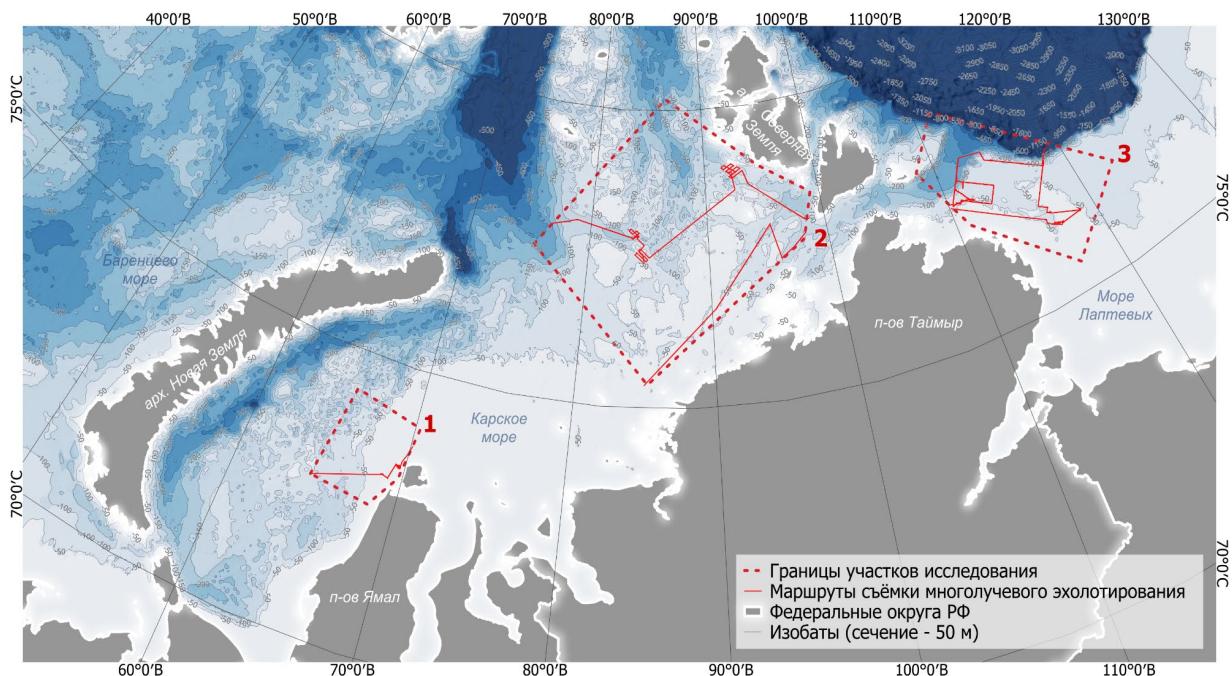


Рис.2 Ключевые участки экспедиции ТТР24 и региональные маршруты с многолучевым и геоакустическим профилированием. На схеме показаны ключевые участки: 1-Белоостровский, 2-Северо-Карский, 3-Лаптевоморский

Методика изучения четвертичных отложений в совместных экспедициях с участием геофизиков МГУ достаточно отработана. На первом этапе проводится сейсмоакустическое и гидроакустическое профилирование по сети профилей с обязательным их взаимным пересечением. Далее проводится оперативная предварительная интерпретация и на ее основании выбираются места для оперативного пробоотбора. НИС «Академик Борис Петров» обладает встроенным гидроакустическим комплексом, который включает акустический профилограф, обеспечивающий возможность сбора данных в трехчастотных диапазонах в полосе 0.5-50 КГц в, многолучевой эхолот, с возможностью регистрации «амплитуды обратного рассеяния сигнала», используемого в гидролокации бокового обзора. Для изучения более глубоко разреза (на всю мощность четвертичного покрова) использовалась сейсморазведка высокого разрешения (СВР МОВ ОГТ).

Геологический пробоотбор осуществлялся с помощью гравитационной трубы длиной 3м, весом до 500 кг с пластиковым вкладышем. После подъема трубы на борт пластиковый вкладыш извлекался наружу, разрезался на несколько секций длиной 1м (и меньше), затем каждая секция разрезалась пополам. После этого одна часть шла на описание и отбор проб для литологических исследований, другая – на геохимические исследования. На нескольких опорных станциях был проведен повторный отбор керна (неразрезанный керн в секциях был отправлен в Москву на томографию).

В 2025 году на каждом из трех ключевых участков был заранее запланирован основной проход судна, охватывающий участки интересные с геологической точки зрения или где имелись сведения о геологическом строении по данным бурения (рис.2). В этих местах выполнялись площадные геофизические работы, а также геологический пробоотбор в точках, выбранных по данным геофизических исследований. Обработка керна проходила в геологической лаборатории. Здесь керн фотографировался на специальной установке, описывался, в нем предварительно отбирался контрольный керн для дальнейшего в специальный вкладыш, из оставшейся части отбирались образцы для литологических исследований и спорово-пыльцевого анализа, проводились измерения магнитной восприимчивости, скорости звука. Подробности геохимических исследований изложены в специальной статье в этом же выпуске журнала [Полудеткина и др., 2025].

Всего за период экспедиции TTR 24 было выполнено:

- Геофизические исследования: многолучевое эхолотирование >3000 км, акустическое профилирование >3000 км, ССВР >500 км, магнитная съемка >2000 км, измерение профиля скорости звука – 27 станций.

- Геологические исследования: станции донного пробоотбора – 46; литологические образцы – 601, пробы на спорово-пыльцевой анализ – 48; геохимические исследования – 242 образца, растворенные газы в пробах придонной воды – 40 проб, бактериальные и пелагические микроорганизмы – 117 проб.

