

УДК 552.5+551.24

ДАТИРОВКИ РЕФЛЕКТОРОВ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА И ОЦЕНКА СКОРОСТЕЙ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В ПОЗДНЕПЛИОЦЕН–ЧЕТВЕРТИЧНОЕ ВРЕМЯ В ТРОГЕ КИНГ И ОКРЕСТНОСТЯХ (СЕВЕРНАЯ АТЛАНТИКА)

© 2025 г. В. А. Боголюбский^{1,2,3,*}, С. Ю. Соколов¹,
А. П. Денисова¹, К. О. Добролюбова¹

Представлено академиком РАН К.Е. Дегтяревым 17.03.2025 г.

Поступило 17.03.2025 г.

После доработки 20.03.2025 г.

Принято к публикации 24.03.2025 г.

По результатам экспедиционных работ 55-го и 57-го рейсов НИС “Академик Николай Страхов” в районе мезоструктурного комплекса трога Кинг (восточный фланг САХ) были получены данные сейсмоакустического профилирования верхней части осадочного чехла. По сейсмоакустическим разрезам были выделены опорные рефлекторы, которые были скоррелированы с колонками глубоководного бурения DSDP 608 и IODP U1312. Разрезы охватывают всю толщу четвертичных отложений (ледниковые циклы) и часть верхнеплиоценовой толщи. По результатам работ были рассчитаны скорости осадконакопления в пределах различных структур трога Кинг. За последние 1.5 млн лет скорости осадконакопления по всему полигону слабо отличались от фоновых, тогда как ранее фиксируется превышение скоростей относительно фоновых в несколько раз. Отмечается период резко повышенных скоростей осадконакопления (до 180 м/млн лет) около 1.5 млн лет, что может быть связано с резкими климатическими изменениями и колебаниями уровня океана. До начала среднеплейстоценового климатического перехода 1.5 млн лет назад по днищу западной части трога Кинг, вероятно, проходило донное течение, обусловившее большие скорости осадконакопления в днище трога. Тогда как после начала климатического перехода течение прекратилось, что могло быть обусловлено региональной перестройкой Атлантической меридиональной циркуляции. Полученные выводы соотносятся со скоростями осадконакопления и изменениями температуры поверхности океана по данным скважины IODP U1313.

Ключевые слова: акустическое профилирование, Атлантическая меридиональная циркуляция, палеотечения, среднеплейстоценовый переход, стратиграфическая корреляция, придонные течения

DOI: 10.31857/S2686739725060024

ВВЕДЕНИЕ

Анализ пространственного распределения осадочного чехла в Северной Атлантике по данным [1] показывает, что большая часть глубоководной акватории за пределами континентальных окраин (~90%) покрыта чехлом мощностью

менее 1000 м. Основная часть абиссальных котловин и зона Срединно-Атлантического хребта (САХ) имеют мощность осадков от 0 до 500 м. Эти значения получены осреднением по большому количеству маршрутных и полигонных сейсмоакустических промеров, распределённых в пространстве крайне неравномерно. Они имеют генерализованный характер, и в реальности при детальных съёмках (рис. 1) возможны значительные локальные отклонения от осреднённых значений мощностей. Осадочный чехол формируется за счёт суперпозиции двух факторов осадконакопления: пелагического осадения материала из водной толщи со скоростями 5–15 м/млн лет и осадения из донных потоков — турбидитов и контурных течений

¹Геологический институт Российской академии наук, Москва, Россия

²Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, Москва, Россия

³Музей Землеведения Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*E-mail: bogolubskiyv@yandex.ru

