

УДК 551.43

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ ВОСТОЧНО-СИБИРСКОГО МОРЯ В КВАРТЕРЕ

© 2023 г. Член-корреспондент РАН О. В. Петров¹, Д. В. Рябчук^{1,*}, А. Ю. Сергеев¹, Л. М. Буданов¹, В. А. Жамойда¹, И. А. Неевин¹, Е. Е. Талденкова², Д. В. Прищепенко¹, Е. С. Носевич¹, З. В. Пушина¹, А. Г. Григорьев¹, Л. Д. Баширова^{3,4}, Е. П. Пономаренко³

Поступило 20.04.2023 г.

После доработки 21.06.2023 г.

Принято к публикации 29.06.2023 г.

В статье рассмотрены результаты геолого-геофизических исследований прибрежных районов Восточно-Сибирского моря, начатые в 2018 г. в рамках проектов по государственному геологическому картированию (ГК-1000/3) и продолженные в 2022 г. в ходе выполнения гранта РНФ. Составлена сейсмостратиграфическая схема четвертичных отложений, предложена концепция палеогеографического развития региона в позднем неоплейстоцене-голоцене.

Ключевые слова: Восточно-Сибирское море, верхний неоплейстоцен-голоцен, сейсмоакустическое профилирование, датирование, шельф, изменения уровня моря

DOI: 10.31857/S2686739723600741, EDN: KZCUTE

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы геологии, геоморфологии, истории геологического развития и ресурсного потенциала Арктического шельфа привлекают к себе пристальное внимание исследователей. В то же время степень изученности дна морей российской Арктики остается крайне неравномерной. К наиболее слабоизученным акваториям относятся прибрежные районы Восточно-Сибирского моря. Так, до последнего времени, акваториальная часть листов R-58-60 государственной геологической карты масштаба 1 : 1 000 000 в буквальном смысле слова представляла собой “белое пятно”. Объем имеющихся данных по сейсмоакустическому профилированию для исследованного района крайне ограничен — экспериментальные геолого-геофизические работы с применением этого метода были осуществлены в 1987–1988 гг. в Колымском заливе, в 2010 г. ГНПП “Севморгео” пройден региональный профиль 5AP (к западу от

острова Врангеля). Единственная относительно глубокая скважина (650 м) в районе исследований была пробурена на острове Айон [1].

Ограниченная информация о строении приповерхностного геологического разреза содержится в ряде неопубликованных отчетов 1970-х — 1980-х гг. и статей [7, 9, 10, 11]. Отсутствие данных сейсмоакустического профилирования и радиоуглеродных датировок четвертичных отложений дна акватории вызвали неоднозначность в интерпретации геологической истории территории в четвертичное время.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В ходе экспедиций ФГБУ “ВСЕГЕИ” в 2018 и 2020 г., организованных в рамках государственного геологического картирования (ГК-1000/3) листов R56-60 и S-55.56, охватывающих прибрежные районы Восточно-Сибирского моря от Новосибирских островов до о. Врангеля, было выполнено 3400 км непрерывного сейсмоакустического профилирования (НСАП) с одновременным использованием нескольких методов (спаркер, пневмопушка, профилограф), 3200 км профилирования методом гидролокации бокового обзора (ГЛБО) и многолучевого эхолотирования, выполнена 191 станция донного пробоотбора с применением бокс-корера (рис. 1), с помощью гравитационной ударной трубки отобрано 29 грунтовых колонок (длиной от 0.25 до 2.5 м) (рис. 2).

¹ВСЕГЕИ им. А.П. Карпинского, Санкт-Петербург, Россия

²Московский Государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

³Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук, Москва, Россия

⁴Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, Калининград, Россия

*E-mail: Daria_Ryabchuk@vsegei.ru

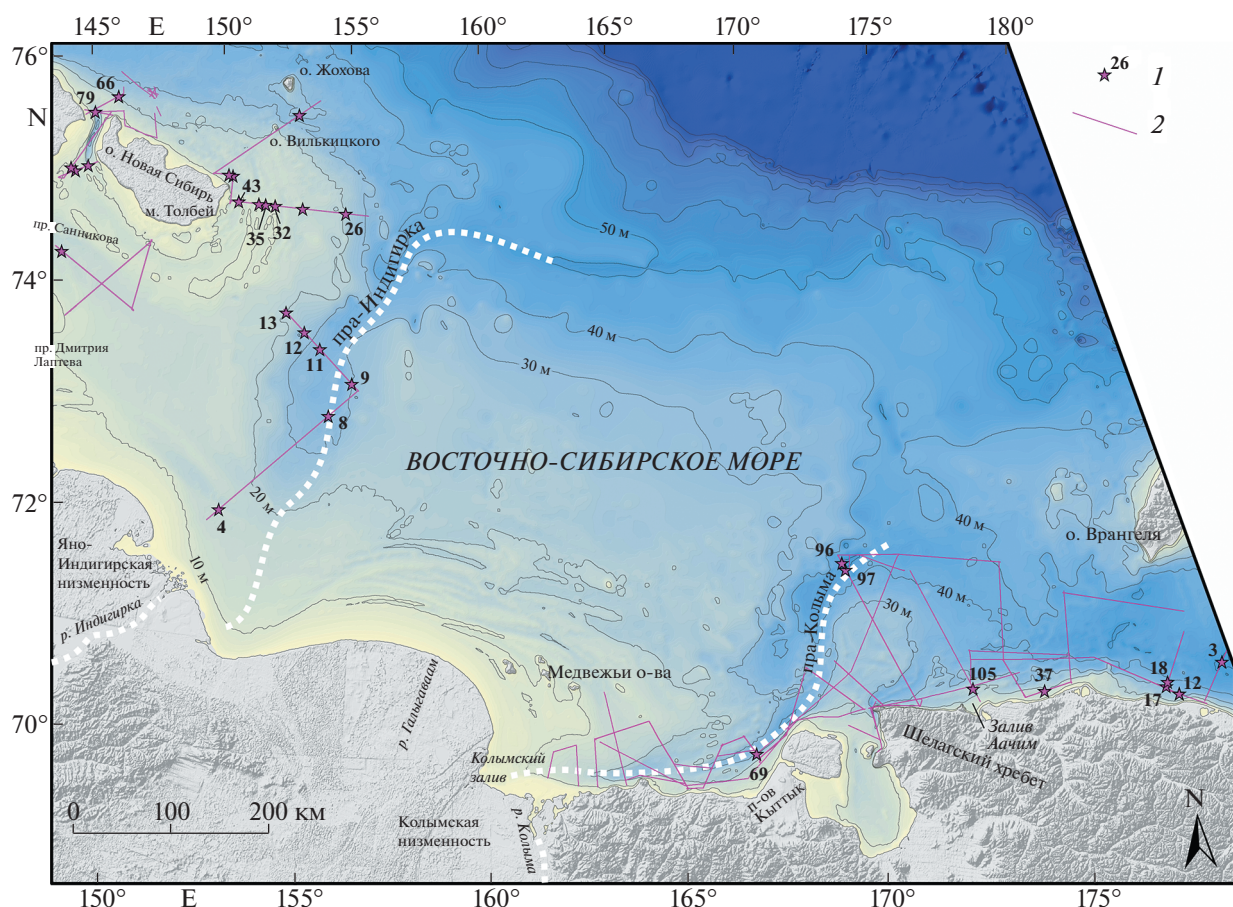


Рис. 1. Схема расположения фактических материалов ВСЕГЕИ 2018 и 2020 г.: 1 – станции отбора грунтовых колонок; 2 – профили разночастотного НСАП.

