

Научная статья

УДК 550.834:551.7.02*628.62*(262.5)
doi.org/10.52349/0869-7892_2025_103_6-21

Ключевые слова: Чёрное море, четвертичный период, неоплейстоцен, сейсмо-стратиграфия, глубоководный конус выноса, геологическая съемка шельфа, изменения уровня моря

Благодарности: геологосъемочные работы выполнены по контракту с ФГБУ «Институт Карпинского» № 15-3/20-2.

Для цитирования: Шельтинг С. К., Шейков А. А. Сейсмостратиграфическое расчленение разреза неоплейстоцена глубоководной котловины Чёрного моря для разработки легенды Крымской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 200 000 // Региональная геология и металлогения. 2025. Т. 32, № 3. С. 6–21. https://doi.org/10.52349/0869-7892_2025_103_6-21

Original article

UDC 550.834:551.7.02*628.62*(262.5)
doi.org/10.52349/0869-7892_2025_103_6-21

Keywords: Black Sea, Quaternary, Neopleistocene, seismic stratigraphy, deep sea fan, shelf mapping, sea level changes

Acknowledgements: Karpinsky Institute supported the geological survey (contract no. 15-3/20-2).

For citation: Shelting S. K., Sheikov A. A. Seismic stratigraphic subdivision of the Neopleistocene in the Black Sea abyssal basin for the Crimean series sheets legend of the State Geological Map of the Russian Federation at a scale of 1 : 200,000. *Regional Geology and Metallogeny*. 2025; 32(3): 6–21. https://doi.org/10.52349/0869-7892_2025_103_6-21



© С. К. Шельтинг, А. А. Шейков, 2025

Сейсмостратиграфическое расчленение разреза неоплейстоцена глубоководной котловины Чёрного моря для разработки легенды Крымской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 200 000

С. К. Шельтинг✉, А. А. Шейков

АО «Южморгеология», Геленджик, Россия, SheltingSK@rusgeology.ru✉

Аннотация. В результате интерпретации данных сейсморазведки была описана последовательность шести перекрывающихся друг друга аккумулятивных построек, образующих глубоководный конус выноса Дона–Кубани. Три нижние постройки принадлежат конусу выноса Дона, расположенному в устье питающих каньонов на траверзе Керченского пролива. В разрезе трех новейших построек удалось описать системы русел, прирусловых валов, супрафанов конуса выноса Дона и связанного с Анапским каньоном конуса выноса Кубани. Выделение в разрезах серии из шести построек глубоководного конуса выноса Дона–Кубани, отвечающих стратиграфическим надгоризонтам (климаторитмам) неоплейстоцена, обеспечивает сейсмостратиграфическое расчленение неоплейстоценовой части разреза осадочных образований в глубоководной котловине Чёрного моря. Разрез конуса выноса Дона–Кубани может рассматриваться как опорный сейсмостратиграфический разрез, стратотип стратиграфических границ неоплейстоцена глубоководной котловины.

Seismic stratigraphic subdivision of the Neopleistocene in the Black Sea abyssal basin for the Crimean series sheets legend of the State Geological Map of the Russian Federation at a scale of 1 : 200,000

S. K. Shelting✉, A. A. Sheikov

JSC Yuzhmorgeologiya, Gelendzhik, Russia, SheltingSK@rusgeology.ru✉

Abstract. Seismic survey data interpretation resulted in describing six overlapping accumulative sequences forming the Don–Kuban deep sea fan. Three lower sequences belong to the Don fan in the mouth of canyons abeam of the Kerch Strait. Three upper sequences records present systems of channels, levees, suprafans relative to the Don fan and Kuban fan pertinent to the Anapa canyon. In the records, identification of six Don–Kuban deep sea fan sequences, which correspond to the Neopleistocene superhorizons (climatorythms), facilitates seismic stratigraphic subdivision of the Neopleistocene sediments section in the Black Sea abyssal basin. The Don–Kuban deep sea fan section can refer to a key seismic stratigraphic section, stratotype of the Neopleistocene stratigraphic boundaries of the abyssal basin.

ВВЕДЕНИЕ

Систематическое геологическое изучение территории СССР в масштабе 1 : 200 000 началось в 1950-е гг. К 1994 г. геологическая изученность территории Российской Федерации достигла 82,45 %, при этом геологическое строение морского дна на картах не отображалось, так что к началу XXI в. моря оставались на геологической карте белым пятном.