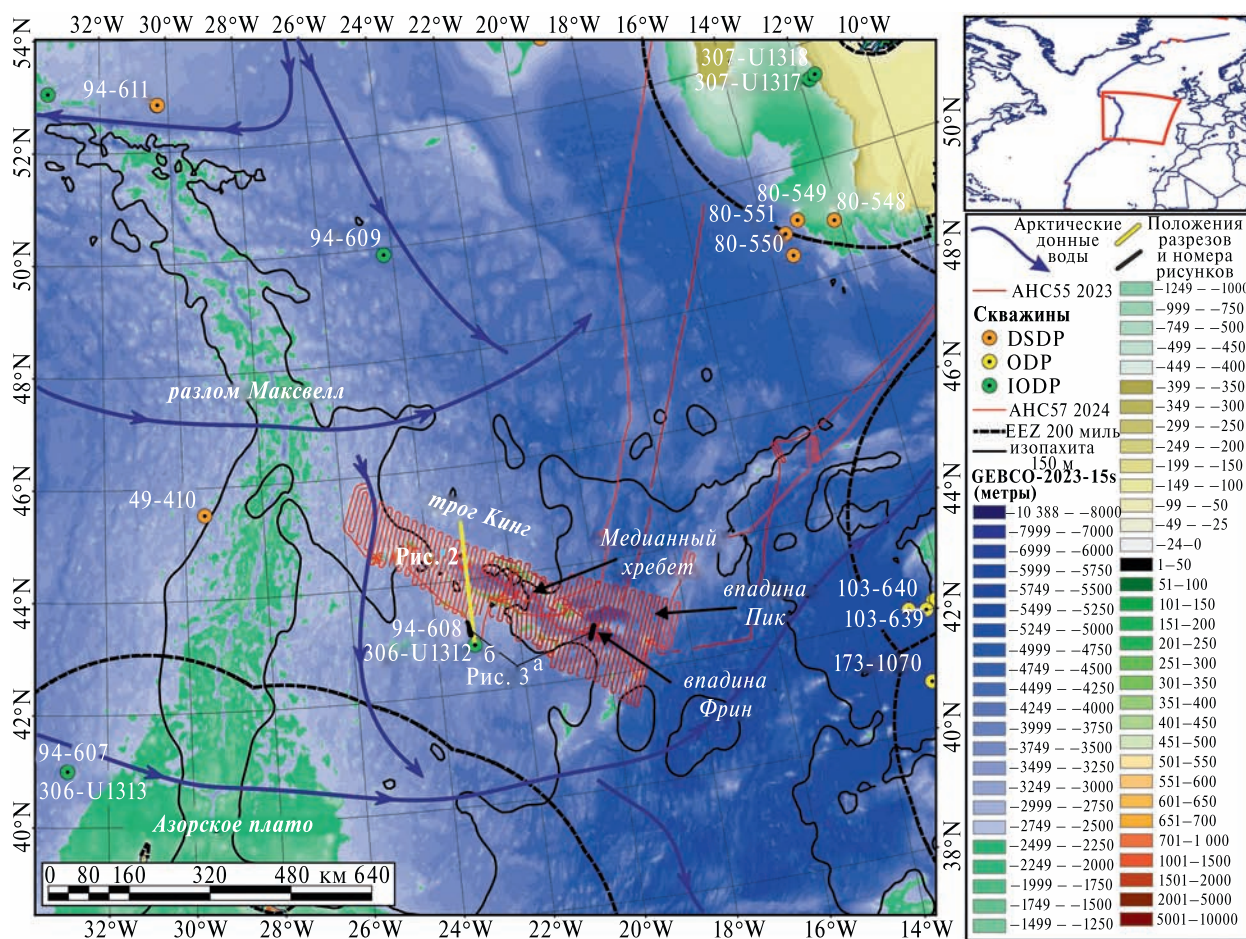


Рис. 1. Положение маршрутного и полигонного промеров 55-го [12] и 57-го [13] рейсов НИС «Академик Николай Страхов» (ГИН РАН, 2023, 2024) в районе троя Кинг (Северная Атлантика), схема движения донных Арктических вод по [5, 6, 7], положения скважин глубоководного бурения DSDP, ODP и IODP, граница 200-мильной эксклюзивной экономической зоны и изопакта 150 м по данным [1]. Рельеф показан по данным GEBCO. Толстыми чёрными и жёлтой линиями показано положение использованных в работе фрагментов сейсмоакустических разрезов на соответствующих рисунках

[2] – со скоростями 50 м/млн лет и более, что подтверждено в Северной Атлантике данными глубоководного бурения [3]. Значительный вклад в колебание скоростей осадконакопления вносит и климатический фактор, в частности ледниковые циклы в четвертичное время, связанные с колебаниями уровня моря [4] и положением придонных течений Атлантической меридиональной циркуляции [5].

В районе работ (см. рис. 1) по данным [6] вдоль восточного фланга САХ с севера на юг проходит ответвление Арктических вод, нарушающее монотонное пелагическое увеличение мощности осадков ортогонально оси хребта. Это видно по области, оконтуренной изопактой 150 м (см. рис. 1) и расположенной по траекториям течений. Кроме того, наблюдаются и субширотные течения, пересекающие САХ по долине трансформного разлома Максвелл [5]

и северной окраине Азорского плато [7]. По данным [1], в пределах области, расположенной по траекториям течений и оконтуренной изопактой 150 м (см. рис. 1), мощности осадочного слоя могут составлять от 500 до 800 м. Также известно, что ответвление течений в узкие и углублённые формы рельефа может аккумулировать в них значительное количество осадочного материала, как, например, в трое трансформного разлома Вима, где скважиной DSDP 26 вскрыто 483 м четвертичных отложений [8].

55-й и 57-й рейсы НИС «Академик Николай Страхов» (ГИН РАН, 2023, 2024) (см. рис. 1) были проведены в районе троя Кинг с пересечением скважин проектов DSDP (608 и 608A) и IODP (U1312A и U1312B) для привязки акустически стратифицированной записи к данным бурения. Скважины пробурены с временным интервалом 22 года в одном и том же месте.

U1312 пробурена с целью сбора расширенного спектра данных [9, 10]. Были выявлены аномалии в пространственном распределении мощностей осадков. Целью настоящего исследования является осуществление максимально правдоподобной датировки выявленных рефлекторов в условиях прерывания их корреляции со скважиной на выступах акустического фундамента и эффективной длительностью сейсмограмм не более 167 мс, а также оценка скоростей осадконакопления в позднеплиоцен-четвертичное время в отрицательной форме донного рельефа с локальным ответвлением донного течения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для анализа общего строения осадочного чехла в районе работ использовались данные непрерывного сейсмического профилирования (НСП), проведённые в рамках подготовки к бурению в проекте DSDP и опубликованные в исходном цифровом представлении [11]. Для анализа строения верхней части разреза осадочного слоя использовались данные 55-го [12] и 57-го [13] рейсов НИС “Академик Николай Страхов” (ГИН РАН, 2023, 2024), полученные параметрическим профилографом Parasound P-35, предназначенным для картирования строения верхней части осадочного чехла (до 150 метров по слабоконсолидированному глинистому разрезу) с высоким разрешением (от 1 до 10 метров в абиссальных условиях), и высокочастотным профилографом EdgeTech 3300 с такими же характеристиками.

Обработка сейсмоакустических данных проводилась в ПО SeisPro (ООО “Деко-геофизика СК”, Россия). Для привязки и геологической интерпретации волнового поля был сделан проход над скважинами DSDP 608 (глубина забоя 530.9 м), 608A (146.4 м) и IODP U1312A (237.5 м), U1312B (231.9 м) (см. рис. 1). В скважинах вскрываются отложения с четвертичного времени до среднего эоцена (около 42 млн лет), залегающие на базальтовом фундаменте на глубине 517 м (скв. 608) [14]. Следует отметить, что литологическое строение скважин значительно различается: наблюдается разброс значений как по глубинам (в пределах 10 м), так и по последовательности горизонтов. Это связано как с разными литологическими классификациями, принятыми в отчётах бурения [9, 10], так и, вероятно, с их присклоновым положением, что могло обеспечить несколько различные скорости осадконакопления на близких участках за счёт развития склоновых процессов. Тем не менее

литология скважин достаточно ясно коррелирует между собой.