В 2022 г. в ИО РАН был выполнен анализ 11 кернов донных отложений с использованием автоматизированной системы для комплексного изучения кернов Geotek MSCL-XYZ (сканирование, фотографирование, геохимические исследования). Результаты XRF-анализа сглажены с помощью расчета скользящего среднего (окно = 7). Во ВСЕГЕИ с применением лазерного анализатора размеров частиц Microtrac MrV был выполнен детальный гранулометрический анализ 29 грунтовых колонок (разрешение 1 см). Для шести кернов проведен палинологический и диатомовый анализ. Впервые для исследуемого района в лаборатории радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии Института географии РАН и Центре прикладных изотопных исследований Университета Джорджии (США) получены 13 радиоуглеродных дат донных отложений (по рассеянному органическому веществу) (табл. 1). Определение концентрации органического углерода (Сорг) проводили на экспресс анализаторе углерода АН-7529М методом автоматического кулонометрического титрования по величине рН в лаборатории геологии Атлантики АО ИО РАН.

Для создания цифровой батиметрической модели, необходимой для геоморфологического анализа и интерпретации геолого-геофизической информации при составлении карты четвертичных образований и палеогеографических реконструкций, были использованы морские навигационные карты масштаба 1 : 500000 и 1 : 200000. В программе ArcGIS оцифрованы точки промеров глубин и изобаты, с помощью модуля ArcGIS “Spatial analyst” выполнена интерполяция методом “Topo to raster”.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По данным анализа НСАП и колонкового пробоотбора, в сводном разрезе выделено пять сейсмостратиграфических толщ (ССТ) четвертичных отложений, которые, в свою очередь, локально могут подразделяться на более дробные подразделения, построены ГИС-схемы кровли и мощности выделенных ССТ вдоль профилей, составлена предварительная сейсмостратиграфическая схема четвертичных отложений прибрежно-

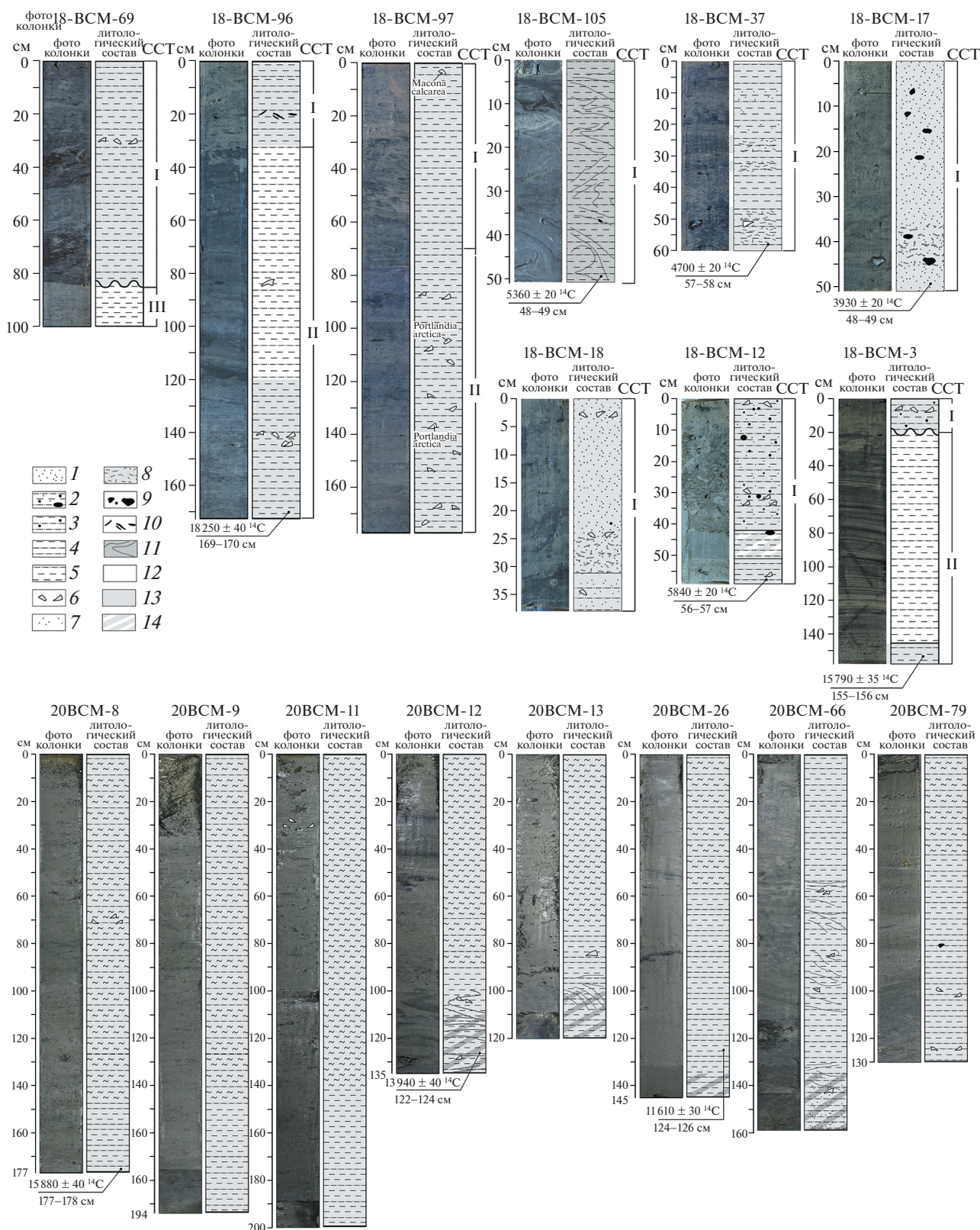


Рис. 2. Фотографии и литологический состав грунтовых колонок: 1 – песок мелкозернистый; 2 – миктит (алевроглины с песчаными зернами, единичным гравием и галькой); 3 – песчано-пелитовые алевролиты с единичным гравием; 4 – пелитовые алевролиты; 5 – алевропеллит; 6 – обломки раковин моллюсков; 7 – примесь тонкопесчаного; 8 – биогенные текстуры (ходы илоедов); 9 – включения гальки и гравия; 10 – растительный детрит; 11 – крупные складки с “мраморовидной” текстурой, образованной в результате ледово-морской экзарации морского дна торосистыми образованиями; 12 – слоистые; 13 – неслоистые крапчатые, неоднородные (перемешанный); 14 – тугопластичные.

