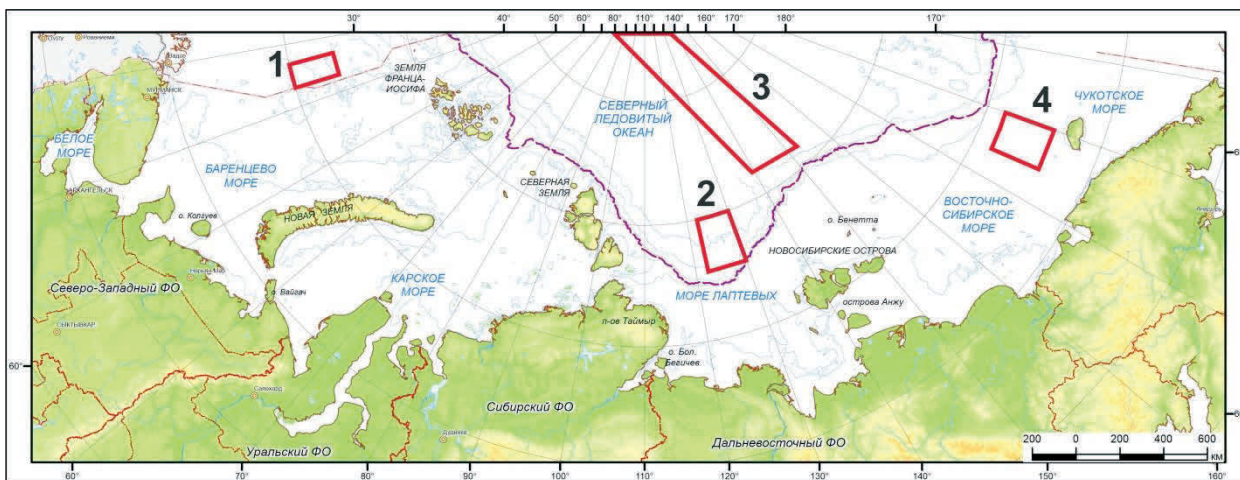


**ГЕОЛОГОСЪЕМОЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ВНИИОКЕАНГЕОЛОГИЯ В БАРЕНЦЕВОМ, ОХОТСКОМ,  
ВОСТОЧНО-СИБИРСКОМ МОРЯХ И СЕВЕРНОМ ЛЕДОВИТОМ  
ОКЕАНЕ В 2022 ГОДУ**

*Е.А. Гусев, Е.А. Попова, А.А. Крылов,  
Д.В. Каминский, Я.Д. Яржембовский,  
Д.В. Элькина, Е.С. Новихина,  
Н.А. Костромина, А.Ю. Алексеев,  
П.Б. Семенов, А.Ю. Комаров,  
А.В. Бочкарев, В.Ю. Захаров,  
С.А. Мальшев, В.А. Богин,  
г. Санкт-Петербург, Россия,  
ФГБУ «ВНИИОкеангеология»;  
И.С. Пронин,  
г. Москва, Россия, ООО «Сплит»*