Результаты изучения четвертичных отложений и обсуждение полученных данных. Наиболее интересные результаты были получены на Лаптевоморском полигоне. Он располагается преимущественно в пределах шельфа, лишь частично затрагивая континентальный склон. Исследования, которые здесь проводились в период с 14 по 19 сентября и практически не выходили за пределы шельфовой площадки, в том числе и из-за ледовой обстановки. Исследования здесь проводились на трех субполигонах: «Притаймырском», «Икайт» и «Стратиграфическом» (рис. 3). Первый из них расположен на равнинной части моря Лаптевых, второй приурочен к прибрежной части континентального склона, а третий, наиболее северный, расположен в районе стратиграфического бурения, проводимого АМИГЭ под патронажем ВНИИОкеанологии, где привычно были проигнорированы четвертичные отложения. Наши исследования были направлены на восстановление, хоть и частично, этого пробела.

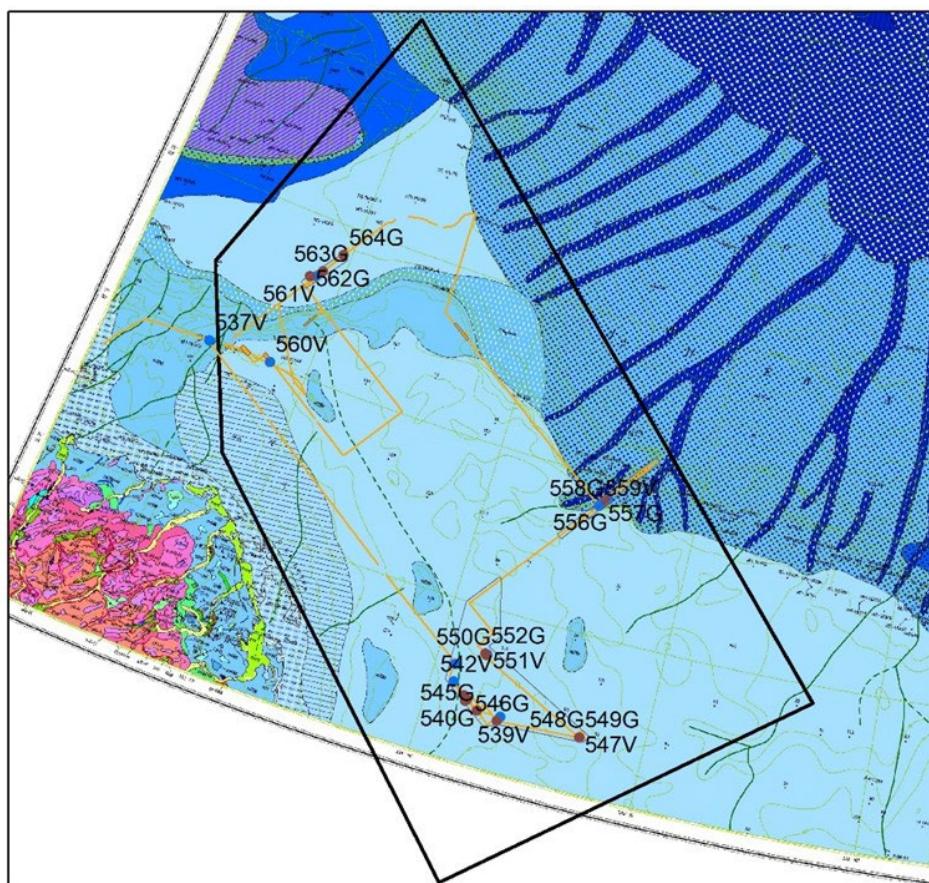


Рис. 3. Фрагмент карты четвертичных отложений листа Госгеокарты ГС-1000 Т-49-52 (о-ва Петра) [Артемьев и др., 2023] с контуром участка работ TTR-24 на ключевом участке «Лаптевоморский» с нанесенными профилями многолучевого эхолотирования и гидроакустического профилирования (желтые линии) и точками пробоотбора с номерами.

На данной площади проводились различные но достаточно редкие исследования. Они обобщены в результате составления листа Госгеокарты ГС-1000 Т-49-52 (о-ва

Петра) [Артемьевова и др., 2023], которое проводилось с середины 10-х годов нашего века. В соответствии с этим на большей части участка развит ровный покров нефелоидных голоценовых отложений, представленных илами/мягкотекучепластичными глинами зеленовато-серого оттенка с гидротроилитом. Местами из под этого покрова выглядывают небольшие выходы глин каргинского возраста. На прибрежной части участка, на верхней части континентального склона развиты декливиальные осадки и отложения зерновых потоков, в том числе турбидитов. Гравитационные отложения были выделены и на склонах желоба Старокадамского, который протягивается от практически побережья Таймыра до впадины Нансена.

На Притаймырском участке разрез, по данным гидроакустического профилирования можно представить следующим образом (рис. 4). Первым четким отражающим горизонтом является поверхность морского дна. На большинстве разрезов она ровная и субгоризонтальная, что говорит об аккумулятивном генезисе донной поверхности и слагающих ее отложений. Расчленение ее в основном связано с деятельностью на мелководьях айсбергов и стамух, которые избороздили морское дно, а также создали и положительные формы рельефа в виде бороздовых гряд, образующихся при выпахивании самих ложбин.