Таблица 1. Станции пробоотбора кернов донных отложений и результаты определения возраста (материал для радиоуглеродного датирования – рассеянное органическое вещество)

Номер станции	Широта, с. ш.	Долгота, в.д.	Глубина моря, м	Длина керна, см	Результаты определения возраста отложений					
					Интервал отбора пробы, см	Лабораторный номер пробы	¹⁴ C возраст, л.н.	Погрешность	Кал. возраст (cal. BC), 2 sigma*	Кал. возраст, л.н.**
18BCM-3	69.6889	179.708	61	158	155–156	IGAN _{AMS} 7551	15790	±35	17196–16986	18584
18BCM-12	69.552	178.364	36.8	57	56–57	IGAN _{AMS} 7552	5840	±20	4786–4668	6200
18BCM-17	69.6497	178.1067	39.1	49	48–49	IGAN _{AMS} 7553	3930	±20	2474–2340	3906
18BCM-37	69.9269	174.986	22.3	58	57–58	IGAN _{AMS} 7554	4700	±20	3467–3374	4920
18BCM-96	71.4816	170.317	47.5	172	169–170	IGAN _{AMS} 7556	18250	±40	20365–20153	21753
18BCM-105	70.107	173.155	21.7	49	48–49	IGAN _{AMS} 7557	5360	±20	4201–4162	5685
20BCM-4	72.1872	152.0093	15.3	30	20–30	IGAN _{AMS} 8974	12780	±35	13443–13150	14781
20BCM-8	73.1303	155.1053	34.9	190	177–178	IGAN _{AMS} 8975	15880	±40	17386–17059	18690
20BCM-12	73.8788	154.1397	27	140	122–124	IGAN _{AMS} 8976	13940	±40	15126–14823	16510
20BCM-20	75.8581	153.2897	32.8	40	35–37	IGAN _{AMS} 8977	10345	±30	10250–10022	11717
20BCM-26	74.9907	155.2465	21.5	145	124–126	IGAN _{AMS} 8978	11610	±30	11567–11455	13017
20BCM-32	75.0081	152.7472	13.9	50	36–38	IGAN _{AMS} 8979	12970	±35	13712–13382	15062
20BCM-35	75.0083	152.4034	17.6	20	10–12	IGAN _{AMS} 8980	15325	±50	16834–16663	18206

* – Calib REV8.20 (<http://calib.org/calib/calib.html>), IntCal20 [14, 16]. ** – с учетом резервуарного эффекта для Чукотского моря 460 лет [15].

шельфовой зоны Восточно-Сибирского моря (от Новосибирских островов до о-ва Врангеля).

Следует отметить, что при отсутствии к настоящему времени материалов стратиграфического бурения непосредственно в исследуемой акватории возрастная интерпретация нижних сейсмоторщ выполнена на основе данных по прилегающей суше, и представляется далеко не однозначной и, очевидно, требует дальнейших исследований.

При создании единой сейсмостратиграфической схемы южной части Восточно-Сибирского моря мы опирались на имеющиеся в нашем распоряжении данные по исследованию грунтовых колонок, результаты исследований, выполнявшихся на островах и на материковой суше [2, 3, 5], и на прилегающих участках дна акватории Чукотского моря [6]. Учитывались данные публикаций по внешнему шельфу Восточно-Сибирского моря и морю Лаптевых ([13] и др.), материалы государственной геологической съемки суши и островов, а также неопубликованные (фондовые) отчеты 1971–1988 гг. по поисковым геологическим работам.

На современном уровне знаний сейсмостратиграфическая схема выглядит следующим образом.

ССТ5 в западной части площади имеет возраст гелазий – нижний неоплейстоцен, в восточной части – гелазий (?) – нижний неоплейстоцен, предположительно при преобладании морских отложений, в разрезе присутствуют озерные и аллювиальные образования. ССТ4 – нижний (?) – средний неоплейстоцен, озерные, аллювиальные и морские нерасчлененные отложения. ССТ3 – верхний неоплейстоцен, морские отложения (казанцевская трансгрессия), озерные отложения либо перерыв в осадконакоплении (зырянская регрессия). ССТ2 – верхнее звено неоплейстоцена, морские отложения (каргинское потепление), коррелируются с молотовским горизонтом едомной свиты на суше. ССТ1 – верхний неоплейстоцен (сартанское похолодание) – голоцен (послесартанское потепление – ингрессия моря), морские отложения различных фаций. Отложения ССТ1 характеризуют последовательную смену озерных (преимущественно термокарстовых), прибрежно-морских, лагунных и морских отложений. Выделенные ССТ характеризуют цикличность осадконакопления с конца среднего неоплейстоцена (рис. 3, 4).

Пробоотбором вскрыты отложения ССТ4–ССТ1. Верхние части разрезов, опробованных ССТ4–ССТ2, представляют собой крайне плотные отложения, прошедшие субаэральную стадию при похолоданиях и регрессиях (средне-неоплейстоценовом, зырянском и сартанском соответственно), что обусловило небольшую длину полученных кернов.

Опробованные отложения ССТ4 (нижний (?) – средний неоплейстоцен, озерные, аллювиальные и морские нерасчлененные отложения) (керны 20ВСМ-46, 20ВСМ-47)¹ характеризуют неустойчивые условия среды седиментации в пресноводном водоеме, имевшем низкую биопродуктивность, близость источников сноса.

Колонки, опробовавшие верхние горизонты ССТ3 (верхний неоплейстоцен, казанцевская трансгрессия – зырянская регрессия) (20ВСМ-35 (20–0 см), 20ВСМ-79 (130–78 см), 20ВСМ-69, 20ВСМ-70 и 20ВСМ-71 (20–0 см)) также характеризуют пресноводную среду, низкую биопродуктивность, однако имеют более тонкозернистый состав. Колонки, отобранные в ССТ2 (верхний неоплейстоцен (каргинская трансгрессия – сартанская регрессия) (20ВСМ-37 (23–0 см), 20ВСМ-1 (20–0 см) и 20ВСМ-4 (37–0 см), 18ВСМ-69 (100–80 см) характеризуют активную гидродинамическую среду седиментации, низкую палеосоленость водоема, стабильность гидрхимических условий.

Отложения ССТ1 опробованы наибольшим количеством грунтовых колонок, причем при выборе станций по профилям НСАП удалось получить материал для исследований различных возрастных срезов отложений и проследить, таким образом, развитие послесартанской трансгрессии. Для характеристики нижней части ССТ1 наиболее информативными являются грунтовые колонки 18ВСМ-3 (пролив Лонга), 18ВСМ-96 и 18ВСМ-97 (палеодолина р. Колымы).