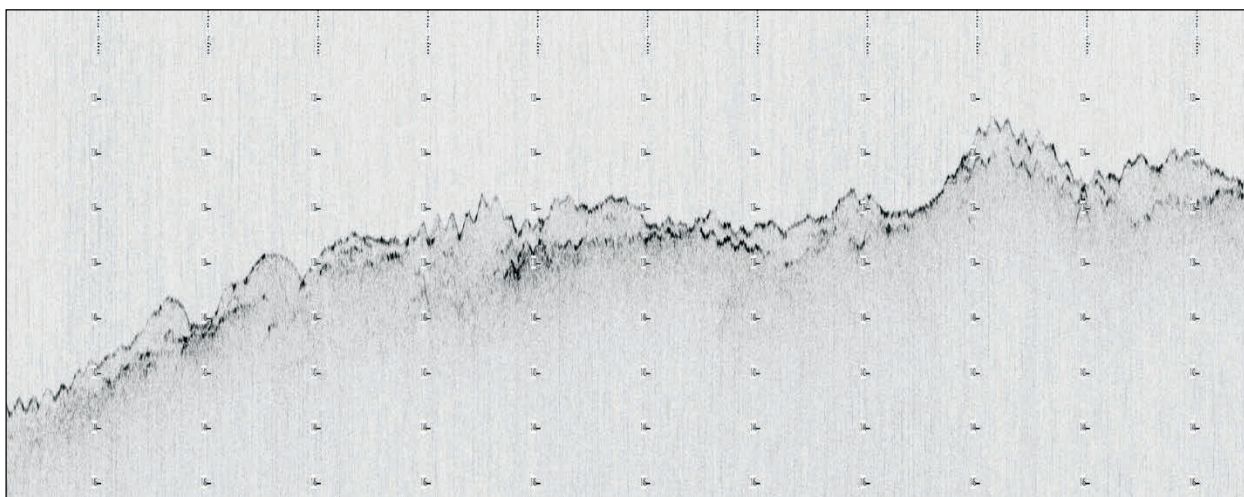
В 2022 году силами Всероссийского научно-исследовательского института геологии и минеральных ресурсов Мирового океана (ВНИИОкеангеология) геолого-съемочные работы на шельфе выполнялись в морях Баренцевом, Охотском и Восточно-Сибирском морях, а также в глубоководной части Северного Ледовитого океана (Рис. 11). Работы выполнялись в рамках государственного задания института по направлению «Региональные геолого-геофизические и геолого-съемочные работы». Проект на проведение морских экспедиционных исследований в норвежской части Баренцева моря был зарегистрирован на платформе Research in Svalbard, № проекта RiS ID 11895: Geological study of Svalbard shelf (GeoShelf). По другим экспедициям разрешения на проведение работ на континентальном шельфе были получены ВНИИОкеангеология и дружественными организациями (Северное УГМС, Архангельск; Центр морских исследований МГУ им. Ломоносова, Москва).

В Баренцевом море (№ 1 на рис. 11) работы проводились с борта НИС «Профессор Молчанов» (судовладелец – ФГБУ «Северное УГМС», г. Архангельск) в районе западных отрогов возвышенности Персея в интервале глубин 90-150 м и включали в себя сейсмоакустическое профилирование с использованием профилографа и донный пробоотбор с помощью дночерпателя ван-вин [1]. Для проведения геофизических исследований использовался профилограф SB-216S (EdgeTech) с частотой сигнала 2–15 кГц.



*Рис. 11. Районы работ ФГБУ «ВНИИОкеангеология» в Арктике в 2022 году. 1 – Баренцево море, поднятие Персея, 2 – континентальная окраина в районе моря Лаптевых, 3 – район дрейфа ЛСП в Арктике, 4 – Восточно-Сибирское море.*

По полученным сейсмоакустическим профилям можно судить о морфологических особенностях морского дна и мощности самого верхнего осадочного слоя. Сейсмоакустическое профилирование отрогов банки Персея свидетельствуют о неровном рельефе дна возвышенностей и склонов, местами имеются всхолмления. Верхний слой осадков имеет в основном акустически прозрачный облик (рис. 12).



*Рис. 12. Пример сейсмоакустической записи в районе банки Персея, Баренцево море*

Осадки распространены очень неравномерно, во многих местах имеются все признаки выходов на поверхность дна коренных мезозойских пород. В местах практически полного отсутствия рыхлого чехла от поверхности морского дна имеются очень жесткие отражения, часто с усами дифракции. Мощность рыхлых осадков в нашем районе исследований обычно не превышала 1-2 м. В понижениях в сейсмоакустической записи проступают черты слоистого строения осадочной толщи верхних метров. Донное опробование в районе работ выполнено на 42 станциях. Плейстоцен-голоценовые осадки, вскрытые дночерпателем, представлены в



основном алеврито-пелитовыми осадками, иногда с примесью песка. На нескольких станциях донные осадки отсутствовали, зато в дночерпатель попадал обильный донно-каменный материал (рис. 13), а иногда и железо-марганцевые корки и конкреции.