Подготовка к изданию листов геологических карт масштаба 1 : 200 000 (далее — ГК-200), включающих акваторию, началась после принятия в 1995 г. федеральных программ «Госгеолкарта-200» и «Госгеолкарта-1000/3» и стала результатом многолетних опытно-методических работ по геологическому изучению шельфа, которые появились как самостоятельный вид геологосъемочных работ на рубеже 1960–1970-х гг. Первые геологосъемочные работы на шельфе (далее — ГСШ) выполнялись на участке от Керчи до Тамани и рассматривались как продолжение геологосъемочных работ, выполняемых на суше. В 1976–1978 гг. в ПО «Южморгеология» была составлена геологическая карта Керченско-Таманского шельфа в масштабе 1 : 50 000 (В. Е. Захаров, Н. Ф. Сосновский, А. Ю. Глебов). В 1978–1980 гг. выполнена геологическая съемка шельфа масштаба 1 : 200 000 на участке западного побережья Крыма от м. Тарханкут до п-ова Херсонес, в 1981–1983 гг. — геологическая съемка участка шельфа и материкового склона района Анапа–Дивноморское в масштабе 1 : 50 000, геологическая съемка Цемесской и Геленджикской бухт в масштабе 1 : 25 000 (А. Ю. Глебов и др.). В конце 1980-х гг. работы ГСШ вышли в глубоководную котловину Чёрного моря. В период с 1988 по 1992 г. проведены опытно-производственные работы геологической съемки шельфа и материкового склона на участках Батуми–Поти, Очамчире–Новый Афон, Лазаревское–Адлер (В. А. Чаленко, В. Б. Замковой, Л. М. Селещук и др.). Разработанные при выполнении ГСШ Чёрного моря инструктивные и методические материалы составили основу методики геологического картографирования акваторий, вошедшей в Инструкцию по ГСШ-200 (М. А. Спиридонов (отв. ред.), А. И. Бурдэ, А. Ю. Глебов, Б. Г. Лопатин, А. С. Киреев, Ф. Я. Коваленко, А. Е. Рыбалко, В. В. Старченко), выпущенную в Институте Карпинского в 1994 г. [1].

Работы по подготовке к изданию ГК-200, включающие картирование морских акваторий, начались с листа К-37-IV (Сочи), изданного в 2000 г. [2]. На сегодня завершена подготовка к изданию девяти листов Кавказской серии и пяти листов Крымской серии ГК-200, для двух листов в западной части Крымского полуострова подготовлены авторские комплекты геологических карт. В настоящее время выполняются геологосъемочные работы на площади Андрусова, в глубоководной котловине к югу от Крыма (лист К-36-VI).

Особенностью геологосъемочных работ в Чёрном море является чрезвычайно низкая степень обнаженности морского дна. За пределами узкой береговой полосы поверхность дна перекрывает

чехол современных морских отложений. Это обстоятельство существенно ограничивает возможности прямых геологических наблюдений, изучения выходов горных пород и разреза морских отложений в грунтовых трубках и скважинах неглубокого бурения и др. В полной мере эти ограничения сказываются на возможности исследования разреза четвертичных образований глубоководной котловины, где мощность голоценового покрова морских отложений достигает десятков метров.

Сведения о разрезе плейстоцена в глубоководной котловине Чёрного моря ограничиваются материалами изучения кернов, полученных в трех скважинах проекта глубоководного бурения DSDP [3]. В скважинах DSDP 380 и 381 был пройден полный разрез плейстоцена, скважина DSDP 379 не достигла подошвы неоплейстоцена [3; 4]. Несмотря на значительные объемы опробования морского дна, выполненные разными организациями, данные глубоководного бурения дополняются только единичными описаниями отложений с фауной эоплейстоцена, нижнего и среднего неоплейстоцена, полученными при выполнении пробоотбора грунтовыми трубками на участках материкового склона, где уменьшается мощность голоценового покрова. Образцы, датированные эоплейстоценом, отобраны на кавказском и крымском участках материкового склона. К нижнему звену неоплейстоцена относятся единичные находки глин с нижнечаудинской фауной, отобранные на кавказском материковом склоне [5]. Верхнеплейстоценовая карангатская фауна описана в нескольких грунтовых колонках, отобранных на подножии материкового склона у берегов Кавказа [6] и на поднятии Архангельского у побережья Турции [7]. В большинстве случаев результаты опробования ограничены данными о строении разреза голоцена и верхнего звена неоплейстоцена (верхней части разреза отложения новозвксина).

В этих условиях, при очевидной недостаточности данных прямых наблюдений, ведущая роль в геологических исследованиях на морской части листов геологической карты принадлежит сейсмической (и сейсмоакустической для верхней части разреза) информации, которая является основным источником сведений для изучения геологического строения Черноморской впадины.

Современные представления о тектонике и строении разреза осадочного выполнения глубоководной впадины Чёрного моря сформировались в начале 1980-х гг., когда были завершены систематические сейсморазведочные работы методом общей глубинной точки (далее — ОГТ), покрывшие всю площадь морского бассейна и обеспечившие выполнение сейсмостратиграфического расчленения осадочного чехла [8; 9]. В разрезе кайнозойского осадочного выполнения Черноморской впадины были выделены четыре опорных отражающих горизонта: В — отвечающий подошве отложений антропогена, I — сопоставленный с подошвой верхнего миоцена, Ia — в кровле отложений олигоцена — нижнего миоцена (майкопской серии), IIa — увязанный с кровлей эоцена. Объемная модель сейсмостратиграфического расчленения осадочного выполнения впадины,

которую образует каркас сейсмогеологических профилей, увязанных по опорным границам и привязанных к единой и местной стратиграфическим шкалам, была взята за основу при разработке легенды для морской части Кавказской серии листов ГК-200 (В. М. Андреев, А. С. Горшков, Р. А. Казанцев, НПО «Южморгеология», 1998 г.).