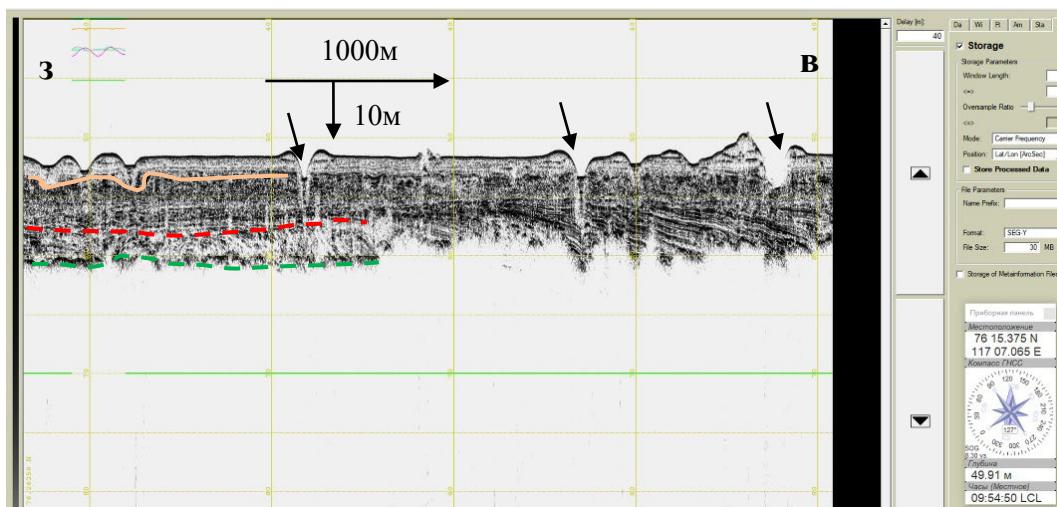


Рис. 4. Геоэхограмма. Участок «Притаймырский», море Лаптевых. Обобщенный разрез верхней части четвертичного разреза (ВЧР) на участке. Сейсмогоризонты: желтая линия – подошва нефелоидов голоценового возраста, красная линия – подошва слоистых глин (возможно тIII [Артемьевова и др., 2023]). Описание в тексте. Стрелки – следы ледовой экзарации. Зеленая линия – предполагаемая кровля мерзлоты.

Вторым четким отражающим горизонтом является СГ-01, разделяющий две голоценовые толщи осадков: серый полупрозрачный бесструктурный сейсмокомплекс (ССК-1), располагающийся под поверхностью дна (Оранжевая линия, рис.4) и темный также бесструктурный ССК-2 (красная линия), подстилающий первый. Сходство их структурного положения позволяет первый сейсмокомплекс с толщиной голоценовых осадков, в нижележащий ССК – с отложениями верхнего неоплейстоцена – голоцена (mnIII-H).

В основании разреза обычно залегает толща слоистых глин. Они, как правило, слабо дислоцированы и нередко разделены с вышеупомянутыми ССК угловым несогласием. Кровля этих глин обычно соответствует СГ-02, который показан на рис.2. Нередко этот горизонт выходит к поверхности морского дна, где, в свою очередь подвергается выпахиванию айсбергами (рис.5).

По своему положению в разрезе и периодическим выходам на поверхность морского дна мы условно сопоставляем толщу слоистых осадков с горизонтом морских каргинских отложений ($m\text{III}_{kr}$), выделенных на Госгеолкарте ГК-1000/3, лист Т-49-52 (о-ва Петра) как базальных на шельфе.

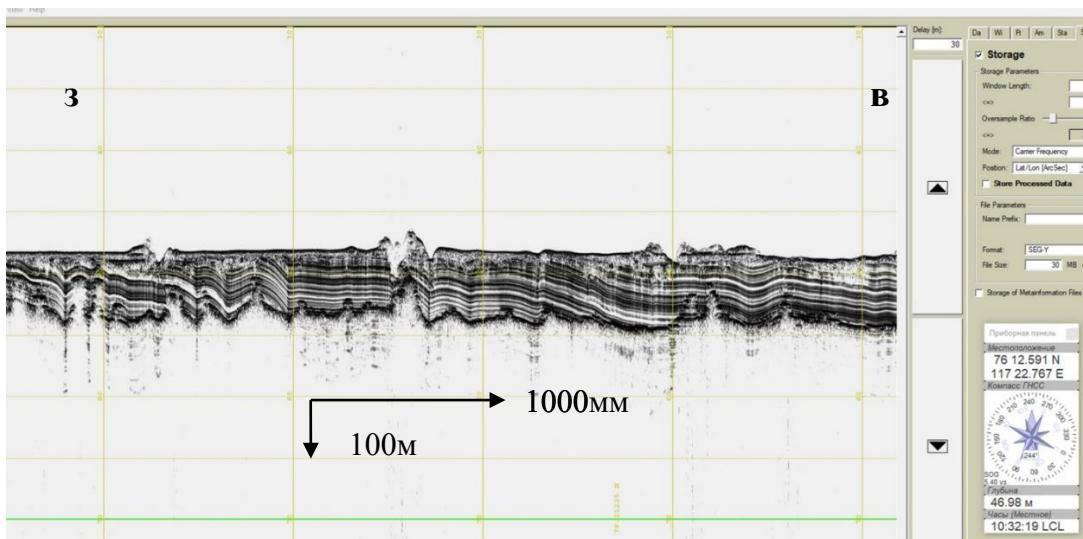


Рис.5. Выход слоистой толщи (ССК-3) на поверхность морского дна. С поверхности прекрасно видны плуг-марки и вдольбортовые валы, сформированные айсбергами при выпахивании морского дна

Однако в результате проведенных работ в основании как выделенной слоистой толщи, так и нередко ССК-2 выделяется еще один резкий отражающий горизонт, который можно принять за «акустический фундамент». Он хорошо виден на рис. 5 (выделен зеленой линией), и имеет неровный характер. Местами сплошность его нарушена. Особый интерес вызывают примеры, когда слоистость срезана нижележащим отражающим горизонтом, что не может быть в случае нормального геологического залегания, когда слои будут огибать кровлю нижележащей толщи (рис.6).

В толще осадков отчетливо просматриваются следы прорывов газофлюидов, а иногда даже видны газовые фонтаны в толще воды. По нашему мнению, этот отражающий горизонт является кровлей мерзлых пород, что совпадает с данными бурения, определяющими ее на глубине 8-12 м под дном (рис.4,5).