При проходе над скважинами 608 и U1312, по координатам, указанным в отчётах бурения [9, 10], в 57-м рейсе НИС “Академик Николай Страхов” [13] была получена сейсмоакустическая запись, явно не соответствующая разрезу, представленному в отчёте по бурению. На временном разрезе отчётливо прослеживаются хаотические сейсмокомплексы с многочисленными пятнами осветления, прерывистыми неясными горизонтами и мелкобугристым субгоризонтальным рельефом. Предполагаем, что непосредственно над скважиной выявлено техногенное выпавивание первоначальной структуры верхней части слабоконсолидированного осадочного чехла. Данные на юго-западном обрамлении трога Кинг около точки бурения не имеют непрерывной корреляции с отложениями во впадинах, в связи с чем сравнение рефлекторов основано на сходстве их геометрии, цикличности и интенсивности. Так, для анализа был выбран фрагмент записи протяженностью 5 км на более или менее плоском дне на удалении ~20 км к северу от скважины, в котором отмечается выдержанный характер стратификации.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Общие характеристики

Значительная часть полигона (см. рис. 1) представляет собой поднятия акустического фундамента с крутыми склонами, на которых осадочный слой не прослеживается (рис. 2). Непрерывные осадочные слои присутствуют на флангах, в осевых частях трога Кинг и аномально глубоких (до 5950 м) впадинах, к которым также относятся впадины Пик и Фрин. По данным НСП [11] был построен субмеридиональный разрез через структуры трога (см. рис. 2 а). На северном и южном флангах трога Кинг (см. рис. 2 а) установленные мощности осадочного чехла находятся в пределах 600–700 мс. С учётом линейного градиента скоростей сейсмических волн в пелагическом осадочном слое, равным 0.33 с^{-1} [15], и скорости волн у поверхности дна 1500 м/с, мощности осадочного чехла составляют от 470 до 560 м, что находится в пределах генерализованных величин для данной области [1]. Однако наблюдаются и локальные увеличения мощности (см. рис. 2 а): на южном фланге трога (до 700 мс) и в его осевой части (до 900 мс). Это может указывать на наличие контурных течений по южному борту и донному течению в пределах трога.

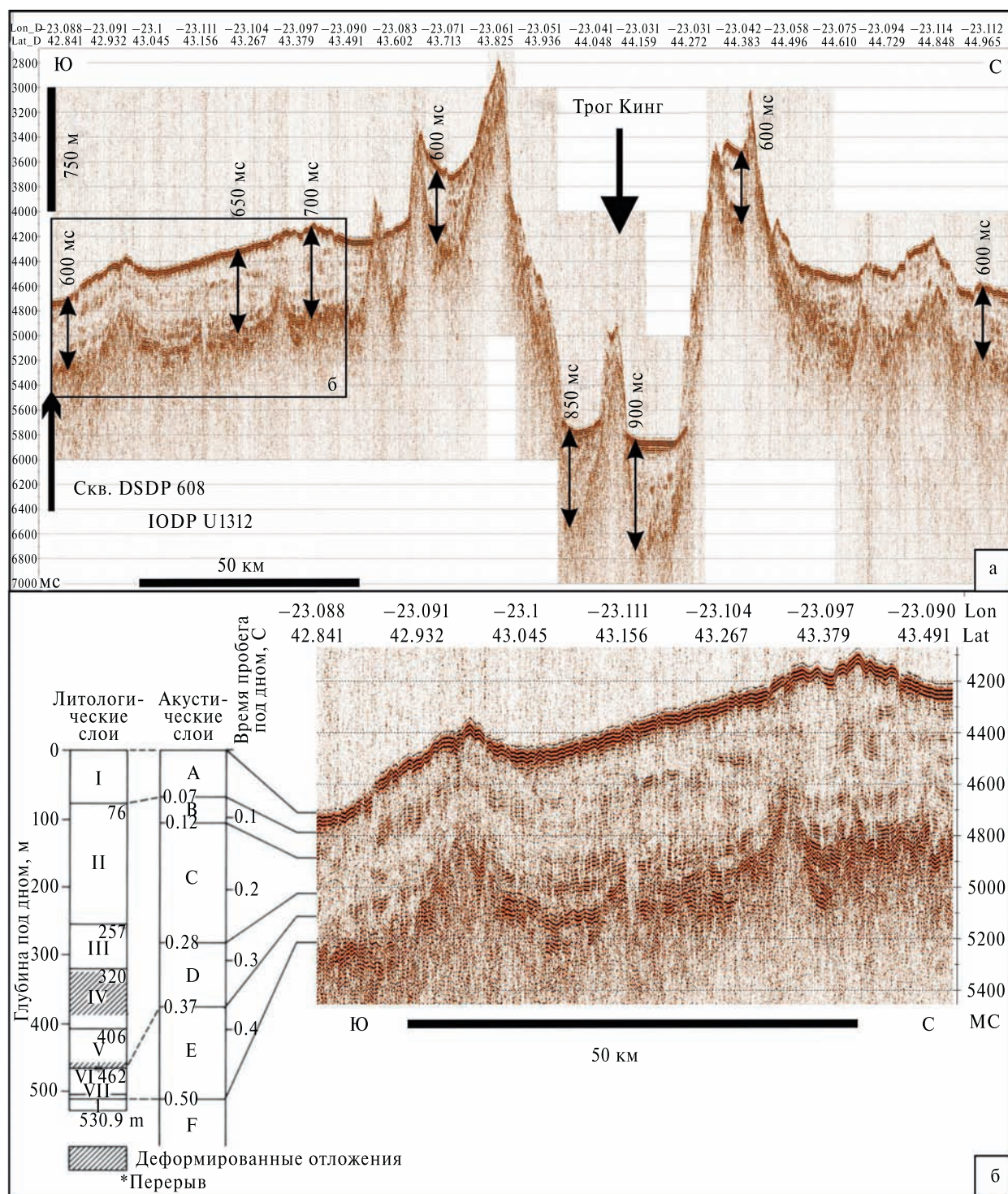


Рис. 2. (а) разрез НСП, построенный по данным [11]. Положение разреза показано на рис. 1. Разнонаправленные стрелки показывают оценки вариаций мощностей осадочного чехла в миллисекундах; (б) разрез НСП, совмещенный с литологическими подразделениями скважины 608 [9]. Верхнеплиоцен-четвертичная часть разреза соответствует литологическим подразделениям I, II (верхняя часть) и акустическим подразделениям А и В [16]

На гребнях бортов мощности до 600 мс сохраняются, но рассечены дизъюнктивными смещениями, что может указывать на новейшие движения, сформировавшие современный рельеф

дна без разрушения слабоконсолидированных осадков.