Корреляция опорного отражающего горизонта В по всей площади глубоководной котловины обеспечила выделение четвертичной части разреза осадочного выполнения Черноморской впадины. Выше горизонта В на всей площади глубоководной котловины был прокоррелирован горизонт Б. На основании данных бурения скважины DSDP 379 сейсмокомплекс (далее — СК), залегающий выше горизонта Б, был отнесен к неоплейстоцену, а СК В-Б — к отложениям эоплейстоцена. Однако данные сейсморазведки ОГТ, составившие основу модели сеймо-стратиграфического расчленения осадочного чехла, не давали надежных оснований для стратиграфического расчленения отложений неоплейстоцена [9]. Решение этой задачи обеспечило выполнение исследований методом непрерывного сейсмоакустического профилирования (далее — НСАП) и опробования, которые проводились в составе ГСШ масштабов 1 : 200 000 (далее — ГСШ-200) и 1 : 1 000 000 (далее — ГСШ-1000) на листах Кавказской серии в период 1986–2005 гг.

Первые по времени работы с подготовкой к изданию листов Кавказской серии выполнялись на эродированном материковом склоне, отличавшемся значительной обнаженностью. В этих условиях, при составлении геологической карты четвертичных образований, стратификация разреза квартера основывалась на опробовании в обнажениях на бортах каньонов выходов СК, выделяемых по данным НСАП. Изучение микрофауны позволило выполнить сеймо-стратиграфическое расчленение разреза, выделить в Туапсинском прогибе СК эоплейстоцена и нижнего звена неоплейстоцена, также было подтверждено отнесение СК В-Б глубоководной котловины к эоплейстоцену, а разреза, залегающего выше горизонта Б — к неоплейстоцену [2; 10].

Новым этапом исследований четвертичных образований в глубоководной котловине стали региональные работы НСАП и пробоотбор 2003–2005 гг. и работы по подготовке к изданию листа L-37-XXXII, при выполнении которых были пройдены профили НСАП через скважину DSDP 379. На основании анализа материалов НСАП был детально изучен глубоководный конус выноса Кубани, на основе положений климатостратиграфии выполнено сеймо-стратиграфическое расчленение разреза конуса [11; 12]. Выделенная в разрезах НСАП отражающая граница А в подошве конуса выноса была датирована кровлей чаудинских отложений. Важное значение при разработке методических подходов к решению задачи расчленения толщи неоплейстоцена на этом этапе имел опыт работ по сеймо-стратиграфическому расчленению конусов выноса Дуная и Днестра, полученный в международных германо-румынско-российских рейсах, в которых принимали участие специалисты ПО «Южморгеология» [13].

В 2020 г., когда начались работы ГСШ-200 на листах L-36-XXXV (Ялта) и L-36-XXXVI (прогиб Сорокина), возникла необходимость обеспечить разработку легенды карты четвертичных образований для морской части Крымской серии листов ГК-200. В основу разработки легенды Крымской серии легли данные, полученные при выполнении специализированных геологосъемочных работ на листах L-36-XXXV и L-36-XXXVI (рис. 1). Спокойное, почти горизонтальное залегание слоев, выделяемых в четвертичном разрезе, и широкое площадное распространение сейсмических горизонтов на большей части глубоководной котловины позволяют коррелировать на листах Крымской серии опорные горизонты, выделенные в кавказском разрезе, и использовать при разработке легенды сеймо-стратиграфическую схему, разработанную для листов Кавказской серии. При выполнении работ и разработке серийной легенды был использован большой объем архивных данных сейсморазведки, полученных в период 1990–2011 гг., уже после завершения разработки легенды Кавказской серии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В 2020–2025 гг. в рамках контрактов с ФГБУ «Институт Карпинского» № 15-3/20-2 и 15-3/23-1 ГНЦ АО «Южморгеология» проведены геологосъемочные работы масштаба 1 : 200 000 на морской части листа L-36-XXXV (Ялта) и на морских листах L-36-XXXVI, K-36-VI. В составе работ геологической съемки на площади листов выполнены сейсмическое профилирование ОГТ высокого разрешения (далее — ОГТ ВР) и НСАП по сети профилей 10 × 15 км (рис. 1). По профилям сейсморазведки проведено придонное геоакустическое профилирование (далее — АП) в комплексе с гидролокацией бокового обзора (далее — ГЛБО). Работы выполнялись с борта НИС «Аквамарин».

При сеймопрофилеировании ОГТ ВР использовалась 240-канальная плавающая коса длиной 3000 м Sercel SEAL 408 XL. Шаг каналов сейсмокосы — 12,5 м. В качестве источника сейсмического сигнала использовался групповой пневмоисточник Bolt 1900LLXT (США), содержащий 12 излучателей общим объемом 24,3 л. Для контроля позиционирования косы использовалась система Digicourse 5011 Compasses. Расстояние между пунктами приема сигнала (шаг наблюдений) составляло 20–25 м, кратность перекрытия — 60. Данные сейсморазведки ОГТ обработаны по стандартному графу. Для всего объема данных проведена постобработка, включавшая процедуры деконволюции, переменной во времени полосовой фильтрации, миграции, динамического выравнивания амплитуд.