*Рис. 13. Донный каменный материал (ДКМ) с некоторых станций донного опробования, полученный в районе банки Персея: а – станция ПМ-2202К, б – станция ПМ-2204К, в – станция ПМ-2220К, г – станция ПМ-2231К.*

На Лаптевоморской континентальной окраине (№ 2 на рис. 11) работы выполнялись на гидрографическом судне «Янтарь» Министерства обороны Российской Федерации. С борта судна проводилось многолучевое эхолотирование по сети профилей, обследование океанского дна и опробование с помощью беспилотных подводных аппаратов. Изучена область структурного затухания деформированной неотектонической зоны на продолжении срединно-океанического хребта Гаккеля, в районе подводной долины Садко и подножия континентального склона. Особенное внимание уделялось крутым участкам склонов, подводным уступам, обрывам как возможным естественным обнажениям коренных пород. При эхолотировании и придонном видеообследовании выявлены участки с

вертикальными свежими линиями отрыва высотой от 0,5 до 3 м. Закартированы районы террасированности склонов и континентального подножия. Зафиксированы также положительные формы рельефа, отвечающие областям накопления турбидитов. На поверхности дна обнаружены как скопления донного каменного материала ледового разноса, так и местный материал, скатившийся с крутых участков склона. Кроме того, обнаружены уплощенные конкреции и их скопления. Форма конкреций неправильная, часто угловато-рогульчатая. Предположительный генезис этих образований – эпигенетические (или раннедиагенетические?) карбонатные образования по проницаемым отложениям конусов выноса. На одной из станций донного пробоотбора с координатами 078° 24' 03.3169" с.ш., 125° 22' 52.7676" в.д. на глубине около 2600 м зафиксирована крупная, предположительно карбонатная, постройка высотой около 50 см. Был отобран образец, который в настоящее время исследуется в лаборатории (рис. 14). Исследованный район сейсмичен, здесь постоянно происходят землетрясения [2, 3]. Поэтому часто встречаются свежие крутые сбросовые (оползневые) уступы и свидетельства современной разгрузки метаноносных флюидов.



*Рис. 14. Карбонатная постройка, поднятая в рифтовой зоне Евразийского бассейна*

В Центрально-Арктическом бассейне (№ 3 на Рис. 11) продолжается дрейф ледовостойкой самодвижущейся платформы «Северный полюс» (СП) (рис.15), с борта которой проводятся разносторонние метеорологические, гидрологические, биологические, геофизические и геологические исследования. В составе дрейфующей станции находятся сотрудники ВНИИОкеангеология, проводящие донное опробование морского дна и занимающиеся интерпретацией сейсмоакустического профилирования, непрерывно работающего с помощью системы Parasound. С октября 2022 г. по март 2023 г. СП прошла в дрейфе 303,1 морских миль и по состоянию на 2023-02-23 находится в приполюсном районе над хребтом Ломоносова в точке с координатами 87° 35.42' с.ш. 142° 27.85' в.д. К этому времени выполнено 47 станций донного пробоотбора в котловине Подводников, на хребте Ломоносова (в районе 83° с.ш. и 86° с.ш.) и в котловине Амундсена.