Разрез скважины 608 является одним из наиболее полных интервалов олигоцен-четвертичного

разреза [9], разбуренного в Северной Атлантике (рис. 2 б). Она вскрыла фундамент среднеэоценового возраста. Нижняя часть разреза представлена цеолитовыми и фораминиферовыми мелями. На глубине 465 м (0.4–0.6 с) отмечается региональный перерыв осадконакопления протяженностью 9 млн лет на границе олигоцена и эоцена. Ещё один hiatus наблюдается на 360 м (0.2–0.4 с) и определяется как ранний эоцен. Позднемиоцен-плиоценовая часть разреза представлена органогенными илами, плейстоценовая – гляциальными и органогенными илами и мергелем. Гляциальные циклы по скважинам начинаются в диапазоне ~50–80 м ниже уровня дна. В верхнеплиоценовой части разреза отмечена единичная турбидитовая последовательность. Она интерпретируется как период нестабильности осадконакопления на южном фланге трога [16].

Анализ верхней части разреза

Интервал разреза, отснятый в 57-м рейсе НИС “Академик Николай Страхов”, относится к верхнеплиоцен-голоценовой части разреза (акустические слои А и В), и интерпретируются как отложения ледниковых и межледниковых

эпох. По данным съёмки НСП (см. рис. 2 б), мощность верхнего сейсмокомплекса составляет 50–100 м. Это означает, что данные съёмки высокочастотным профилографом Parasound характеризуют весь четвертичный разрез и большую часть верхнеплиоценового при максимальной эффективной длительности сейсмограмм.

Верхняя толща осадочного чехла, которая может быть отражена на записях профилографа, в скважине представлена ледниковыми и межледниковыми сериями, включающими в себя чередующиеся нанофоссиловые илы, нанофораминиферовые илы и мергелистые нанофораминиферовые илы с единичными нанофораминиферовыми песками и следами активной биотурбации [9, 10]. Они в значительной степени различаются и по содержанию илистой и глинистой фракций, которое варьируется от 0 до 60%. Значительные литологические различия исчезают на глубинах от 45 до 65 м. Ниже начинается практически однородная толща нанофоссиловых илов, выходящая за пределы возможной съёмки профилографов (рис. 3).

Привязка сейсмоакустического разреза к данным бурения была проведена по ближайшему

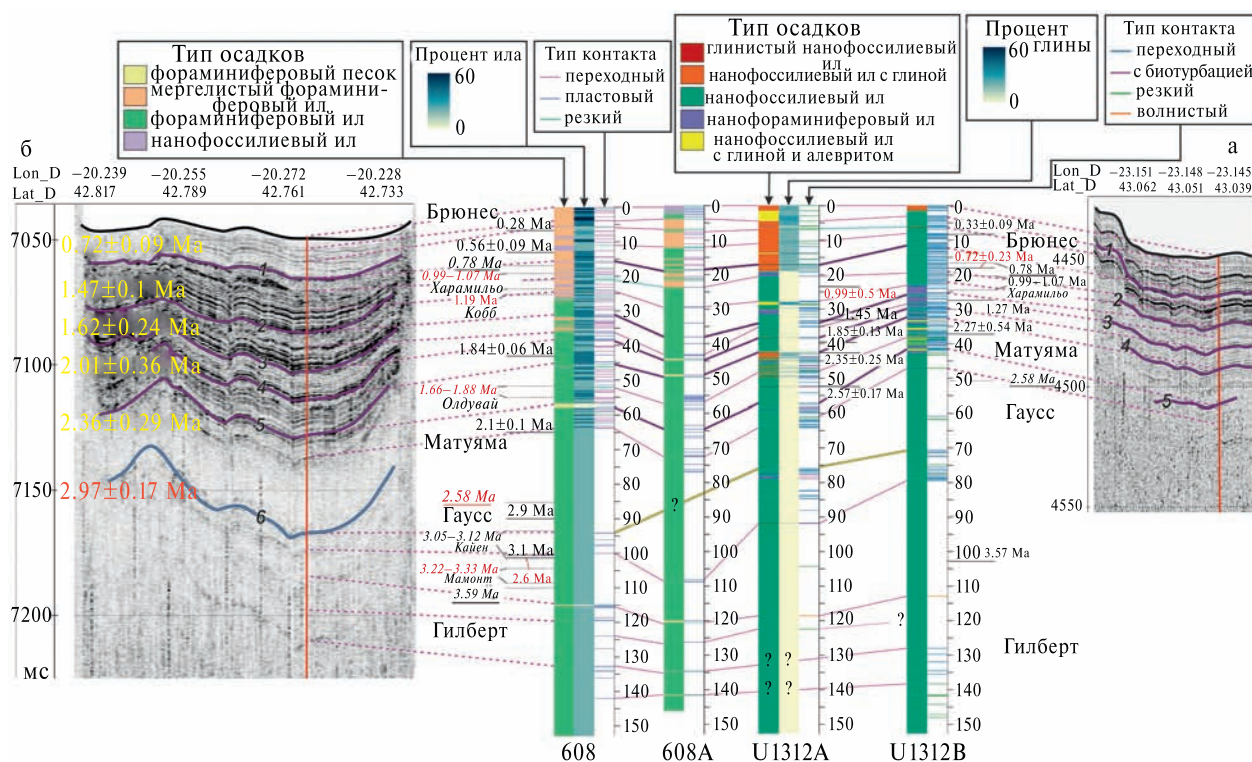


Рис. 3. Корреляция разрезов высокочастотного профилографа Parasound P-35 в окрестности скважины 608 [9] и U1312 [10] (а) и в троге Фрин (б) на 16 галсе 55-го рейса НИС “Академик Николай Страхов” с материалом скважин, палеомагнитными (курсивом) и биостратиграфическими (прямым шрифтом) данными. Красным выделены ненадёжные датировки

стратифицированному разрезу (см. рис. 3 а), располагающемуся в ~20 км к северо-западу от точки скважины (см. рис. 1). Данный разрез также хорошо сопоставляется с другими сейсмоакустическими разрезами в пределах полигона работ по опорным горизонтам, в частности с одним из наиболее глубоких (167 мс) и детальных разрезов через трог Фрин (см. рис. 3 б), к которому также была проведена привязка.