При работах НСАП использовался электроискровой источник «спаркер» с энергией разряда 5000 Дж и основным максимумом энергии в диапазоне частот от 160 до 600 Гц.

АП и ГЛБО выполнялись морским акустическим комплексом МАК-1М. Частота зондирующих импульсов АП составляла 4 кГц, центральная частота излучения ГЛБО НЧ — 34 кГц.

В период камеральной обработки материалов ОГТ ВР на основании сопоставления с материалами работ прежних лет на площади глубоководной котловины выполнено сейсмостратиграфическое расчленение разреза дочетвертичных и четвертичных образований, а также корреляция опорных горизонтов.

В состав архивных материалов, использованных при подготовке к изданию листов ГК-200 и разработке легенды Крымской серии, вошли: материалы региональных работ, выполненных в 1994–1995 гг. компанией Western Geophysical (проект UBS94);

материалы работ ГУП «Союзморгео», выполненных в 1999 г.; материалы работ, выполненных в 2005 г. Polar Trade Research Associates (проект BS05); разрезы региональных сейсмических профилей, полученных в 2011 г. в рамках международного проекта «Геология без границ», в реализации которого приняли участие специалисты из России, Турции, Украины, Румынии, Болгарии и других стран. Особое значение для разработки легенды имеют материалы по стратиграфии поисково-оценочной скважины Мария-1, пробуренной в 2018 г. ПАО «НК «Роснефть» в партнерстве с Eni на валу Шатского.

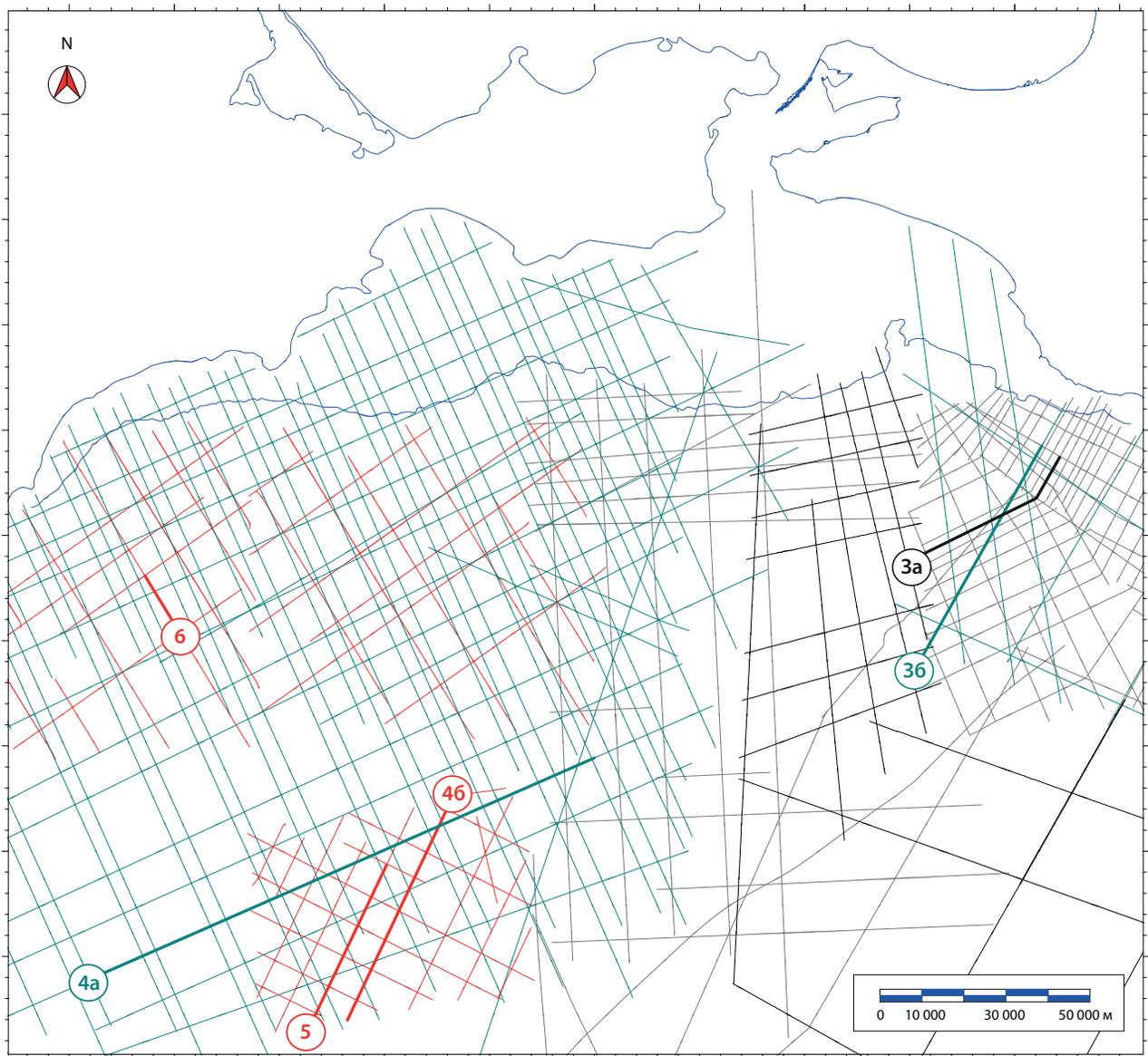


Рис. 1. Расположение сейсмических профилей ОГТ ВР и НСАП экспедиций в 2021, 2024 гг. (красные линии), архивных профилей сейсмозазведки ОГТ (зеленые линии) и НСАП (черные линии)