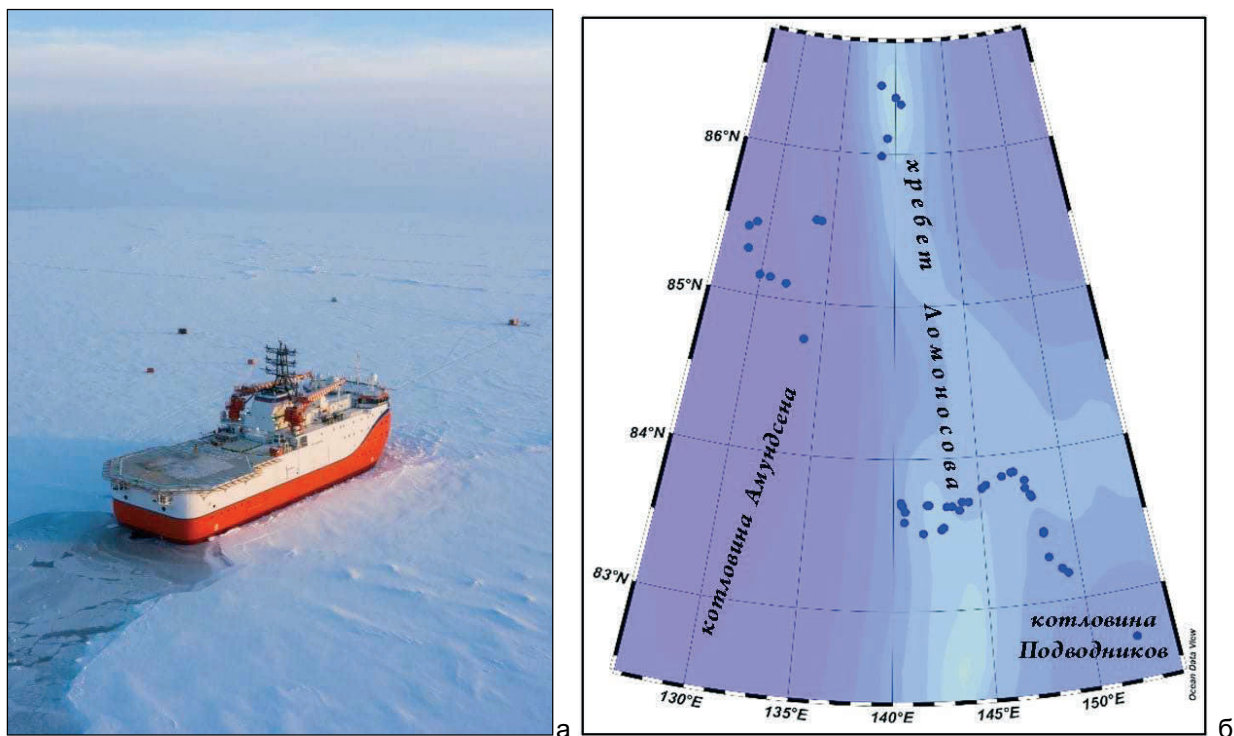


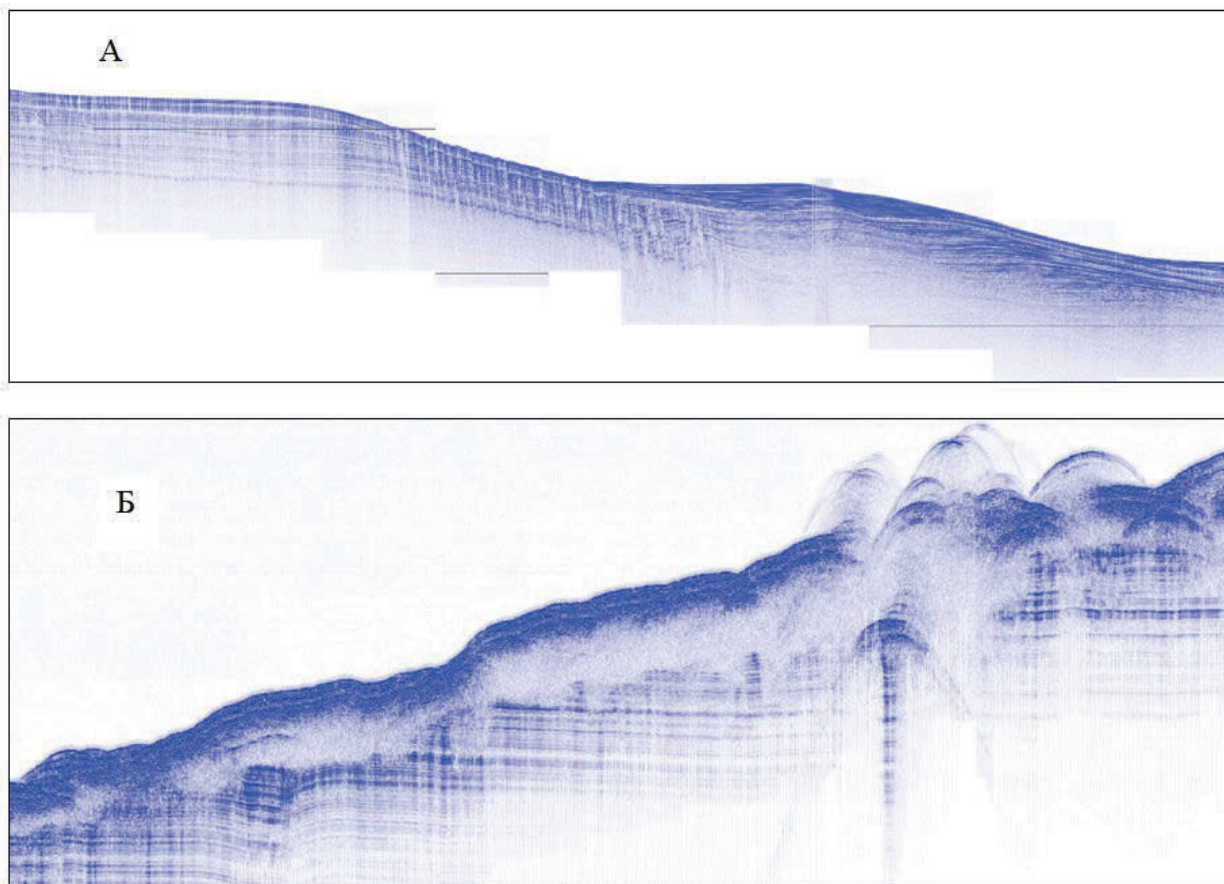
Рис. 15. Ледовостойкая платформа (а) и расположение станций донного опробования вдоль линии дрейфа ЛСП (б).

Донные осадки сложены слоями коричневого, бежевого и оливкового и алевропелита и пелита с редкой примесью песка. Часто встречается чередование в разрезе тонкозернистых и грубозернистых слоев, что говорит о значительном влиянии на процессы осадконакопления турбидитов. Встречены также розовые слои, имеющие важное стратиграфическое значение. В оливковых прослоях часто встречаются остатки агглютированной и карбонатной микрофауны. Состав грубой фракции (>63 мкм) данного слоя достаточно однообразен и представлен по большей части слюдами и остатками растений – компонентами, отличающимися плоской формой и низкой плотностью. Отобранные образцы будут проанализированы с определением гранулометрических и минералогических характеристик для оценки силы палеотечений в этой части Арктики [4].

Для изучения донно-каменного материала (ДКМ) отбираются все частицы размером 10 мм и более. К концу февраля всего отобрано 216 таких обломков. Частицы достаточно небольшие: их размер по наибольшему измерению редко превышает 2 см (максимальный размер – 6 см). Они окатаны достаточно слабо: примерно половину всех частиц составляют угловатые по шкале Хабакова; хорошо окатанные и отлично окатанные частицы не превышают в сумме 8% от всех образцов. Качественный состав частиц разнообразен: карбонатные породы (доломит и известняк) составляют 32% материала, магматические, наиболее широко представленные средними и основными – 24%, обломки осадочных пород, таких как песчаник, алевролит и аргиллит, составляют 23%, метаморфических несколько меньше – 18%, а содержание аутигенных железомарганцевых корок достигает 3%. При этом состав ДКМ на восточном склоне хребта Ломоносова отличается обилием