Отложения колонки 18ВСМ-3 (интервал 158–38 см) резко отличаются по своим характеристикам от осадков опробованных в этом районе колонок, интерпретируемых как отложения голоцена [17]. Толща характеризуется отчетливой субгоризонтальной стратификацией алевроглинистых отложений, не нарушенной следами бентосной активности или воздействием льда, высоким содержанием $C_{орг}$ (2%). Гранулометрические параметры отложений в этом интервале относительно постоянны, доля пелитовых частиц превышает 50% от состава осадка, что свидетельствует о спокойных условиях придонной гидродинамики. Также отложения этой части разреза отличаются от голоценовых осадков по геохимическим показателям. В пылецевых спектрах осадков, опробованных на станции 18ВСМ-3, присутствует пыльца хвойных деревьев, которая могла переноситься туда с пресноводными потоками из южных регионов. По данным диатомового анализа, в отложениях интервала 156–112 см доминируют пресноводные диатомеи, присутствуют бентосные солоноватоводные, что может интерпретироваться

¹ Результаты исследований колонок, обсуждаемых в тексте, приведены в разделе “дополнительные материалы”.

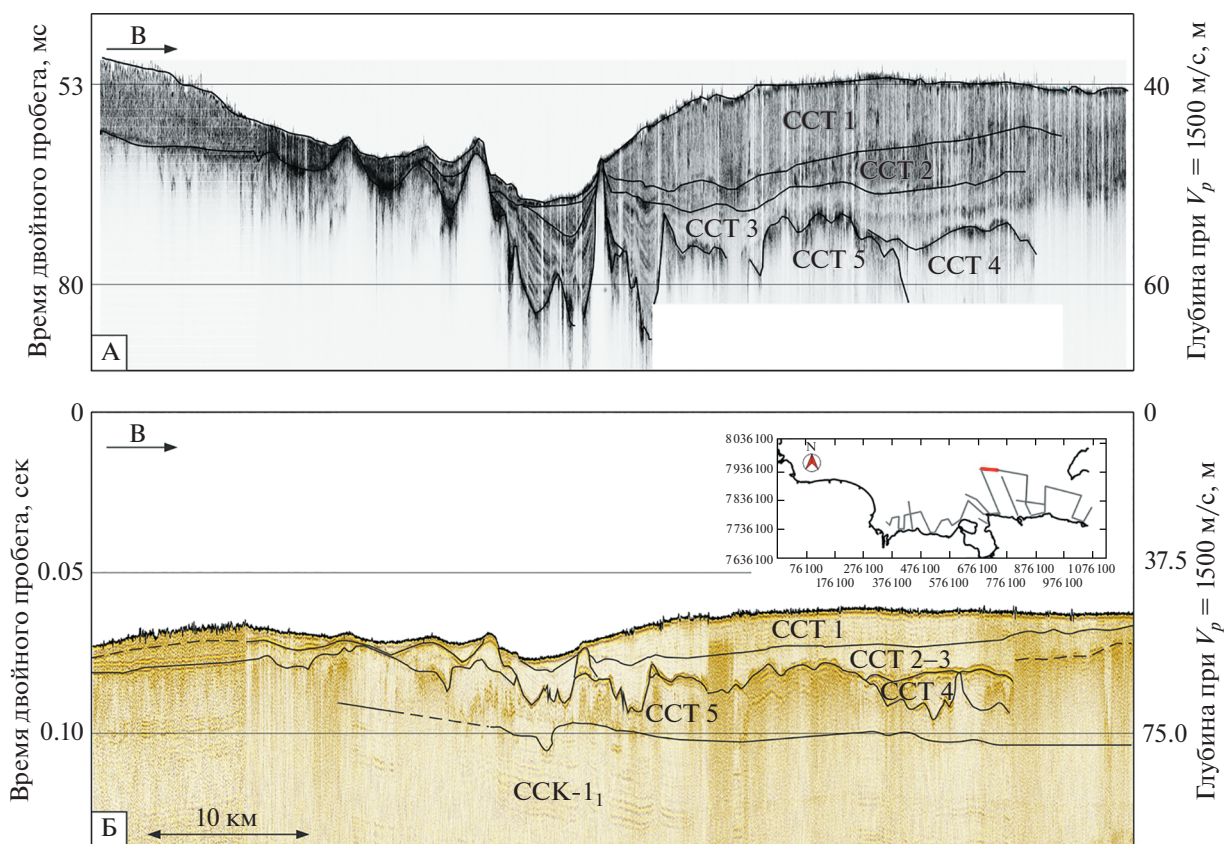


Рис. 3. Сейсмоакустический профиль 0066-1_10: А – временной разрез, полученный с использованием высокочастотного профилографа; Б – временной разрез, полученный с использованием электроискрового источника упругих колебаний (спаркер). Хроностратиграфическая интерпретация CCT – в тексте.

как озерные, либо лагунные условия (с заметным притоком пресной воды) [17].

Сходные выводы можно сделать и по результатам расчета палеосолёности с использованием распределения в отложениях концентраций брома. Для нижнего горизонта колонки получена датировка 18 584 календарных лет назад (кал.л.н.) ($IGAN_{AMS}$ 7551) (табл. 1), которая, вероятно, удревнена за счет привноса древнего органического вещества, однако в любом случае характеризует временной диапазон между началом поздне-неоплейстоценового потепления и временем, когда морская трансгрессия достигла рассматриваемого района. По комплексу описанных признаков отложения этой части разреза колонки отвечают осадконакоплению в котловине термокарстового озера.

Переход к прибрежно-морским (лагунным?) условиям седиментации в колонке 18ВСМ-3 достаточно четко фиксируется по всем изученным параметрам (палеосолёность, комплекс диатомовых водорослей, геохимические показатели) на интервале 0–30 см [17]. Механизм смены озерно-термокарстовых отложений лагунными вследствие термоабразии берегов, в какой-то мере яв-

ляющийся аналогом процессов, происходивших в ходе трансгрессии, прослежен на современных арктических побережьях.

Мелководно-морские условия седиментации (при разнообразии фациальных обстановок) характеризуют колонки 18ВСМ-96 (33–0 см), 18ВСМ-97 (65–0 см), 18ВСМ-12, 18ВСМ-105, 20ВСМ-8 (175–35 см), 20ВСМ-9 (175–40 см), 20ВСМ-11, 20ВСМ-12, 20ВСМ-13 (74–0 см), 20ВСМ-26, 18ВСМ-3 (38–0 см), 20ВСМ-66, 18ВСМ-37, 18ВСМ-17, 18ВСМ-18. Типично морские отложения позднего голоцена опробованы в верхних горизонтах колонок 20ВСМ-8 (35–0 см) и 20ВСМ-9 (40–0 см), а также в поверхностных пробах, отобранных бокс-корером.