Утолщенными линиями и цифрами показаны фрагменты профилей, представленные на рис. 3–6

Fig. 1. Location of combined high-resolution common depth point seismic profiles and acoustic profiles (red lines) of the research cruises in 2021, 2024, archival common depth point seismic profiles (green lines) and acoustic profiles (black lines)

Thickened lines with numbers refer to profile examples in figs. 3–6

Геологические условия площадки работ

Выделение четвертичного комплекса в разрезе осадочного чехла Черноморского бассейна основано на прослеживании горизонта В — опорной границы в подошве квартера. Стратиграфическая привязка этого горизонта до последнего времени оставалась предметом дискуссии [9]. В разбивке разреза скважины DSDP 380/380А, предложенной А. П. Жузе и В. В. Мухиной, горизонт В проходит в подошве отложений понтического яруса верхнего миоцена [4]. В интерпретации П. Стофферса и др. он соответствует подошве отложений гелазия (*Praetiglian warm period*) [3]. Учитывая неоднозначность разбивки разреза, основанной на определениях флоры диатомей, а также принимая во внимание ряд дополнительных признаков, опорный отражающий горизонт В был принят за подошву отложений антропогена (эоплейстоцена) [8].

Расчленение плейстоценовой части разреза, залегающей выше горизонта В, обеспечивается корреляцией в разрезах профилей ОГТ горизонта Б [9]. В глубоководной впадине горизонт Б проходит ниже забоя скважины DSDP 379, которая в интервале 290–640 м вскрыла отложения нижнего неоплейстоцена (чаудинского времени), но не вышла из него. На основании данных бурения СК, залегающий выше горизонта Б, отнесен к отложениям неоплейстоцена. Стратиграфическая привязка горизонта Б была подтверждена фаунистическими определениями при выполнении работ ГСШ-200. Глины туапсинской толщи эоплейстоцена были подняты на 22 станциях опробования грунтовыми трубками на участках материкового склона, где по данным сейсморазведки выходит к поверхности морского дна СК Б-В. Выше горизонта Б на 4 станциях были подняты чаудинские глины нижнего звена неоплейстоцена [2; 5; 10].

Новые данные для стратификации горизонта В получены при бурении поисково-оценочной скважины Мария-1. Положение горизонта В в ее разрезе позволяет датировать его как нижнюю границу четвертичных отложений (включая гелазийский ярус). Учитывая уверенное, непрерывное прослеживание опорного отражающего горизонта В в районе скважины, над валом Шатского и на всей площади глубоководной впадины, данные разбивки разреза скважины Мария-1 были приняты за основу привязки этого горизонта при разработке сейсмо-стратиграфической схемы для листов Крымской серии. Также рекомендовано внести необходимые уточнения в существующие легенды карт четвертичных образований Скифской серии листов ГК-1000/3 и Кавказской серии ГК-200/2. Принятая датировка совпадает с разбивкой разреза скважины DSDP 380, предложенной П. Стофферсом и др. [3].

Стратиграфическое расчленение осадочных образований неоплейстоцена основано на климато-стратиграфическом принципе, при этом основные представления о плейстоценовой истории бассейнов Восточного Паратетиса были получены при изучении древних береговых террас трансгрессивных серий [14]. Береговые линии эпох регрессий остаются малоизученными, так как располагаются ниже

уровня моря, во многих случаях на значительном расстоянии от побережья, и часто перекрыты современными морскими отложениями. Представления об условиях, существовавших в морских бассейнах в эпохи регрессий, основанные на данных ограниченного числа скважин морского бурения, остаются фрагментарными. Тем не менее в настоящее время накоплен достаточный объем данных, позволяющих восстановить историю и оценить амплитуду колебаний уровня моря на северном шельфе Восточного Паратетиса в плейстоцене, а также увязать главные фазы черноморских регрессий и трансгрессий с общей геохронологической шкалой плейстоцена [15; 16].

Полную стратиграфическую летопись плейстоценовой истории Восточного Паратетиса хранит разрез осадочной толщи глубоководной области морских бассейнов, в которых эпохи регрессий характеризовались максимальными темпами осадконакопления. Самыми выразительными проявлениями эпох черноморских неоплейстоценовых регрессий в глубоководной котловине являются глубоководные конусы выноса, формировавшиеся у основания материкового склона в эпохи низкого стояния уровня моря, когда речные наносы Дуная, Днестра, Днепра, Дона и Кубани выносились к бровке шельфа и сгружались у подножия материкового склона.