Геофизические данные позволили выделить наряду с преобладающим ровным рельефом морского дна и участки с типичным денудационным рельефом, когда размыты подвергаются отложения базальной слоистой толщи. Таким образом, геофизические данные свидетельствуют, что, несмотря на ровный характер морского дна, далеко не всегда его поверхность бывает аккумулятивной. Дополнительное подтверждение этому тезису дают результаты геологического опробования.

Данные геологического пробоотбора не позволили опробовать толщу слоистых отложений. Практически все трубы (самые длинные из них были чуть длиннее 2–х метров) остановились в голоцене (исключение представляет трубка TTR-24-AR-545G, где в забое были вскрыты слоистые глины). Следует отметить, что в большинстве кернов вскрытые осадки отличаются повышенной плотностью, что и сказывается на глубине внедрения трубок в грунт. При этом в приповерхностном слое почти всегда можно установить следы размыва в приповерхностном слое. Жидкий наилок практически размыт при доставании трубок, а остатки наилка непосредственно контактируют с плотным осадком, формирующим столбик керна. Часто на этом контакте может находиться песчанистый прослой и даже мелкая дресва. Ниже располагаются характерные для большинства морей осадки алевропелитового и пелито-алевритового

состава, оливково-серые и текучепластичной консистенции с разным количеством стяжений гидротроилита различной формы и размера. Это типичные голоценовые нефелоиды. Таким образом, мы можем интерпретировать подобный разрез как толщу нижнеголоценовых или даже верхненеоплейстоценовых отложений, кровля которых размыта и на эрозионной поверхности лишь местами продолжается накопление осадков алевропелитового состава.

Совместная интерпретация сейсмоакустических, батиметрических и литологических данных позволила построить геологическую схему в рамках ключевого участка «Притаймырский». В итоге на карте выделены каргинские отложения, слагающие поднятие, два поля течениевых отложений, окружающих поднятие, сложенное каргинскими образованиями и разделены поля, сложенные отложениями нижне-среднеголоценового и полностью голоценового возраста. Эти поля имеют север-северо-восточное простижение и достаточно резко контрастируют с полем однородных морских нефелоидов, представленных на государственной карте четвертичных отложений карт.

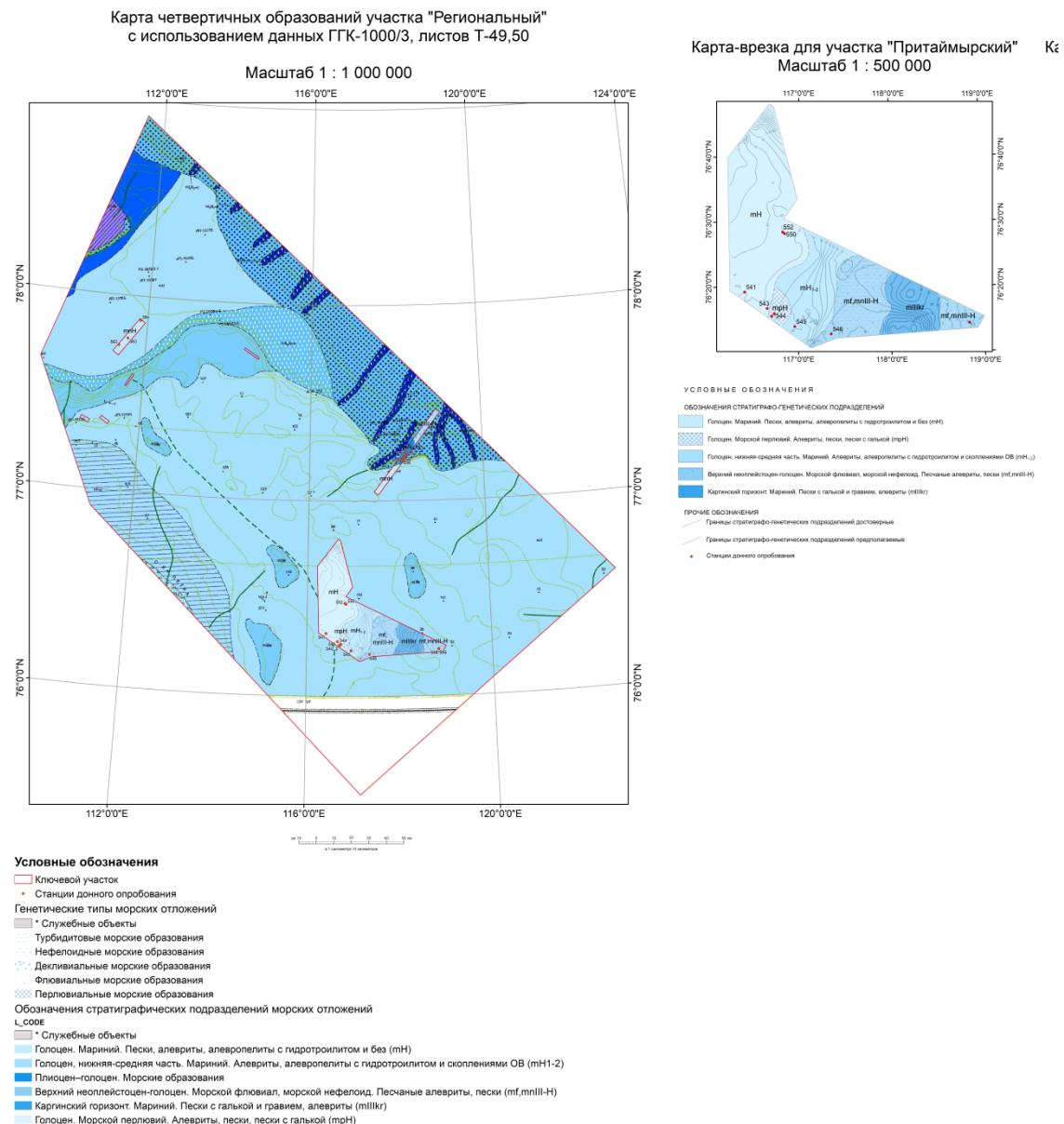


Рис.6 Схематическая карта четвертичных отложений участка «Притаймырский (справа) и эта же карта, врезанная в лист Государственной карты четвертичных отложений масштаба 1:1 000000, лист Т-49,50.