Опорные рефлекторы по сейсмоакустической записи были выделены, основываясь на их наибольшей встречаемости среди других профилей полигонной съёмки (см. рис. 1), а также их интенсивности. Верхние три рефлектора отчётливо прослеживаются на всех галсах полигона как среди осадочных разрезов котловин, так и фланговых структур. Привязка к данным бурения основных и дополнительных рефлекторов была проведена на основе нескольких стратиграфических признаков: различий литологического состава пород, доли илистого и глинистого материалов, а также типа границ между слоями.

Датировки рефлекторов были осуществлены на основе корреляции с палеомагнитными и биостратиграфическими маркерами по их средним значениям по четырём скважинам [9, 10]. За ошибку возраста принят интервал 1σ . Так как скорости осадконакопления, по-видимому, не были стабильными и варьировали на протяжении плиоцен-четвертичного времени, то здесь могут быть приведены лишь грубые оценки возрастов рефлекторов. Тем не менее можно достаточно уверенно говорить о том, что сейсмоакустическая запись большинства разрезов закрывает как минимум 2 млн лет, а определения возраста являются достоверными в пределах ошибки. В районе скважины временной разрез численно практически соответствует глубинам слоёв в скважине, что указывает на сравнительно высокую плотность осадка. Это согласуется с данными донного опробования в котловине трога Кинг в ходе 57-го рейса НИС “Академик Николай Страх” [13].

ОБСУЖДЕНИЕ

На основании полученных результатов были рассчитаны скорости осадконакопления по 33 точкам, располагающихся в котловинах трога Кинг и в пределах его фланговых структур (рис. 4). Оценка скоростей проводилась по шести временным срезам по наименее нарушенным разломами частям сейсмоакустических профилей в центральных частях впадин.

Для первых двух временных срезов (0–0.72 и 0.72–1.47 млн лет, см. рис. 4 а, б) скорости осадконакопления на большей части территории находятся в пределах фоновых значений для пелагических условий [2]. Единичные повышенные значения связаны с локальным развитием подводных оползней. Выделяются несколько большие значения на южном фланге трога в сравнении с северным, что также согласуется с данными НСП и позволяет говорить о наличии контурного течения по южному флангу на современном этапе развития. Кроме того, несколько повышенные значения отмечаются в восточной части полигона (котловины Пик и Фрин), что, возможно, связано с отсутствием хребтов по их бортам, препятствующих проникновению осадочного материала в котловины трога Кинг. Повышенные значения в восточной части в целом сохраняются на протяжении всего четвертичного периода (между 1 и 5 рефлекторами, до 2.36 млн лет, рис. 5 а). Рассчитанные скорости хорошо согласуются с аналогичными значениями, полученными по изменениям $\delta^{18}\text{O}$ для последних 300 тыс. лет в скв. U1312 [17].

На более древних временных срезах (см. рис. 4 в–д) наблюдаются значительные различия в западной части котловин трога Кинг (до Медианного хребта), где прослеживаются повышенные скорости осадконакопления в сравнении с фланговыми структурами. При этом, к востоку от Медианного хребта скорости осадконакопления остаются значительно ниже. Вероятно, это может свидетельствовать о наличии палеотечения, которое проходило в днище трога Кинг с запада на восток до начала среднего плейстоцена и заканчивалось у подножия Медианного хребта, выполнявшего барьерную функцию.

Обращают на себя внимание и средние скорости осадконакопления (см. рис. 5 б): если в позднем плиоцене-раннем плейстоцене (до ~1.5 млн лет) они оставались повышенные (как по скважинам, так и по профилям), то затем произошло их снижение до значений, лишь слабо превышающих фоновые. Однако, был зафиксирован и пик скорости осадконакопления около 1.5 млн лет, прослеживающийся по данным профилирования (до 180 м/млн лет), но значительно менее выраженный по данным бурения. В данной части разреза (верхний плиоцен – нижний плейстоцен) скорости осадконакопления хорошо соотносятся с аналогичными скоростями по скважине IODP U1313 (в месте скв. DSPD607) на западном фланге САХ (см. рис. 1, 5 б) [18]. В ней также отмечаются повышенные скорости