Глубоководный конус выноса Дона–Кубани, второй по величине в Черноморской впадине после Дунайского, простирается от подножия материкового склона на глубинах в несколько сотен метров до центра глубоководной котловины (глубины до 2185 м). Его размеры составляют около 240 км с северо-востока на юго-запад и до 150 км в направлении с северо-запада на юго-восток. Конус выноса был обнаружен и впервые описан на профилях сейсморазведки ОГТ, выполненных ВНИИМоргео в 1969 г. [17]. Толща клиноформ, слагающих авандельту и глубоководный конус выноса Дона–Кубани, описана в разрезах ОГТ при выполнении региональных сейсморазведочных работ [8; 18]. В разрезах прослежена нижняя граница распространения отложений конуса в глубоководной котловине, однако низкое разрешение сейсмических данных и редкая сеть профилей не позволили в тот период исследовать морфологию и внутреннее строение конуса.

Первые сведения о строении конуса были получены в 2000–2005 гг. при выполнении ГСШ масштабов 1 : 1 000 000 (морская часть листа К-37) и 1 : 200 000 (морская часть листов L-37-XXXII, L-37-XXV) в восточной части области слившихся конусов Кубани и Дона, к юго-востоку от Анапского каньона, в который выходит погребенная речная долина палео-Кубани [11; 19]. Благоприятные сейсмогеологические условия площадки обеспечили детальное изучение в разрезах НСАП геологического строения конуса выноса Кубани. Батиметрическая съемка многолучевым эхолотом Simrad EM-12, выполненная в 1996–1998 гг. с борта НИС «Геленджик», позволила исследовать рельеф восточной части слившихся конусов выноса Дона–Кубани и описать литодинамические условия морского дна [20].

В плане глубоководный Кубанский конус выноса имеет грушевидную форму, размеры (10–60) × 85 км. Современное питающее русло конуса проходит в направлении к юго-востоку от выхода Анапского каньона в подножии крутого коренного склона (рис. 2). Основная масса осадков конуса сосредоточена в правом прирусловом валу, где мощность отложений достигает 500 м. Прирусловый вал вдоль левого борта русла развит фрагментарно (рис. 3). К югу, в направлении к абиссальной равнине, мощность отложений прируслового вала убывает, и через 40 км конус выклинивается.

Питающее русло конуса в верхней части имеет V-образный поперечный профиль, уклон бортов — до 8°; ниже — U-образный. Продольный профиль русла вогнутый, уклоны тальвега убывают от 25 до 10 м/км. Русло меандрирует, шаг излучин от 3 до 20 км, длина излучин первого порядка — 2–4 км, угол разворота — до 90°. Высота правого прируслового вала до 430 м, прерывистого левого — до 170 м. За левым валом, в подножии материкового склона, протягивается узкая полоса аккумулятивной равнины шириной до 5–10 км. На глубине 1600 м, в излучине самого крупного меандра, русло подходит