Нормальный стратиграфический разрез практически представлен только на станции TTR24-AR-541G (глубина 54 м). Здесь описаны:

Инт. 0.0-0.05 м - Глинистый наилок с небольшой примесью песка, полужидкой или текучей консистенции. Нижний контакт постепенный, выделяется по уплотнению осадка.

Инт. 0.05-0.1 м - Алевропелит с небольшой примесью песка, светлозеленовато-серый с буроватым оттенком, текучей консистенции. Нижний контакт постепенный. Оба интервала характеризуют нормальную зону окисления в зонах накопления нефелоидных осадков

Инт. 0.1-0.15 м - Алевропелит с небольшой примесью песка, светлозеленовато-серый. Нижний контакт четкий, выделяется как по цвету, так и по скачкообразному увеличению плотности.

Инт. 0.15-0.63 м - Песчано-алевритовый пелит голубовато-черного цвета. Осадок резко обогащен органическим веществом, отчего его цвет временами превращается в радикально черный, при этом окраска вполне однородная. На инт. 45 см зафиксировано скопление раковинного дегрита. По-видимому, верхние 15 см это современный осадок, который с размывом перекрывает плотную толщу черных песчанистых алевропелитов, также вероятно голоценового возраста, но более раннего. В целом же вся толща – оценивается как морские нефелоидные отложения голоценового возраста.

Во всех остальных колонках в верхней части интервала отмечаются следы размыва, когда жидкий глинистый наилок, непосредственно контактирует с плотным осадком, формирующим столбик керна. Как уже отмечалось выше четкий двуслойный разрез описан только на станции TTR-24-AR-545G. Здесь под толщей осадков алевропелитового и пелито-алевритового состава оливково-серого цвета и текуче пластичной консистенции на интервале 1.70-1.92м описан алеврит практически черного цвета, однородный, сухой, консистенция которого приближается к мягкотягучей. Выше по разрезу располагается осадок, обогащенный раковинным дегритом крупнопсаммитовой размерности. Это свидетельствует, что осадок, описанный на нижнем интервале керна, может быть древнее остальных осадков и относится нами к верхненеоплейстоцен-голоцену (mnIII-H), что и отражено на рис.6.

Таким образом, разрез по широтному профилю на участке «Притаймырский» показывает, что, практически по всему профилю наблюдается преобладание типичных голоценовых нефелоидов, а разрезы отличаются друг от друга особенностями проявления включений гидротроилита. На большей части морского дна наблюдается современный размыв наиболее молодых горизонтов ВЧР. Таким образом, отложения верхнего голоцена в разрезе практически отсутствуют на большей части Притаймырского участка.

Однако разрез несколько меняется в самых западных точках участка. Здесь, в т.н TTR24-AR-546G описан разрез, где под тонким слоем голоценовых илов (0.3 м) вскрыта толща песчанистых алевритов, содержащих линзочки песчаного состава. Ниже переходящих в линзовато слоистые алеврито-песчаные отложения. В нижней части интервала (0.45-0.59 м) залегает пачка переслаивания зеленовато-серых песчанистых алевритов и серых алевритистых песков с градационной слойчатостью. Слойки наклонены под 30-40 градусов по отношению к горизонту. Песчаный горизонт с размывом перекрывает толщу плотных алевритовых мицитов со скоплениями обломков раковин, которые мы условно относим в верхнему неоплейстоцену-голоцену. По нашему мнению, это типичные потоковые (морские флювиальные) отложения, которые залегают в основании ритма верхней части голоцена. Двуслойную толщу разделяет поднятие подстилающего горизонта, отложения которого на Госгелкарте отнесены к каргинским.

Таким образом, большая часть поверхности шельфа в пределах участка «Притаймырский» сложена голоценовыми морскими отложениями, верхняя часть которых на значительной площади размыта. В центре участка проходит поднятие

захороненного рельефа северо-восточного простирания и на дне предположительно вскрываются морские отложения каргинского времени. Восточнее и западнее этого поднятия располагается зона течений, где преобладающим типом осадков являются подводные флювиальные (рис.6).

Участок «Икайт» находится в северо-восточной части Лаптевоморского участка, в верхней части континентального склона, в зоне развития каньонов и перемещающихся по ним турбидитов и грязекаменных потоков. Специфика рельефа породила и трудности как проведения работ, так и интерпретации записей акустического профилографа. Это породило большое количество переключений, вследствие чего сами записи стали трудночитаемыми. На большинстве из них видно, что и склоны и дно каналов сложено мощной толщей слоистых осадков с абсолютно ровной поверхностью.

На участке «Икайт» был пройден профиль из 5 станций. Положение точек на профиле приведено на рис. 9. В морфологическом плане все точки располагаются на пологого наклоненной равнине с углом склона около $0,6^\circ$ (рис.7). Трубы отобраны на глубинах от 86 до 147м. Пример их корреляции представлен на рис. 8.

В наиболее мелководной трубке TTR24-AR-558 (глубина - 86м) описан следующий разрез:

Инт. 0.0 – 0.02м – Песчано-глинистый наилок полужидкий, буроватого оттенка. Осадок разрушен и разжижен, вследствие чего установить его истинную мощность невозможно. Нижний контакт резкий, неровный, подчеркивается присутствием на контакте прослоя тонкозернистого песка с присутствием дресвы прочных пород. Типичный эрозионный контакт. В таком случае очень маленький по объему наилок характеризует зону транзита обломочного материала.