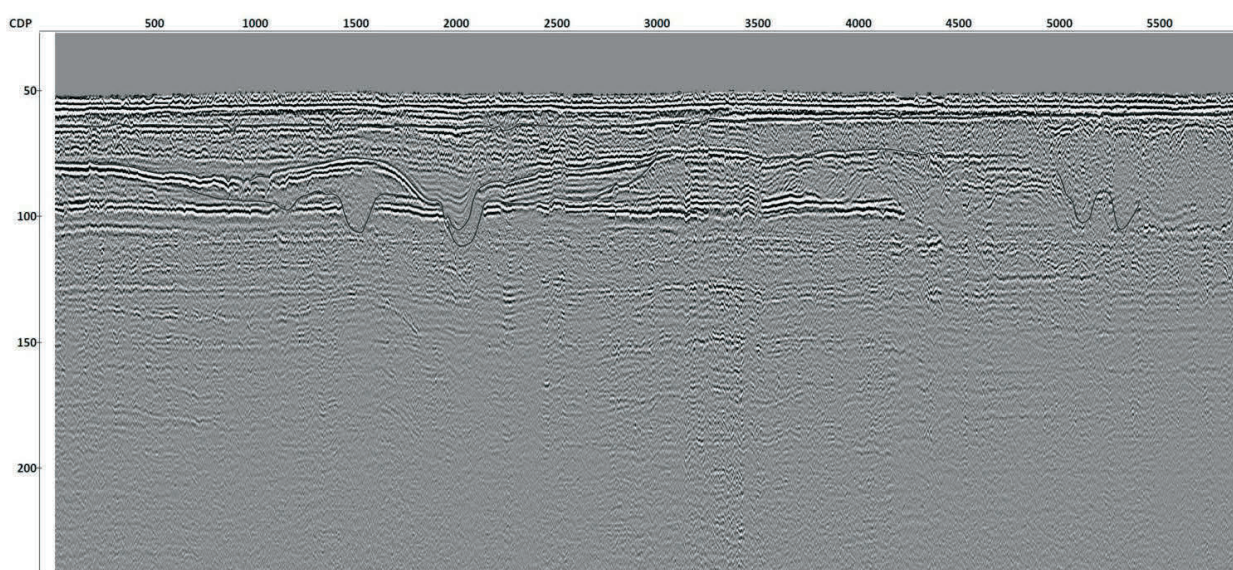
доломита, алевролита, кристаллического сланца, основных магматических пород, а на западном содержится больше песчаника, аргиллита и угля. В то же время на обоих склонах наблюдаются пики содержания магматических кислых и средних пород и осадочных рассланцованных, а на вершине хребта – известняка, филлита и ЖМК.



*Рис. 16. Примеры сейсмоакустической записи вдоль линии дрейфа ЛСП: А – в котловине Амундсена на глубине 4100-4200 м, и Б – хребте Ломоносова в районе 86° с.ш. на глубине около 1300-1400 м.*

Сейсмоакустические данные, получаемые при помощи глубинного параметрического профилографа PARASOUND P70, пишутся почти непрерывно с 4 октября 2022 г. К концу февраля имеется более 1300 км профилей. За время дрейфа отмечены и описаны разнообразные структуры как в котловинах, так и на хребте. Например, в котловине Амундсена, помимо плоских параллельных рефлекторов, означающих гемипелагический режим осадконакопления, встретились сигмоидальные структуры (рис. 16А), характеризующие развитие тут контуритов. На склонах хребта встретились многочисленные свидетельства склоновых процессов в виде хаотичных линз – оползневых тел, несогласий; на плоской вершине хребта, помимо мощных слоёв ровных гемипелагических осадков, в районе 86° с.ш., на протяжении как минимум 30 км встречались горизонтально залегающие слои осадочного чехла, эродированные и перекрытые акустически прозрачным слоем и тонким слоем современных осадков (рис. 16Б).