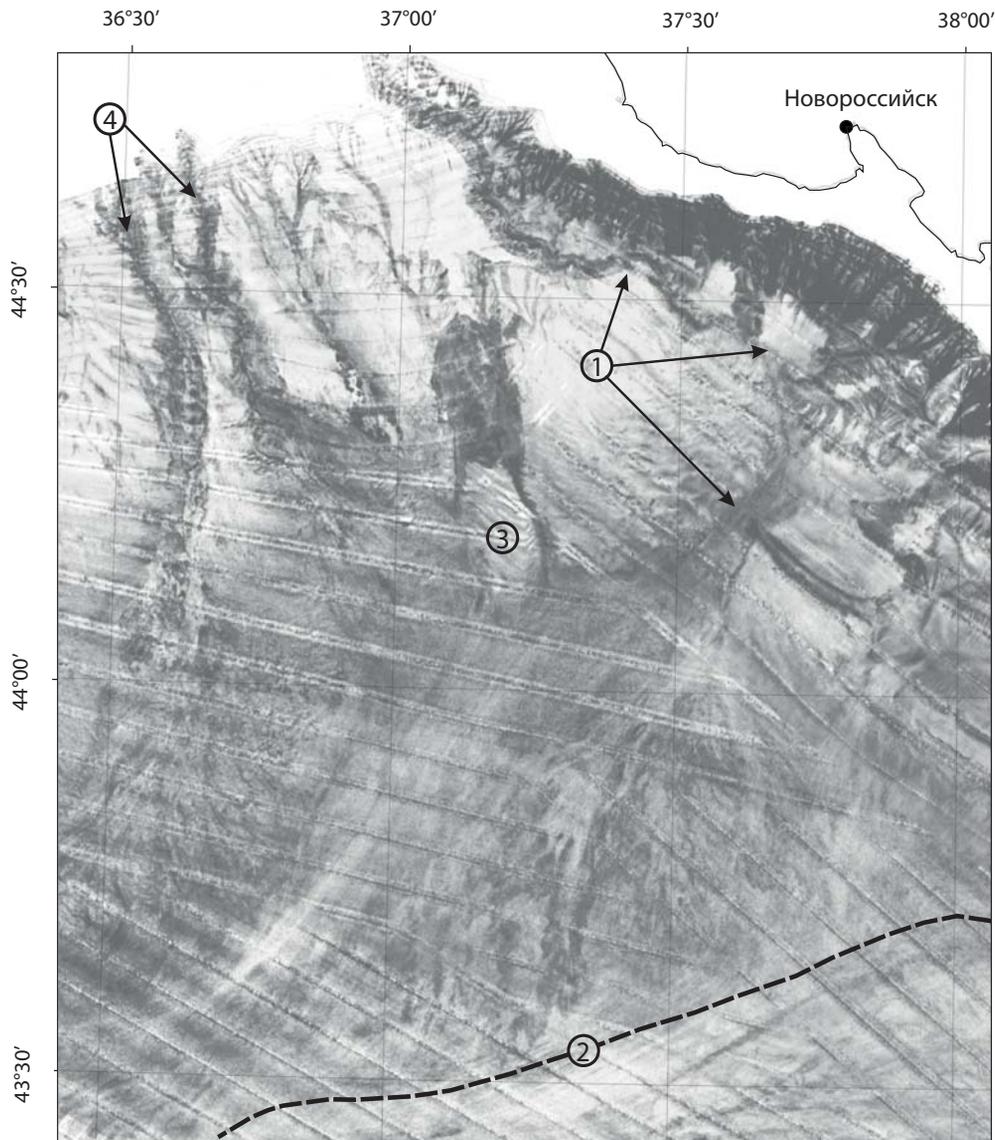
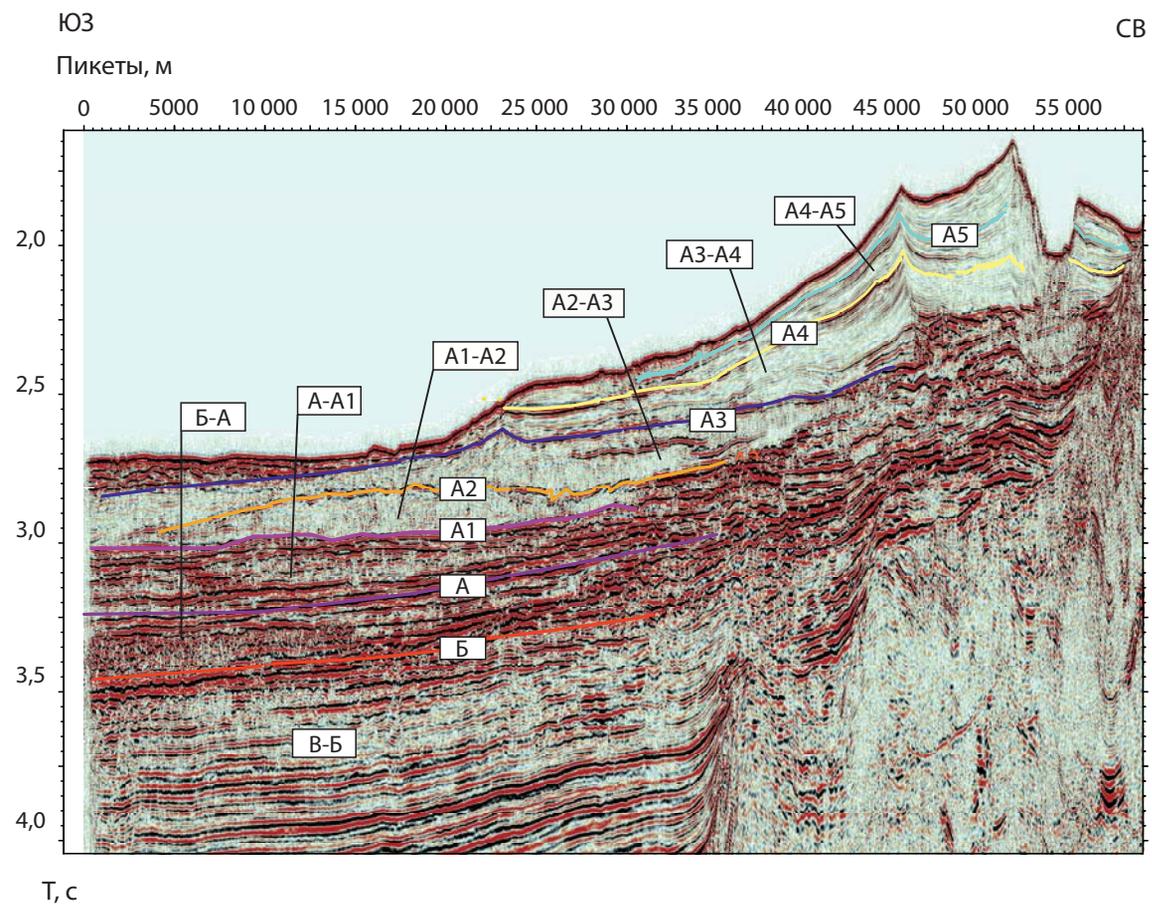
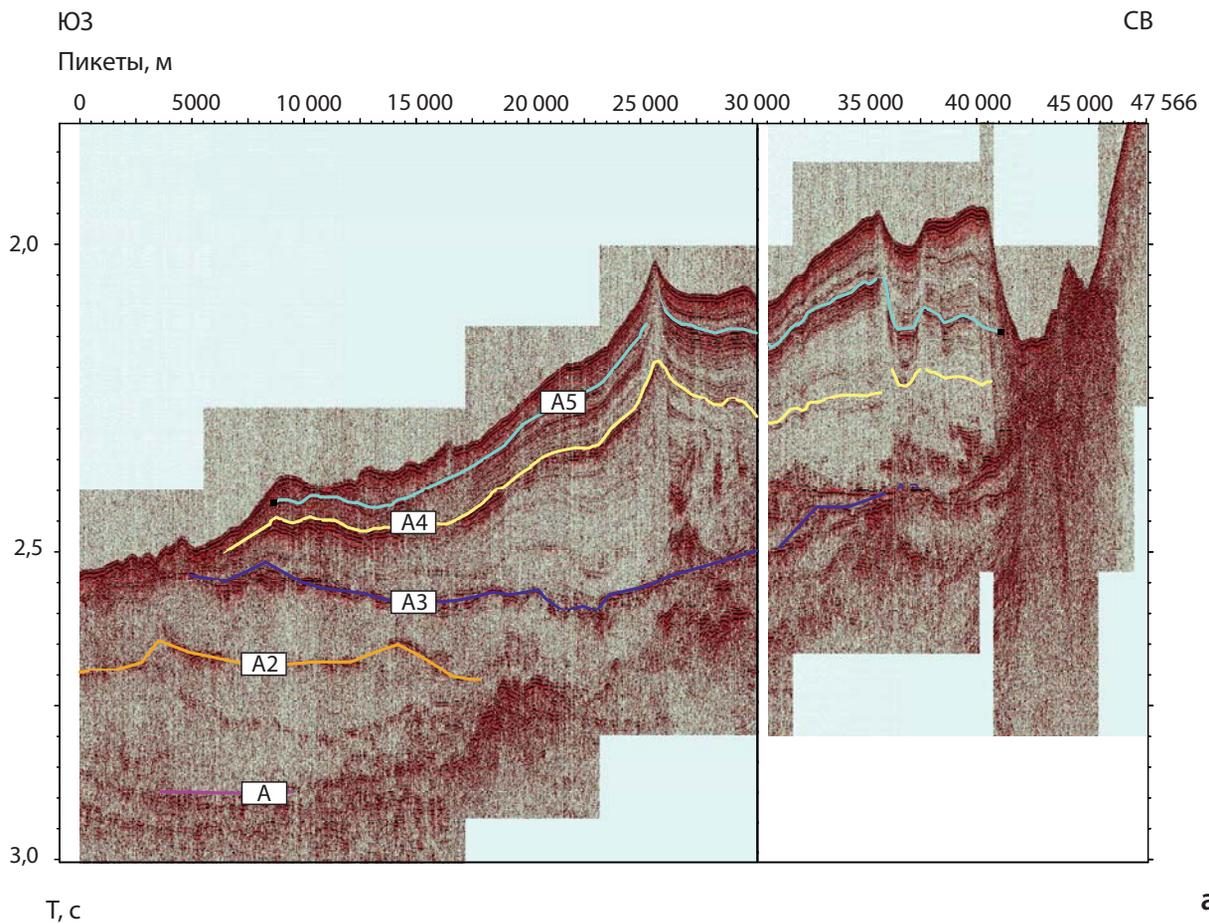