Инт. 0.02-0.15 м - Песчаный пелит зеленовато-серый текуче пластичной консистенции. Текстура осадка неоднородная, близкая к линзовато-слоистой с отдельными нитевидными прослоями песков. Подобное строение характерно для прибрежно-морских или течениевых песков. Учитывая глубину отбора колонки – это – морские течениевые пески голоценового возраста (тгIII-H).

Инт. 0.15-0.19м - Песок тонкозернистый слабо алевритистый темно-зеленовато-серый, тиксотропный, Отмечается примесь раковинного дегрита. Возможно, это базальный горизонт пачки голоценовых течениевых песков (тгIII-H). Нижний контакт резкий, выделяется по изменению гранулометрического состава текстуре и консистенции осадка.

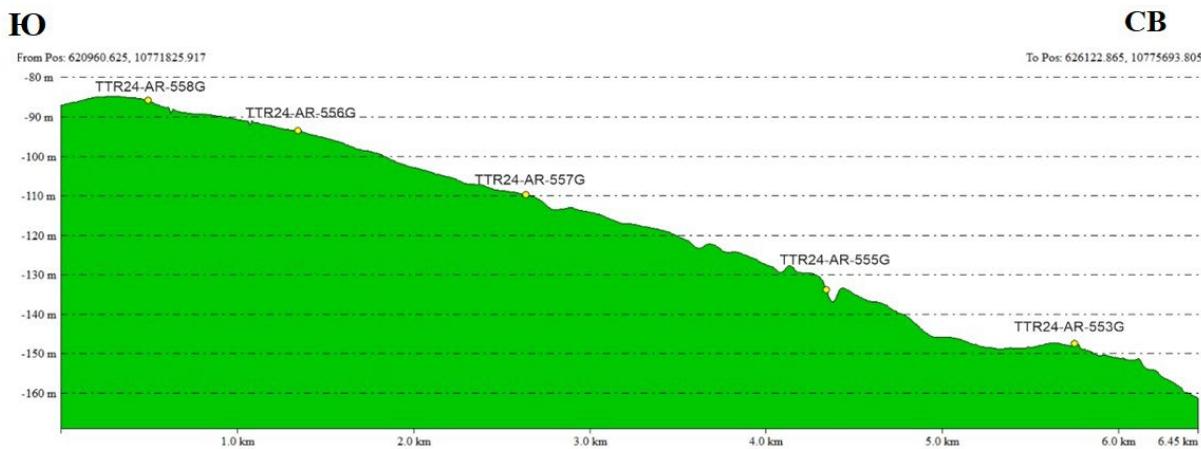


Рис.7. Рельеф полигона «Икайт» в пределах зоны отбора грунтовых трубок

Инт. 0.19-0.98м - Песчаный алеврит зеленовато-серый, консистенция текуче-пластичная, близко к пластичной. Отмечаются отдельные стяжения гидротроилита, количество которых вниз по интервалу снижается. В нижней части интервала появляются тонкие линзовидные прослои песков.

Инт. 0.98-1.48м - Песчаный алеврит зеленовато-серый. Окраска монотонная, консистенция –текуче-пластичная. На инт. 76см тонкий прослой тонкозернистого песка, ниже многочисленные микролинзы песчаного состава. На инт. 0.82 раковина морской пелециподы. На инт. 87-94 см обнаружен минерал икаит.

Возможно, это осадки каргинского горизонта или даже ниже. Таким образом, разрез этой колонки можно представить следующим образом:

- эрозия, отсутствие современного осадка,
- маломощная пачка слоистых песков течениевого, а скорее всего, течениево-гравитационного происхождения,
- толща алевритовых илов с гидротроилитом нефелоидного генезиса
- толща осадков неустановленного генезиса, но связанная с гравитационными процессами.

Другие колонки демонстрируют подобный тип разреза или какой либо его части.