Основной нашей задачей является разработка непротиворечивой возрастной модели с учетом всех полученных данных и общей концепции палеогеографического развития морей Восточной Арктики, Новосибирских о-вов. С этой точки зрения крайне важными являются детальные исследования грунтовой колонки 20ВСМ-8, которая была выбрана в качестве одной из опорных. Керна отобран в наиболее глубокой части палеодолины р. Индигирки, для забоя которой на ин-

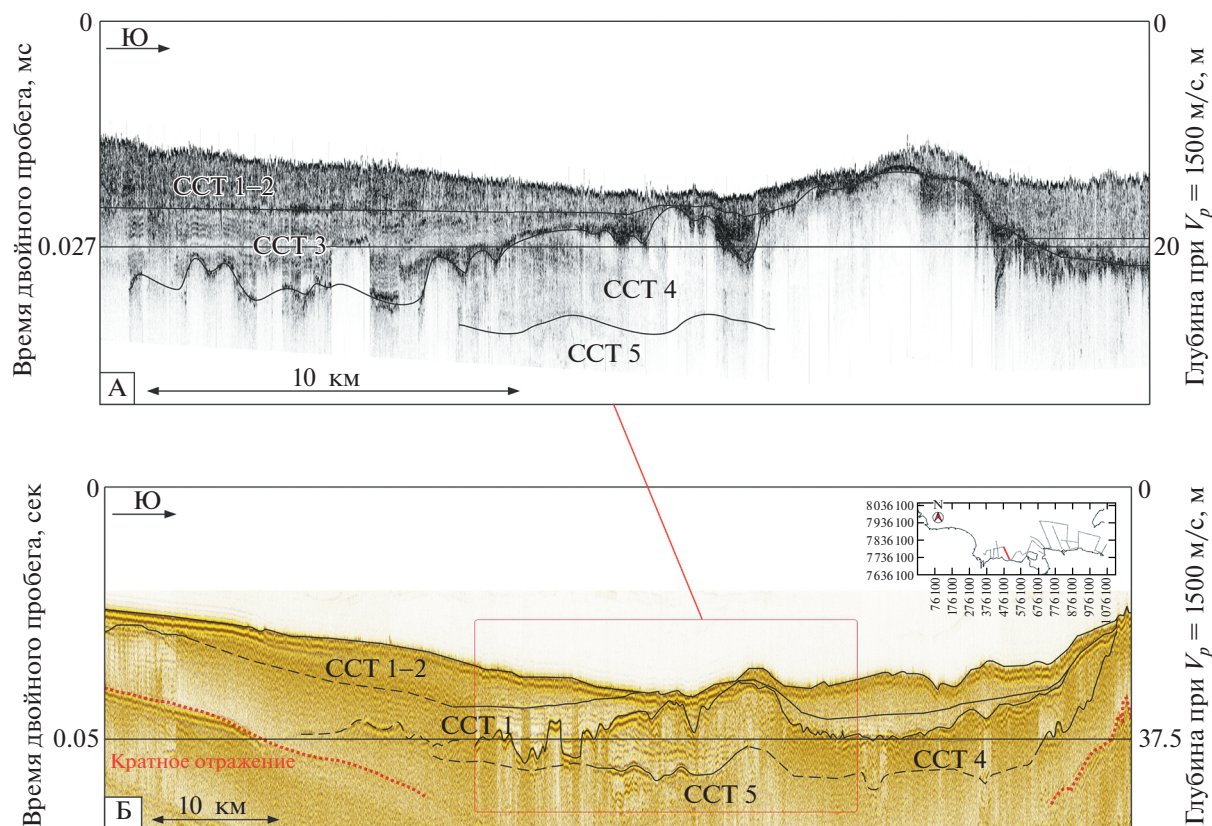


Рис. 4. Сейсмоакустический профиль ESS-07_ESS-8: А – временной разрез, полученный с использованием высокочастотного профилографа; Б – временной разрез, полученный с использованием пневматического источника упругих колебаний. Хроностратиграфическая интерпретация CCT – в тексте.

тервале 177–178 см получена радиоуглеродная датировка 18690 кал.л.н. (IGAN_{AMS} 8975) (табл. 1), однако как по характеру сейсмоакустической записи в районе отбора колонки (мощность CCT1 согласно данным НСАП в месте отбора колонки 20ВСМ-8 составляет около 5 м), так и по результатам геохимических и гранулометрических исследований (рис. 5), указывающих на нефелоидное осадконакопление в прибрежно-морских (солонатоводных) условиях (забой колонки) с постепенным переходом к типичному морскому осадконакоплению, вся колонка сформировалась в голоцене.

По результатам изучения микрофоссилий в осадках колонки установлена немногочисленность бентосных фораминифер и остракод, в особенности в верхних 60 см осадков, где наблюдается частичное растворение карбоната раковин, а также повсеместное преобладание видов, характерных для мелководных районов внутреннего шельфа арктических морей. Это бентосные фораминиферы *Haynesina orbicularis*, *Elphidium bartletti*, *E. incertum*, *Elphidiella groenlandica*, *Buccella frigida*, *Polymorphina* spp., и эвригалинные остракоды видов *Paracyprideis pseudopunctillata* и *Heterocyprideis*

sorbyana. По всему разрезу многочисленны раковины арктического вида двустворчатых моллюсков *Portlandia arctica*.

Анализ морфологии, стратиграфического и батиметрического положения гряд, расположенных на прибрежных мелководьях по периферии о-ва Новая Сибирь (рис. 6), а также состав и гранулометрические параметры слагающих их отложений, позволили выделить два различных по возрасту и генезису типа гряд – аккумулятивные прибрежно-морские (подводные бары) и гряды течения (в подводных условиях), либо эрозионного (в субаэральных условиях) происхождения [11]. Ледниковые формы рельефа в ходе исследований здесь не установлены.

На основе построенных моделей рельефа дна и существующих представлений об изменении уровня моря [13] построены предварительные палеогеографические реконструкции развития исследуемой площади за последние 24 тыс. лет (рис. 7), которые иллюстрируют асинхронность затопления послесартанской трансгрессией различных районов шельфа Восточно-Сибирского моря. Исследованный район относится к зонам низкой и умеренной геодинамической активно-