В восточной части Восточно-Сибирского моря (№ 4 на Рис. 11) по заказу ВНИИОкеангеология выполнено сейсмоакустическое профилирование силами акционерного общества СПЛИТ. Работы проводились с НИС «Профессор Молчанов» в сентябре 2022 года с использованием спаркера. Получено 500 км сейсмоакустических профилей, глубинность записи на которых колеблется от 10 до 50 м. Район характеризуется сложным строением верхней части осадочного чехла. Несколько факторов приводят к маскировке полезной записи сейсмоакустического разреза, к которым относится развитие многолетнемерзлых пород ниже поверхности морского дна, загазованность осадков и пр. Вместе с тем, во многих местах наблюдается слоистое строение толщи чехла, с угловыми несогласиями, косослоистыми толщами выполнения, врезами палеодолин, которые часто располагаются на нескольких стратиграфических уровнях (рис. 17). Большая часть этих палеорусел относится к системе пра-Колымы.



*Рис. 17. Пример сейсмоакустической записи вдоль линии профиля GK-South в южной части района исследований в Восточно-Сибирском море*

В юго-западной части Охотского моря в июне-июле 2022 г. проведены геологосъемочные работы в рамках листа Госгеолкарты-1000/3 М-55 (мыс Терпения). Для выполнения работ было зафрахтовано научно-исследовательское судно «Профессор Мультановский», принадлежащее ФГБУ «ДВНИГМИ» (г. Владивосток).

Проведено непрерывное сейсмоакустическое профилирование по мелководью у Сахалина и верхней части склона. Пройдено 6 профилей общей длиной 616 километров (рис. 18). Полученные материалы после камеральной обработки позволят уточнить геологическое строение верхней части осадочного чехла западной части Охотского моря. На профилях часто фиксируются склоновые деформации осадков, сползающих и сминающихся в неупорядоченные дисгармоничные складки (рис. 19).



В районе работ донное опробование выполнено на 41 станции. Плейстоцен-голоценовые осадки, вскрытые трубкой и ковшом, представлены в основном алеврито-пелитовыми осадками, часто с примесью песка. На нескольких станциях в кернах были обнаружены раковины морских моллюсков. Такие колонки будут в дальнейшем опорными, по моллюскам предполагается сделать AMS радиоуглеродное датирование для определения возраста отложений и определения скоростей четвертичного осадконакопления. На одной станции найдена карбонатная конкреция.

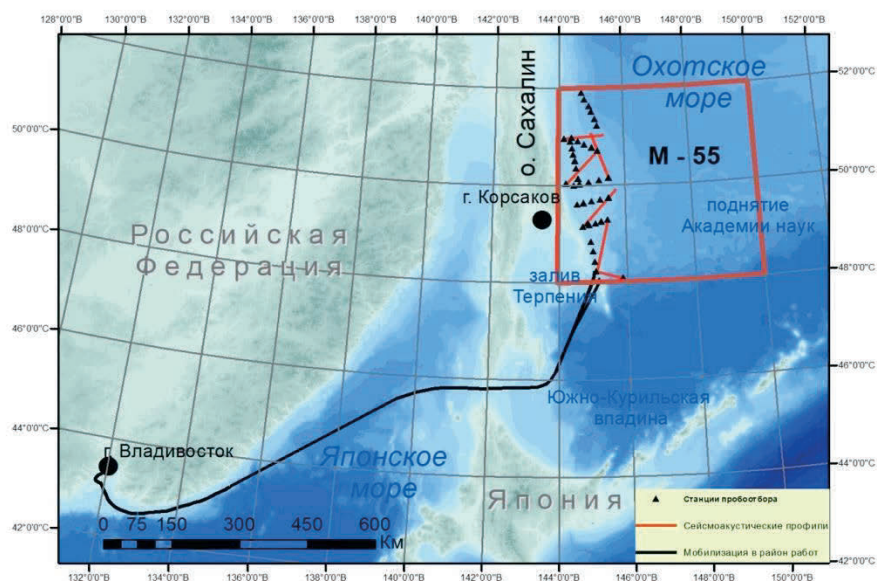


Рис. 18. Положение района исследований в Охотском море с указанием сейсмоакустических профилей и станций донного опробования