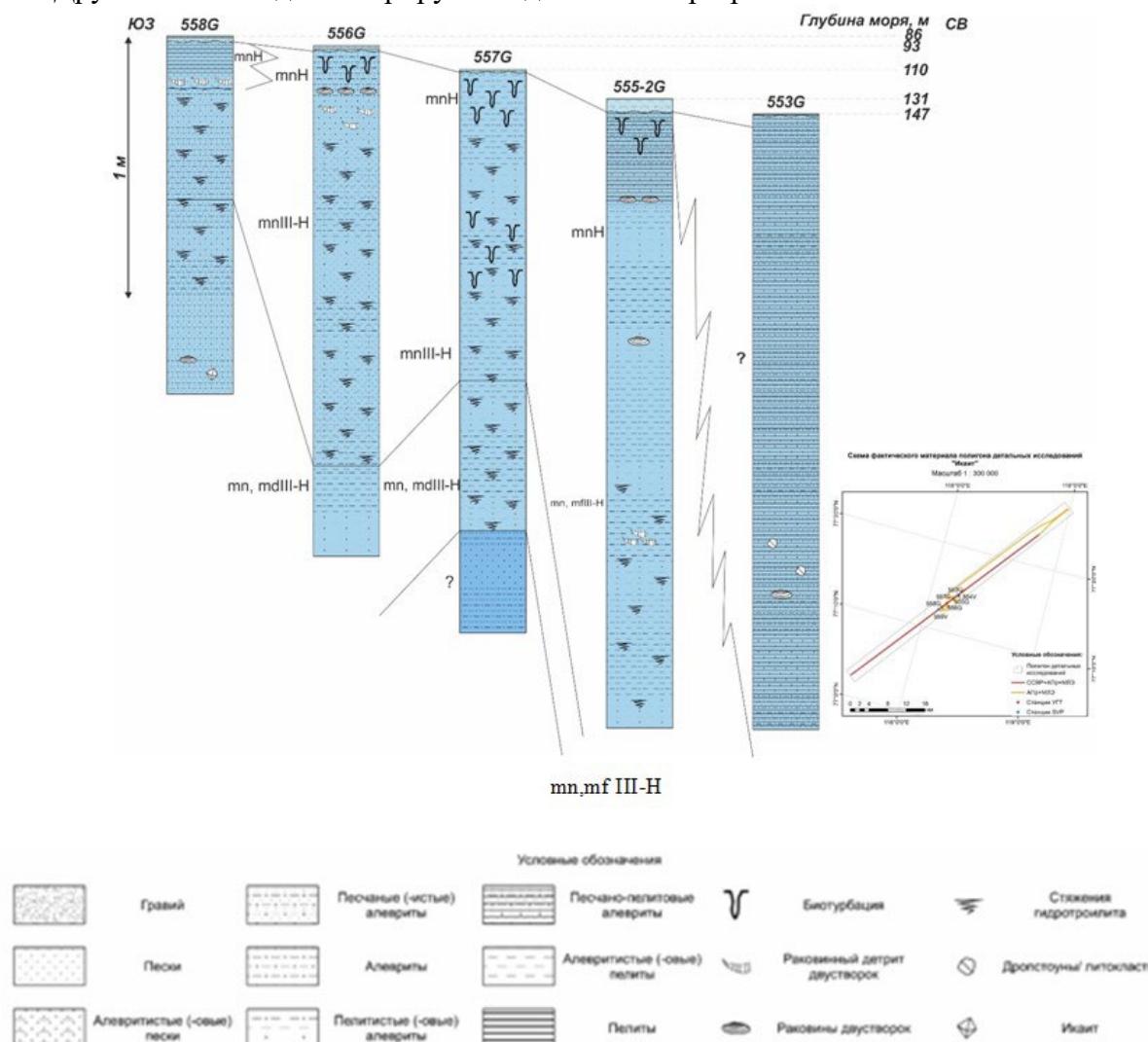


Рис. 8. Корреляция грунтовых трубок на ключевом участке «Икаит».

Суть вскрытых разрезов заключается в том, что под двумя (один из которых или размыт или не формировался из-за транзитных условий осадконакопления) горизонтами залегает толща песчанистых и алевритовых илов – практический аналог осадков нефелоидной зоны осадконакопления. Предполагаемая корреляция осадков представлена на рис. 9.

Из стройного ряда колонок на участке «Икайт» выпадает самая глубокая трубка, отобранная на глубине 147м – TTR-24-AR-553G. Она, при полном отсутствии наилка и явной абразионной поверхности керна, представлена мощной толщей (2.4м) монотонных, темно-зеленовато-серых песчано-пелитовых алевритов. В них были обнаружены катуны утюгообразной формы из плотных осадочных пород, а также раковина морских моллюсков. Подробнее о генезисе осадков этой колонки говорится в докладе А.О. Аксенова в настоящем сборнике.

Участок «Стратиграфический» получил свое название от скважин стратиграфического бурения ФГБУ «ВНИИОкеангеология», где недостаточно полно было изучено строение осадочного покрова. На этом участке было отобрано три трубки. Место пробоотбора были приурочены к устьям скважин стратиграфического бурения.

По данным акустического профилирования в этом районе – это зона мощной морской нефелоидной аккумуляции. Корреляция разрезов, отобранных на участке «Стратиграфический» показывает большое сходство разрезов. Все трубки практически одинаковы и максимально отвечают условиям формирования современных морских нефелоидных осадков, в том числе имеют хорошо выраженную зону окисления которая совершенно постепенно сходит на нет вниз по разрезу.

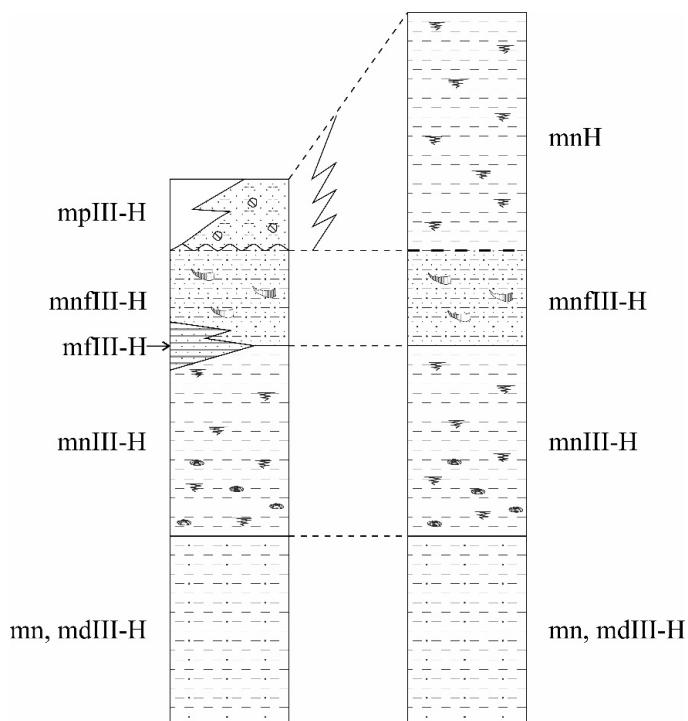


Рис. 9. Предполагаемая корреляция разрезов в канале (слева) и на бровке каньона.

Таким образом, характер накопления современных осадков в районе скважин стратиграфического бурения полностью совпадает с результатами исследований специалистов из ВНИИОкеангеологии и отложения могут быть индексированы как морские нефелоиды голоценового возраста (mnH).

Выводы.