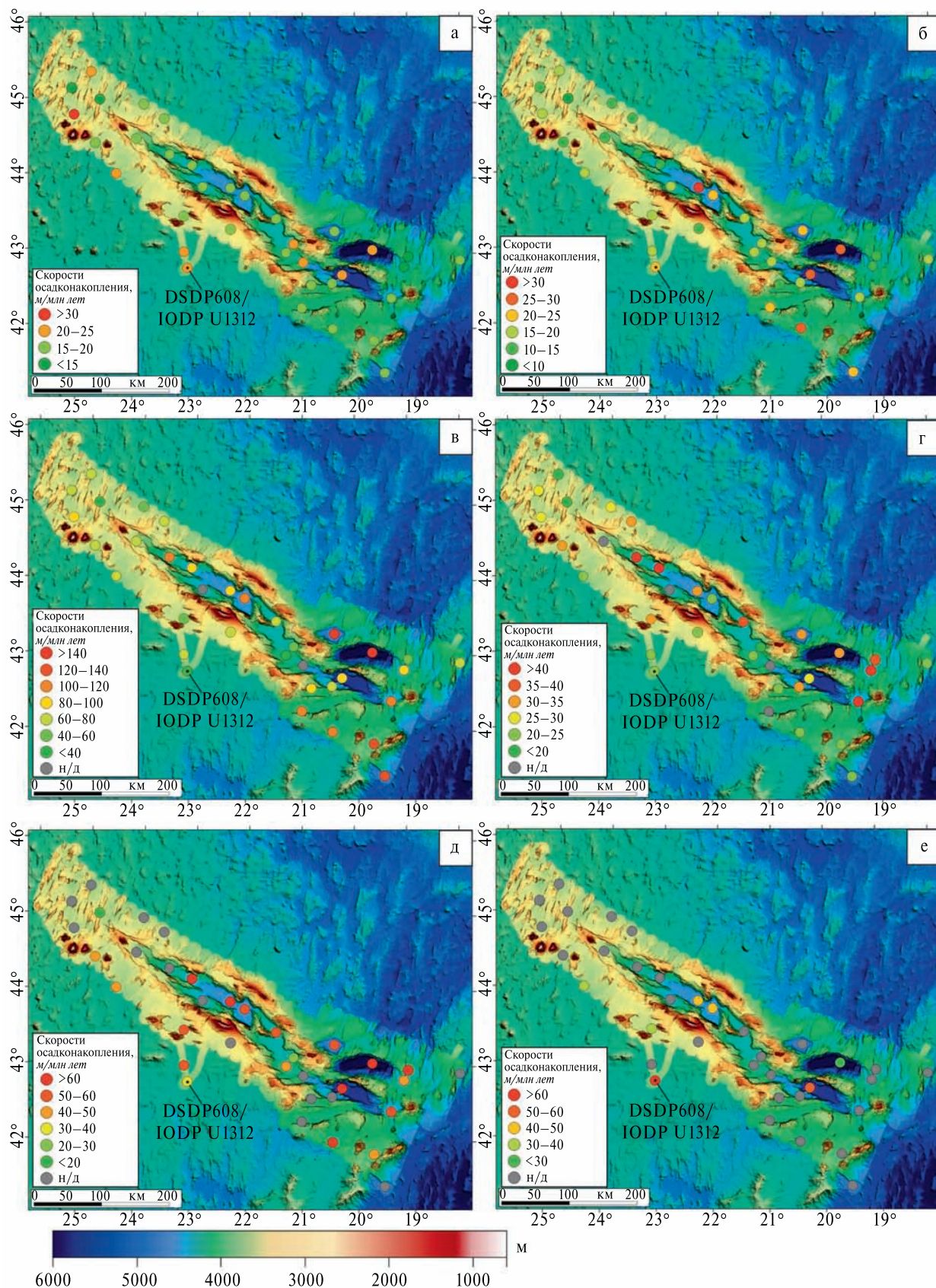


Рис. 4. Скорости осадконакопления в пределах различных морфоструктур троя Кинг: (а) 0–0.72 млн лет, (б) 0.72–1.47 млн лет, (в) 1.47–1.62 млн лет, (г) 1.62–2.01 млн лет, (д) 2.01–2.36 млн лет, (е) 2.36–2.97 млн лет

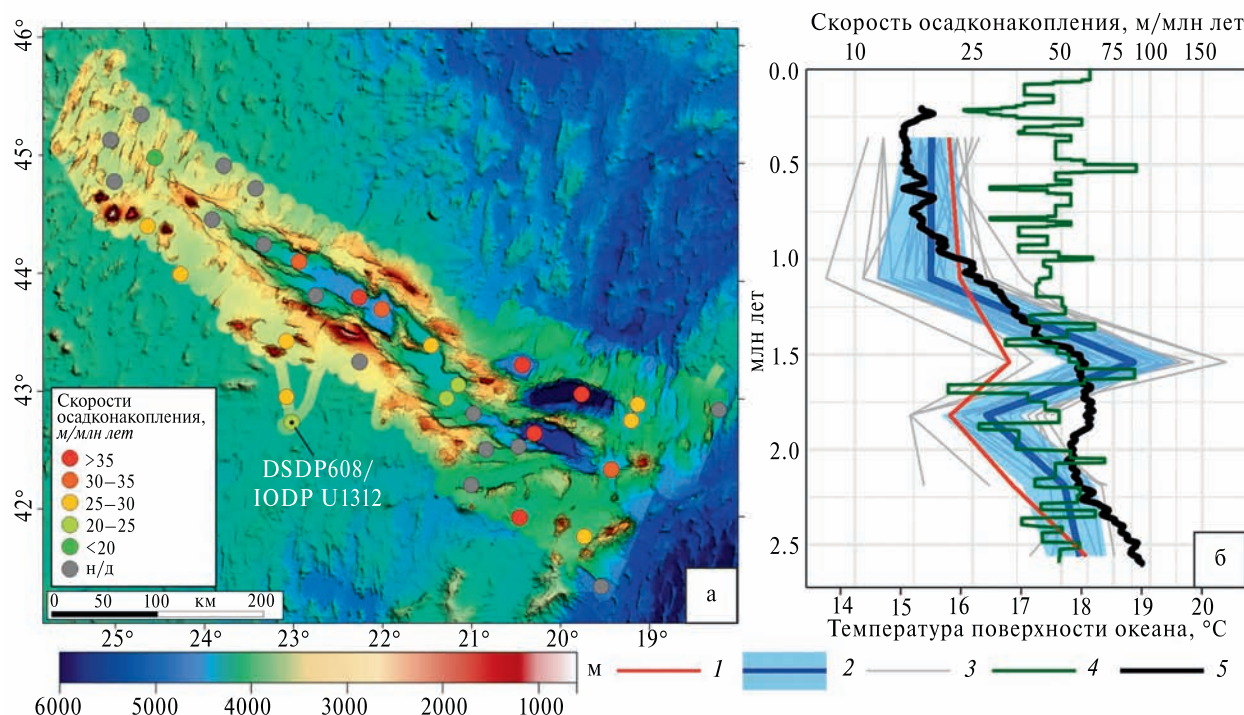


Рис. 5. Скорости осадконакопления: (а) в пределах различных морфоструктур трога Кинг в период с начала ледниковых-межледниковых циклов (2.36 млн лет–н.в.), (б) средние скорости по временным срезам, соответствующим продатированным рефлексорам. 1 – средние скорости по скважинам 608 и U1312; 2 – средние скорости в пределах полигона и их среднеквадратичное отклонение; 3 – скорости отдельных точек в пределах полигона, 4 – скорости по скважине 607/U1313 на западном фланге САХ, 5 – изменения температуры поверхности океана по данным колебаний содержания органических соединений в скважине 607/U1313. Сглаживание скользящим окном 400 тыс. лет [18]