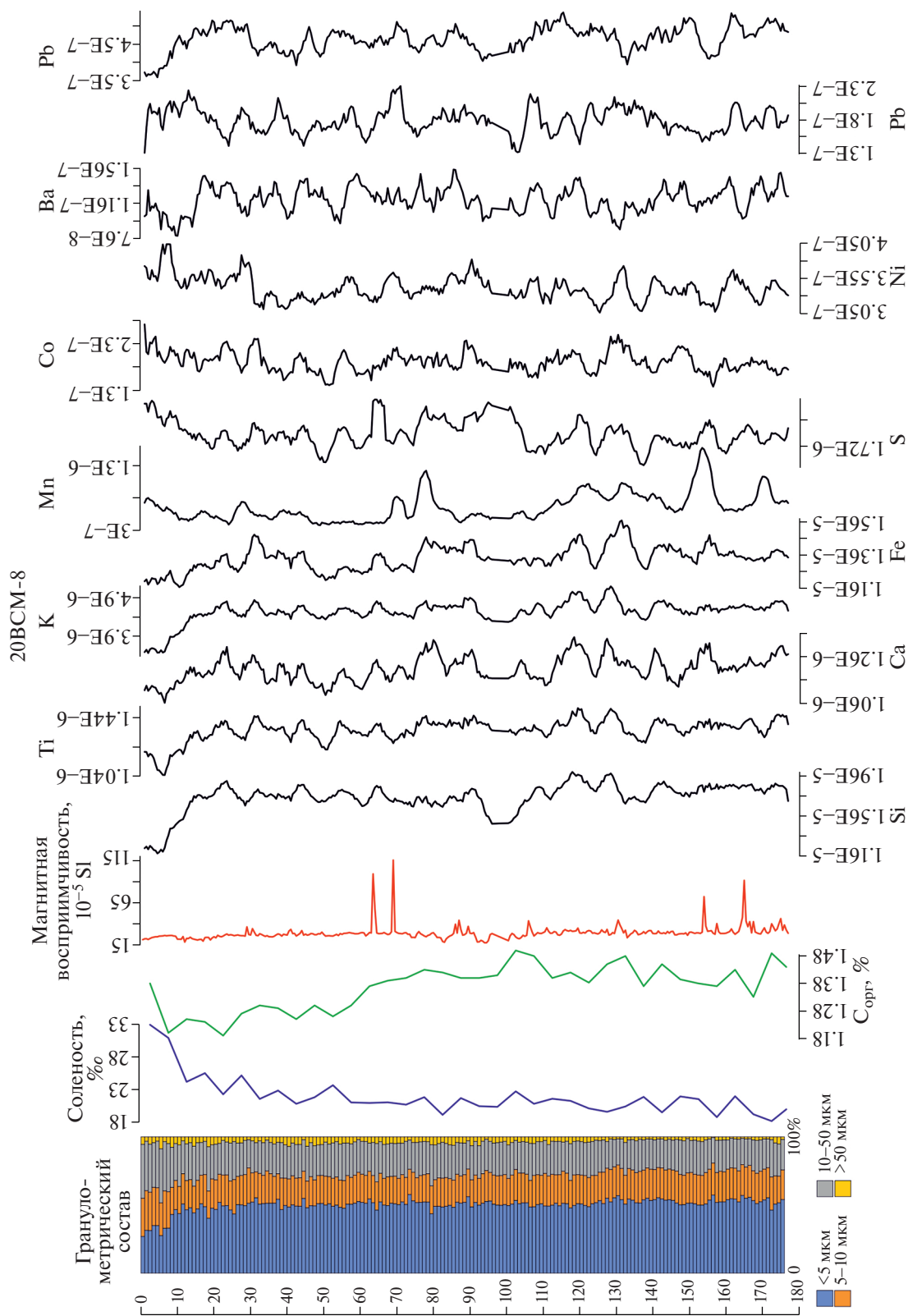


Рис. 5. Результаты послойных аналитических исследований грунтовой колонки 20VCM-8.

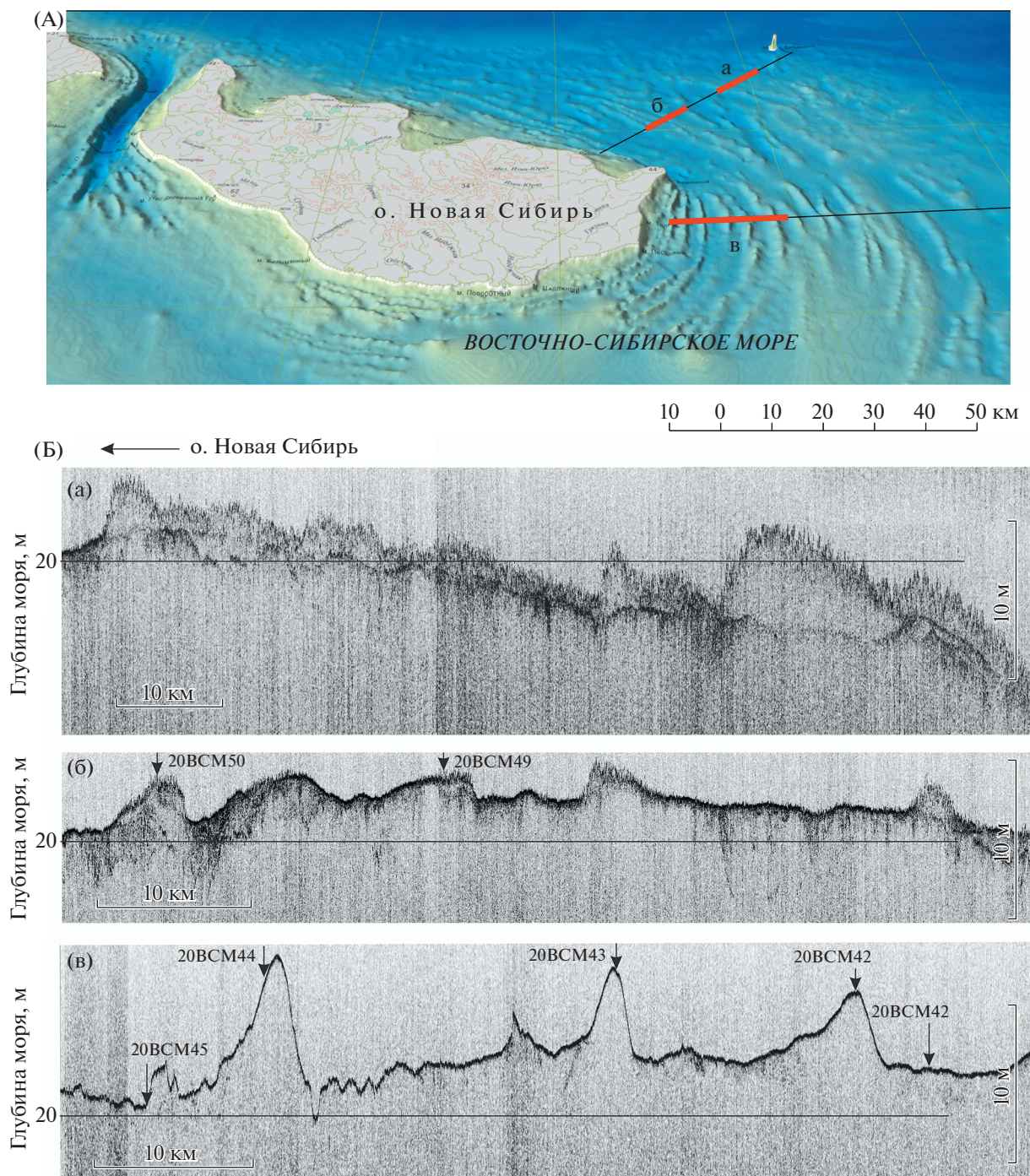


Рис. 6. Подводные формы рельефа вокруг острова Новая Сибирь: А – трехмерная панорама цифровой модели рельефа морского дна с положением некоторых профилей НСАП (красные линии – фрагменты профилей, показанных на рис. Б); Б – фрагменты профилей высокочастотного НСАП (профилограф), пересекающих подводные валы и гряды различного генезиса.