1. В отличие от господствующих ранее представлений о преобладании здесь аккумулятивного накопления осадков голоценового возраста выявлены факты широкого

распространения денудационных процессов, особенно в позднем голоцене, что привело к резкому сокращению площадей их накопления;

2. Показано, что разрез и площадное распространение верхнечетвертичных отложений имеет более сложное строение, чем это представлялось ранее;

3. Установлено сложное строение верхней части разреза четвертичных отложений в эрозионных ложбинах-каньонах в верхней части континентального склона. В них практически отсутствуют турбидитовые или грязекаменные отложения, которые ушли по этим каналам вниз по склону;

4. Для западной части моря Лаптевых характерно площадное распространение многолетних мерзлых пород (МПП). Причем кровля их часто бывает нарушенной в результате прорыва газов, этот же процесс в ряде случаев полностью нарушил первичные текстурные признаки морских нефелоидных осадков.

Благодарность. Авторы благодарны команде НИС «Академик Борис Петров», за слаженную и продуктивную работу, и отмечают слаженную работу коллектива студентов и аспирантов, проходящих стажировку в рамках программы «Плавучего университета», что позволило получить новые и интересные научные результаты по фациальной зональности четвертичных отложений вокруг архипелага Северная Земля.

Финансирование. Работа выполнена в рамках Всероссийской научно-образовательной программы «Плавучий университет» (соглашение № 075-03-2025-662/8). Исследование поддержано государственным заданием Федерального агентства по недропользованию от 25.12.2024 № 049-00004-25-00, в рамках объекта работ Института Карпинского «Мониторинг государственной геологической карты масштаба 1:1 000 000 территории Российской Федерации и ее континентального шельфа в 2023-2025 годах».

ЛИТЕРАТУРА

Артемьева Д.Е., Зинченко А.Г., Урванцев Д.М., и др. Геологическая карта. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серии Таймыро-Североземельская и Лаптево-сибироморская. Лист Т-49,50,51,52 – острова Петра. Объяснительная записка. СПб.: 2023 г., 160 с.

Полудеткина Е.Н., Потемка А.К., Рыбалко А.Е., Токарев М.Ю., Сигачева Л.Ю., Головенко А.В. Результаты экспедиционных исследований в зонах флюидной разгрузки Северо-Карского и Лаптевоморского шельфа (рейс TTR-24) // Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России. 2025. Выпуск 12, с. 146-152. doi: 10.24412/2687-1092-2025-12-146-152

Рыбалко А.Е., Ахманов Г.Г. 10 лет секции «Морская геология» на MARESEDU: ретроспектива. // Труды X Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU-2021)» Том Тверь: ООО «ПолиПРЕСС», 2021, С.16-20.

Соловьева М.А., Ахманов Г.Г., Монтелли А.И. Новые свидетельства валдайского оледенения в северо-восточной части Баренцевоморского шельфа (материалы TTR-19 и TTR-20) // Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России. 2021. Выпуск 8. С. 222-227. doi:10.24412/2687-1092-2021-8-222-227

UNESCO-MSU FLOATING UNIVERSITY - RESULTS OF THE STUDY OF QUATERNARY DEPOSITS DURING THE TTR-24 CRUISE IN 2025

Rybalko A.E.^{1,2,3}, Poludetkina E.N.⁴, Potemka A.K.⁴, Ryabchuk D.V.⁵, Tokarev M.Yu.⁴, Olneva T.V.⁴, Aksenov A.O.^{2,5}, Kotokhova Yu.A.⁴, Rumyantseva A.K.³, Simonova A.K.⁴

¹ VNIIОkeangeologia, St. Petersburg, Russia

² Institute of Geosciences, St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

³ Ltd company Marine Geology Center, Moscow, Russia

⁴ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

⁵ Karpinsky Russian Geological Research Institute, St. Petersburg, Russia

The report presents information on the 2025 MSU-UNESCO Floating University expedition to the Kara and Laptev Seas. The scientific phase of the expedition was conducted at three areas: Beloostrovsky, Severo-Karsky, and Laptev Sea. The expedition's primary focus was "learning through research"—a principle that has already produced many talented polar sea researchers. In its current form, it helps undergraduate and graduate students learn firsthand the techniques of marine geological and geophysical research and assess their own capabilities in harsh Arctic conditions. It is shown that the structure of the upper part of the Quaternary sediment section includes not only marine Holocene sediments but also a significant volume of marine sediments up to the Karginian age. The obtained geological sections indicate the significant role of underwater denudation processes in the formation of the Quaternary cover of the western Laptev Sea.

Keywords: *floating University, TTR-24, Laptev Sea, Quaternary sediments, underwater gravity processes, lithostratigraphy, continuous seismoacoustic profiling, hydroacoustic profiling*

REFERENCES:

Artemyeva D.E., Zinchenko A.G., Urvantsev D.M., et al. Geological map. Scale 1:1,000,000 (third generation). Taimyr-Severozemelskaya and Laptev-Siberian Sea Series. Sheet T-49,50,51,52 – Peter Islands. Explanatory note. St. Petersburg: 2023, 160 p.

Poludetkina E.N., Potemka A.K., Rybalko A.E., Tokarev M.Yu., Sigacheva L.Yu., Golovenko A.V. Results of expeditionary studies in the fluid discharge zones of the North Kara and Laptev Sea shelves (cruise TTR-24) // Relief and Quaternary deposits of the Arctic, Subarctic and Northwest Russia. 2025. Issue 12, pp. 146-152. doi: 10.24412/2687-1092-2025-12-146-152

Rybalko A.E., Akhmanov G.G. 10 years of the Marine Geology section at MARESEDU: a retrospective. // Proceedings of the X International Scientific and Practical Conference "Marine Research and Education (MARESEDU-2021)" Volume Tver: OOO PoliPRESS. 2021. P. 16-20.

Solovyeva M.A., Akhmanov G.G., Montelli A.I. New important imprints of the Weichselian glaciation recorded in the north-eastern Barents Sea during the TTR-19 and TTR-20 cruises // Relief and Quaternary deposits of the Arctic, Subarctic and North-West Russia. 2021. Issue 8. P. 222-227. doi:10.24412/2687-1092-2021-8-222-227