осадконакопления и пик около 1.5 млн лет. Это позволяет утверждать, что аналогичный пик в районе трога Кинг действительно существует, а не является ошибкой при интерпретации данных. Приблизительно к этому времени относится начало среднеплейстоценового перехода (или революции), что ознаменовалось резким повышением уровня Мирового океана и постепенной перестройкой ледниковых-межледниковых циклов [19, 20]. Кроме того, именно этим временем датируются эрозионные перерывы в морских осадках Западной Иберии [21], что свидетельствует о усилении эрозионных процессов. Это событие могло оказать влияние на резкое увеличение скоростей осадконакопления на восточном фланге САХ.

В среднем плейстоцене-голоцене скорости осадконакопления на полигоне работ и в районе скв. U1313 начали сильно различаться: в последнем случае сохранились повышенные скорости осадконакопления [18], тогда как на полигоне они приблизились к средним значениям по Мировому океану (см. рис. 5 б). Мы связываем это с прекращением действия донного течения в западной части трога Кинг, тогда как в районе

скв. U1313 в настоящее время оно присутствует и является ответвлением Атлантической меридиональной циркуляции [7]. При этом, скорости осадконакопления на полигоне хорошо соотносятся с ходом палеотемператур поверхности океана по скв. U1313 (см. рис. 5 б), располагающейся лишь на 2° южнее. Вероятно, это свидетельствует о снижении средних скоростей осадконакопления в связи с понижением температуры в ходе плиоцен-плейстоценовых климатических изменений. Помимо этого, начало среднеплейстоценового перехода могло обусловить перестройку всей системы донных течений Атлантической меридиональной циркуляции, обеспечив по меньшей мере исчезновение ответвления в днище трога Кинг.

ВЫВОДЫ

По результатам обработки данных акустического профилирования в районе трога Кинг и окрестностей, и последующей привязки разрезов к скважинам глубоководного бурения были подсчитаны скорости осадконакопления в пределах полигона по шести временным срезам. Были получены следующие выводы:

1. Мощности совокупного разреза осадочно-го чехла на южном фланге и в котловинах трога Кинг превышают таковые на северном фланге, что может указывать на наличие контурных и донных течений. Это подтверждается и при анализе скоростей осадконакопления в четвертичное время.

2. Выделяется два этапа верхнеплиоцен-четвертичного осадконакопления: первый (до ~1.5 млн лет) отличается повышенными скоростями осадконакопления, а второй, продолжающийся в настоящее время, имеет скорости осадконакопления, близкие к фоновым.

3. До начала среднеплейстоценового климатического перехода по днищу западной части трога Кинга, вероятно, проходило течение, являвшееся ответвлением Атлантической меридиональной циркуляции. Изменение системы донных течений соотносится с глобальными климатическими изменениями, повышением уровня океана и усилением эрозии в пределах Иберии, ближайшей суши к району исследования.

4. Выявленные колебания скоростей осадконакопления хорошо согласуются с температурными колебаниями в Северной Атлантике на протяжении позднелиоцен-четвертичного времени и свидетельствуют о снижении скоростей осадконакопления при понижении температуры.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарны экипажу судна НИС “Академик Николай Страхов” и научному составу 57-го рейса (ГИН РАН, 2024) за самоотверженный труд в тяжёлых океанских условиях, сделавший возможным получение полевых материалов, использованных в настоящей работе.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена на средства проекта Российского научного фонда № 24-17-00097 “Атлантико-Арктическая рифтовая система: сегментация, эволюция, структурообразование и современная геодинамика”, руководитель — С.Ю. Соколов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Straume E.O., Gaina C., Medvedev S., Hochmuth K., Gohl K., Whittaker J.M., Fattah R.A., Doornenbal J.C., Hopper J.R.* GlobSed: Updated total sediment thickness in the world's oceans // *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*. 2019. V. 20. P. 1756–1772. <https://doi.org/10.1029/2018GC008115>
2. *Баширова Л.Д., Дорохова Е.В., Сивков В.В., Андерсен Н., Кулешова Л.А., Матуль А.Г.* Палеотечения в районе разлома Чарли-Гиббс в позднечетвертичное время // *Океанология*. 2017. Т. 57. № 3. С. 491–502.
3. DSDP Leg 94 Report. Hole 611. 1983. P. 471–590.
4. *Liu J., Fang N., Wang F., Yang F., Ding X.* Features of ice-rafted debris (IRD) at IODP site U1312 and their palaeoenvironmental implications during the last 2.6 Myr // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2018. V. 511. P. 364–378. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2018.09.002>
5. *Toucanne S., Soulet G., Riveiros N.V., Boswell S.M., Dennielou B., Waelbroeck C., Bayon G., Mojtabid M., Bosq M., Sabine M., Zaragosi S., Bourillet J.-F., Mercier H.* The North Atlantic Glacial Eastern Boundary Current as a Key Driver for Ice-Sheet–AMOC Interactions and Climate Instability // *Paleoceanography and Paleoclimatology*. 2021. V. 36. e2020PA004068. <https://doi.org/10.1029/2020PA004068>
6. *Morozov E.G., Demidov A.N., Tarakanov R.Y., Zenk W.* Abyssal Channels in the Atlantic Ocean. Dordrecht; Heidelberg; London; New York: Springer, 2010. 288 p. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-9358-5>
7. *Glazkova T., Hernández-Molina F. J., Dorokhova E., Mena A., Roque C., Rodríguez-Tovar F. J., Krechik V., Kuleshova L., Llave E.* Sedimentary processes in the Discovery Gap (Central–NE Atlantic): An example of a deep marine gateway // *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*. 2022. V. 180. 103681. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2021.103681>
8. *Bader R.G., Gerard R.D., Benson W.E. et al.* SITE26 // *Init. Rep. DSDP*. V. 4. Washington: U.S. Government Printing Office, 1970. P. 77–91. URL: https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/trk/trackline/glomar_challenger/dsdp94gc/
9. DSDP Leg 94 Report. Hole 608. 1983. P. 149–246.
10. IODP Expedition 306 Preliminary Report. Hole U1312. 2005. P. 19–22. <https://doi.org/10.2204/IODP.PR.306.2005>
11. *Ruddiman W.F., Kidd R.B., Thomas E. et al.* Initial Reports DSDP 1987. V. 94. P. 1261. <https://doi.org/10.2973/dsdp.proc.94.1987>
12. *Сколотнев С.Г., Пейве А.А., Добролюбова К.О., Иваненко А.Н., Патица И.С., Боголюбский В.А., Добролюбов В.Н., Веклич И.А., Докашенко С.А., Любинецкий В.Л., Ильин И.А.* Рельеф, аномальное магнитное поле и строение осадочного чехла в районе сочленения трога Кинг и Азоро-Бискайского поднятия (Северная Атлантика) // *Доклады Академии Наук. Науки о Земле*. 2024. Т. 516. № 2. С. 499–506. <https://doi.org/10.31857/S2686739724060015>
13. *Сколотнев С.Г., Пейве А.А., Соколов С. Ю., Добролюбова К.О., Веклич И.А., Иваненко А.Н., Боголюбский В.А., Чамов Н.П., Добролюбов В.Н., Денисова А.П., Патица И.С., Любинецкий В.Л., Ткачева А.А.,*