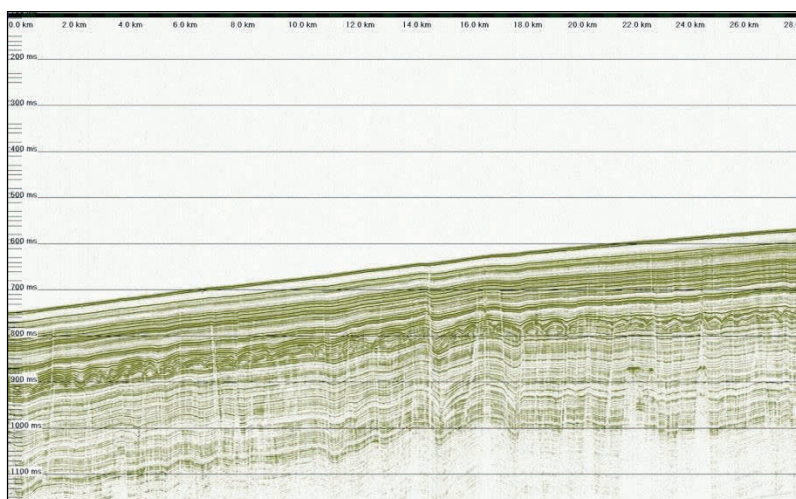


Рис. 19. Фрагмент сейсмоакустического профиля 7, на котором виден слой значительно деформированных осадков (оползневые структуры?)

Пробы газа, растворенного в донных осадках, отобраны из разных горизонтов поддонной глубины опробованных кернов грунтовых трубок. Количество проб газа,



отобранных из одного керна, определялось глубиной вскрытого разреза. Всего было отобрано 142 газовых пробы из донных осадков, выделенных методом хэдспейс.

В образцах газа планируется изучение состава углеводородных (C1-C5) и неуглеводородных газов методами газовой хроматографии, а также изучение состава стабильных изотопов метана в образцах с его повышенным содержанием ( $\leq 1000$  ppm) методом хроматомасс-спектрометрии изотопного соотношения.

В части колонок из разных горизонтов керна отобрано 53 пробы поровой воды. Поровая вода отжималась на центрифуге на скорости 4000 оборотов в минуту, после разделения оставшийся обезвоженный осадок использован в качестве пробы на споро-пыльцевой анализ, а поровая вода очищена через фильтр размерностью 45 нанометров и заморожена для перевозки в лабораторию в Санкт-Петербурге.

Таким образом, в 2022 году силами ВНИИОкеангеология и подрядчиков выполнены морские экспедиционные исследования на арктических и дальневосточных шельфовых морях, а также в глубоководной части Северного Ледовитого океана. Все работы выполнялись по Государственному заданию ФГБУ «ВНИИОкеангеология». Сотрудники ФГБУ «ВНИИОкеангеология» сердечно благодарят экипажи и капитанов НИС «Профессор Молчанов», «Профессор Мультиановский», «Янтарь», а также экипаж ледовостойкой самодвижущейся платформы «Северный Полюс».

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Комаров А.Ю., Гусев Е.А., Крылов А.А., Алексеев А.Ю., Семенов П.Б., Элькина Д.В., Шатрова Е.В., Попова Е.А., Карташов А.О., Беляев П.Ю., Голосной А.С., Захаров В.Ю. Строение дна Баренцева моря в районе западных отрогов возвышенности Персея // Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России. 2022. Выпуск 9. С. 128-132. doi: 10.24412/2687-1092-2022-9-128-132.

2. Аветисов Г.П. Еще раз о землетрясениях моря Лаптевых // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. СПб., ВНИИОкеангеология, 2000, Вып. 3. С. 104-114.

3. Гусев Е.А., Зайончек А.В., Мэннис М.В., Рекант П.В., Рудой А.С., Рыбаков К.С., Черных А.А. Прилаптевоморское окончание хребта Гаккеля // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. СПб., ВНИИОкеангеология, 2002. Вып. 4, с. 40-54.

4. Попова Е.А. Учет присутствия частиц ледового разноса в донных осадках при оценке силы палеотечений: обзор применяемых методов // Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России. 2020. Выпуск 7. С. 244-247. doi:10.24411/2687-1092-2020-10738.