сти [8]. Во время последнего (сартанского) похолодания на всей территории исследования преобладали континентальные условия, превалировали эрозионные и термоэрозионные процессы. В исследуемой прибрежной зоне не обнаружено форм рельефа или отложений, образовавшихся в

результате ледниковой деятельности, что подтверждает отсутствие материкового оледенения на о-вах Врангеля и Новая Сибирь в последний ледниковый максимум. Это подтверждает, в частности, выводы работы [5], которая достаточно убедительно доказывает существование ледника

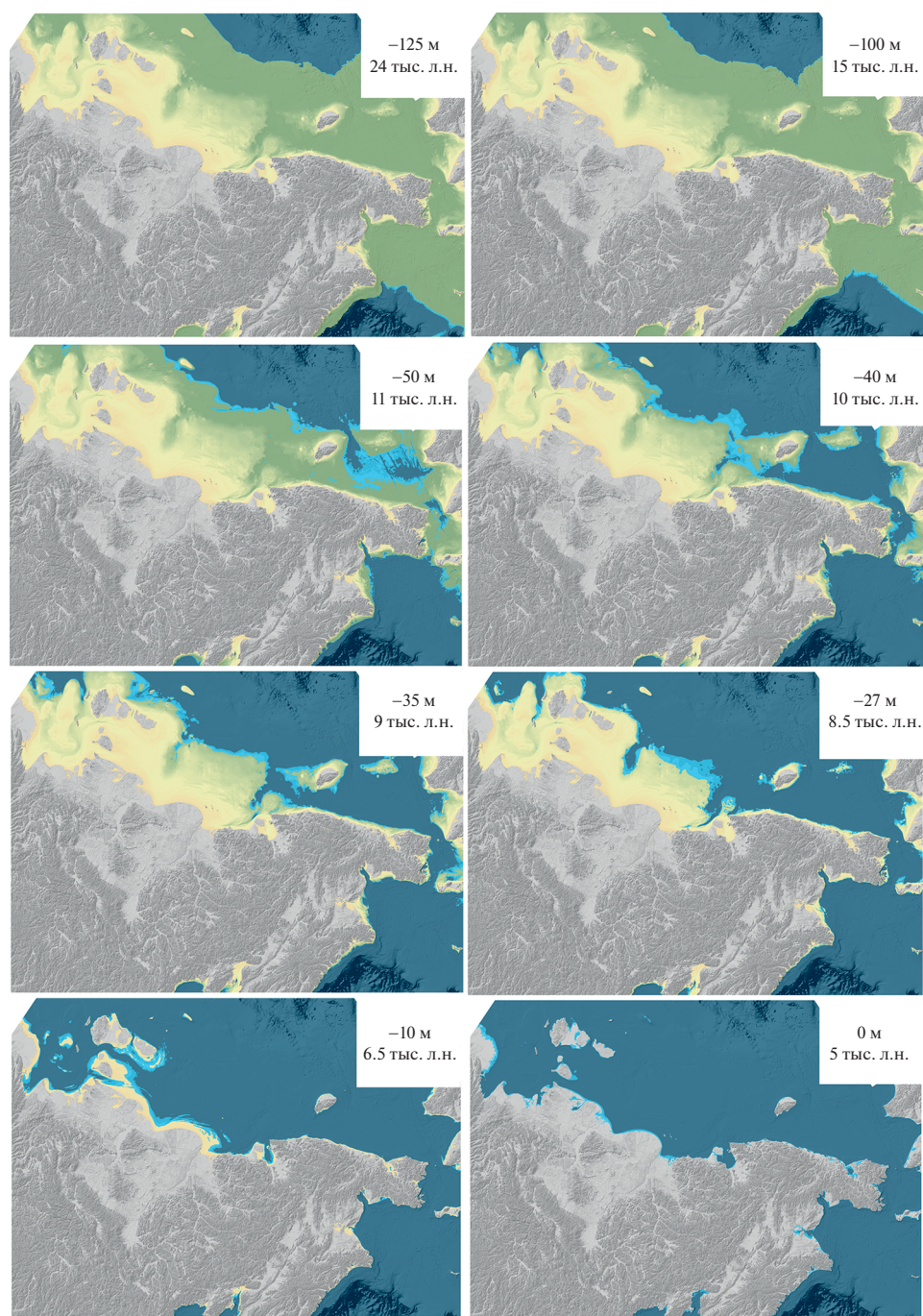


Рис. 7. Палеогеографические реконструкции развития южной части Восточно-Сибирского моря и Чукотского моря в верхнем неоплейстоцене-голоцене. На схемах указаны уровень моря и соответствующий ему период времени.

на о-ве Новая Сибирь только в конце среднего неоплейстоцена.

В конце позднего неоплейстоцена-начале голоцена прибрежные районы Восточно-Сибирского моря представляли собой сушу, на которой в ходе потепления происходило повсеместное развитие термокарста, деградация вечной мерзлоты, активизация эрозионных процессов и осад-

конакопление в мелководных термокарстовых пресноводных озерах. Затопление шельфа шло крайне неравномерно с востока на запад, начиная с Чукотского моря, где около 11 тыс. л.н. сформировался залив, в то время как остальная часть исследуемой площади оставалась сушей. Около 10 тыс. л.н. первые связанные с открытым морем лагуны образовались к западу от о-ва Врангеля.

К 8.5 тыс. л.н. современные прибрежные участки Чукотского и восточной части Восточно-Сибирского моря уже были затоплены морем (рис. 7), в то время как на западе Восточно-Сибирского моря массив суши все еще простирался до современного о-ва Новая Сибирь включительно.

Выполненные палеорекострукции подтверждаются опубликованными результатами исследований и датирования костей крупных млекопитающих на островах Жохова, Беннета и Врангеля ([2, 4] и др.). В период около 8.5 тыс. кал.л.н. существовал морской водоем, глубоко вдающийся в сушу в районе падеodelьт Индигирки и Колымы, а также эстуария реки, впадавшей в море севернее современной Чаунской губы.

Морская трансгрессия развивалась довольно неравномерно, о чем свидетельствуют характерные формы рельефа дна (прибрежные валы, подводные террасы, аванделиты и др.). Скорость накопления голоценовых и современных морских отложений в районе исследования обычно очень низкая (за исключением подводных палеодолин), доказательством чему служит небольшая мощность морских отложений, отобранных грунтовыми трубками. Стратификация голоценовых отложений в значительной степени нарушается из-за повсеместного воздействия дрейфующих льдов на дно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В разрезе четвертичных отложений прибрежной части Восточно-Сибирского моря по результатам анализа полученных в 2018–2020 гг. материалов сейсмоакустического профилирования и геологического проботобора выделены пять сейсмотолщ, в целом, отражающих основные этапы палеогеографического развития региона.