- Ilyukhina D.M., Fomina V.V.* Structure of the Ocean Bottom in the Junction Area of the King's Trough and Gnitsevich Plateau (North Atlantic) // *Doklady Earth Sciences*. 2025. V. 520. 20. <https://doi.org/10.1134/S1028334X24605145>
14. *Ruddiman W. R., Kidd R.B., Thomas E. et al.* Site 608 // *Init. Repts. DSDP* 1983. V. 94. P. 149–246.
 15. *Семенов Г.А.* Сейсмические модели осадочного слоя в океане. М.: ИО АН СССР, 1990. 144 с.
 16. *Kidd R.B., Ramsay A.T.S.* The geology and formation of the King's Trough complex in the light of deep-sea drilling project site 608 drilling // *Scientific Results*. V. 94. 1987. P. 1245–1265.
 17. *Zhang P., Liu H., Hou S., Wang N., Fang N.* Marine Calcareous Biological Ooze Thermoluminescence and Its Application for Paleoclimate Change since the Middle Pleistocene // *Water*. 2023. V. 15(14). 2618. <https://doi.org/10.3390/w15142618>
 18. *Naafs B.D. A., Hefter J., Acton G., Haug G.H., Martínez-García A., Pancost R., Stein R.* Strengthening of North American dust sources during the late Pliocene (2.7 Ma) // *Earth and Planetary Science Letters*. 2012. V. 317–318. P. 8–19. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2011.11.026>
 19. *Dumitru O.A., Austermann J., Polyak V.J., Fornós J.J., Asmerom Y., Ginés J., Ginés A., Onac B.P.* Sea-level stands from the Western Mediterranean over the past 6.5 million years // *Sci Rep*. 2021. V. 11. 261. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-80025-6>
 20. *Lawrence K.T., Sosdian S., White H.E., Rosenthal Y.* North Atlantic climate evolution through the Plio-Pleistocene climate transitions // *Earth and Planetary Science Letters*. 2010. V. 300. Iss. 3–4. P. 329–342. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2010.10.013>
 21. *Zazo C., Goy J.L., Dabrio C.J., Lario J., González-Delgado J. A., Bardají T., Hillaire-Marcel C., Cabelero A., Ghaleb B., Borja F., Silva P.G., Roquero E., Soler V.* Retracing the Quaternary history of sea-level changes in the Spanish Mediterranean–Atlantic coasts: Geomorphological and sedimentological approach // *Geomorphology*. 2013. V. 196. P. 36–49. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.10.020>

DATING OF THE SEDIMENTARY COVER REFLECTORS AND EVALUATION OF THE SEDIMENTATION RATES IN THE LATE PLIOCENE–QUATERNARY IN THE KING TROUGH AND VICINITY (THE NORTH ATLANTIC)

© 2025 V. A. Bogoliubskii^{a,b,c,#}, S. Yu. Sokolov^a, A. P. Denisova^a, K. O. Dobroliubova^a

Presented by Academician of the RAS K.E. Dergtyarev March 17, 2025

^a*Geological Institute Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

^b*Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geology, Moscow, Russia*

^c*The Earth Science Museum, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

[#]*E-mail: bogoliubskiyv@yandex.ru*

Based on the results of the 55th and 57th cruises of the R/V “Akademik Nikolai Strakhov”, seismoacoustic profiling data of the upper part of the sedimentary cover were obtained in the area of the King Trough mesostructural complex (eastern flank of the MAR). Reference reflectors were identified from the seismoacoustic sections and correlated with the DSDP 608 and IODP U1312 deep-sea drilling holes. The sections cover the entire Quaternary sediment record (glacial cycles) and part of the Upper Pliocene sediment record. As a result of the work, sedimentation rates within the different structures of the King Trough were calculated. During the last 1.5 Ma, sedimentation rates have been slightly different throughout the area from average sedimentation rates in the World Ocean, whereas earlier rates were several times higher than average ones. There is a period of sharply increased sedimentation rates (up to 180 m/My) at ca. 1.5 Ma, which may be related to abrupt climatic changes and ocean level fluctuations. Prior to the onset of the Mid-Pleistocene Transition at 1.5 Ma, a bottom current probably ran along the bottom of the western part of the King Trough, causing high sedimentation rates in the bottom of the trough. The current stopped after the onset of the climatic transition, which could be due to regional restructuring of the Atlantic Meridional Overturning Circulation. These conclusions are correlated with sedimentation rates and changes in ocean surface temperature based on data from IODP U1313.

Keywords: acoustic profiling, Atlantic meridional overturning circulation, paleocurrents, Mid-Pleistocene Transition, stratigraphic correlation, deep water currents