Предложенные палеогеографические реконструкции показали, что в конце позднего неоплейстоцена–начале голоцена прибрежные районы Восточно-Сибирского моря представляли собой сушу, на которой в ходе потепления развивались комплексные термоденудационные процессы, а осадконакопление происходило в континентальных условиях. Трансгрессия морских вод происходила с востока на запад, около 10 тыс. л.н. первые связанные с открытым морем лагуны образовались к западу от о-ва Врангеля; около 8.5 тыс. л.н. на западе Восточно-Сибирского моря массив суши простирался до современного о-ва Новая Сибирь, и существовал глубоко вдающийся в сторону суши ингрессионный залив на месте палеодолины Индигирки, в то время как весь остальной шельф был уже затоплен морем.

Для более достоверного стратиграфического и геохронологического атрибутирования нижних сейсмотолщ необходимы бурение и исследование

скважин в пределах дна акватории. В 2022 г. скважина DL-1 была пробурена ВСЕГЕИ совместно с ПАО “НК “Роснефть”, АО “Росгео” и АО “АМИГЭ” к северу от о-ва Новая Сибирь. Детальное изучение полученного керна позволит продолжить начатые исследования и уточнить сложившиеся к настоящему времени представления о геологическом строении и палеогеографии региона.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят капитанов и экипажи НИС “Иван Киреев” и “Капитан Воронин”, специалистов Центральной лаборатории ВСЕГЕИ и Д.Г. Борисова (ИО РАН) за выполненные на высоком уровне лабораторные исследования.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследования осуществлены при поддержке гранта РНФ № 22-27-00412.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Александрова Г.Н.* Геологическое развитие Чаунской впадины (северо-восток России) в палеогене и неогене. Статья 1. Палеоген // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы, отд. геол. Т. 91. 2016. Вып. 4–5. С. 148–164.
2. *Анисимов М.А., Тумской В.Е., Саватюгин Л.М.* К вопросу об изменениях природных условий Новосибирских островов в позднем плейстоцене и голоцене // Изв. РГО. Т. 134. 2002. Вып. 5. С. 32–37.
3. *Басилян А.Э., Анисимов М.А., Никольский П.А.* Оледенение Новосибирских островов: определяющий фактор геол. строения квартера // Геология полярных областей Земли. Мат. XLII Тект. совещания. 2009. Т. 1. С. 43–45.
4. *Вартанян С.Л.* Остров Врангеля в конце четвертичного периода: геология и палеогеография. СПб: Изд-во Ивана Лимбаха. 2007. 144 с.
5. *Голионко Б.Г., Басилян А.Э., Никольский П.А. и др.* Складчато-надвиговые деформации о. Новая Сибирь (Новосибирские острова, Россия): возраст, морфология и генезис структур // Геотектоника. 2019. № 6. С. 46–64.
6. *Гусев Е.А., Аникина Н. Ю., Деревянко Л.Г. и др.* Развитие природной среды южной части Чукотского моря в голоцене // Океанология. 2014. Т. 54. № 4. С. 505–517.
7. *Дударев О.В. и др.* Новые данные о распределении глинистых минералов в донных осадках шельфа Восточно-Сибирского моря // Межд. конф. “Полезные ископаемые континентальных шельфов” и V (заключительная) конференция по проекту IGC-R464 “Континентальные шельфы во время последнего гляциального цикла”. СПб. 2005. С. 119–122.
8. *Имаева Л.П., Имаев В.С., Середкина А.И.* Сейсмоструктурные деформации активных сегментов

- зоны сопряжения Колымо-Омолонского супертеррейна и Южно-Ануйской сутуры, Северо-Восток России // Геотектоника. 2021. № 1. С. 23–40.
9. Николаева Н.А., Деркачев А.Н., Дударев О.В. Особенности минерального состава осадков шельфа восточной части моря Лаптевых и Восточно-Сибирского // Океанология. 2013. Т. 53. № 4. С. 529–538.
 10. Семенов Ю.П. О некоторых особенностях формирования донных отложений Восточно-Сибирского и Чукотского морей // Антропогенный период в Арктике и Субарктике. Тр. НИИГА. Т. 143. М.: Недра. 1965. С. 350–352.
 11. Сергеев А.Ю., Рябчук Д.В., Жамойда В.А. и др. Морфология и генезис подводных валов и гряд Восточно-Сибирского моря // Геоморфология. 2023, в печати.
 12. Яшин Д.С. Голоценовый седиментогенез Арктических морей России // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. СПб.: ВНИИОкеангеология. 2000. Вып. 3. С. 57–67.
 13. Bauch H.A., Mueller-Lupp T., Taldenkova E. et al. Chronology of the Holocene transgression at the North Siberian margin // Global and Planetary Change. 2001. № 31. P. 125–139.
 14. Heaton T.J., Köhler P., Butzin M. et al. Marine20—the marine radiocarbon age calibration curve (0–55.000 cal BP) // Radiocarbon. 2020. № 62 (4). P. 779–820.
 15. McNeely R., Dyke A.S., Southon J.R. Geological Survey of Canada. Open File 5049. 2006. 3 p. 1 CD-ROM. <https://doi.org/10.4095/221564>
 16. Reimer P.J., Austin W.E.N., Bard E. et al. The IntCal20 10 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration Curve (0–55 cal kBP) // Radiocarbon. 2020. № 62. P. 725–757.
 17. Ryabchuk D.V., Sergeev A.Yu., Budanov L.M., et al. New Data on the Geological Development of the Southern Part of the East Siberian Sea in the Late Pleistocene–Holocene // Oceanology. 2022. V. 62. № 6. P. 903–918.

NEW DATA ON GEOLOGY AND PALAEOGEOGRAPHICAL EVOLUTION OF THE SOUTHERN EAST SIBERIAN SEA

Corresponding Member of the RAS O. V. Petrov^a, D. V. Ryabchuk^{a,*}, A. Yu. Sergeev^a, L. M. Budanov^a, V. A. Zhamoida^a, I. A. Neevin^a, E. E. Taldenkova^b, D. V. Prishchepenko^a, E. S. Nosevich^a, Z. V. Pushina^a, A. G. Grigoriev^a, L. D. Bashirova^{c,d}, and E.P. Ponomarenko^c

^aA.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute, St. Petersburg, Russian Federation

^bLomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

^cShirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

^dImmanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russian Federation

*E-mail: Daria_Ryabchuk@vsegei.ru

The paper deals with the results of geological and geophysical research of shallow-water areas of the East Siberian Sea, started in 2018 in the frame of State Geological Mapping project (Geological Map of 1 : 1 000 000 scale) and continued in 2022 under support of the Russian Science Foundation project. The seismostratigraphic scheme of the Quaternary sediment sequence is compiled, and the conception of the palaeogeographical evolution in the Late Pleistocene–Holocene is proposed.

Keywords: the East Siberian Sea, the Late Pleistocene–Holocene, acoustic-seismic profiling, radiocarbon dating, shelf, sea-level change