Рис. 2. Монтаж сонограмм (амплитуды обратно-рассеянного акустического сигнала) морского дна Чёрного моря, полученных многолучевым эхолотом Simrad EM-12

1 — русло подводной долины конуса выноса Кубани; 2 — внешняя граница супрафанов конусов выноса Кубани и Дона; 3 — оползень на склоне прируслового вала конуса Кубани; 4 — эрозионные русла на поверхности конуса Дона

Fig. 2. Black Sea bed sonogram mosaic (backscatter acoustic signal amplitudes) by the multibeam acoustic sounder Simrad EM-12

1 — channel of the Kuban fan underwater valley; 2 — outer boundary of the Kuban and Don suprafans; 3 — landslide on the Kuban deep sea fan levee slope; 4 — erosion channels on the Don deep sea fan surface



вплотную к коренному склону. От изобаты 1750 м, на траверзе Новороссийска, долина резко отклоняется к югу, огибая конус выноса. В устье долины располагается шлейф современных отложений (супрафан) поперечником более 70 км (рис. 2).

В дистальной части конуса многочисленные чешуйчатые оползни образуют волнисто-грядовую поверхность. Высота гряд от 10 до 30 м, ширина — от 0,5 до 1,5 км, длина — до 5–7 км. На западном фланге конуса закартирован гигантский оползень, вытянутый по меридиану [21]. Размеры оползня 24 × 10 км, мощность — до 100 м, объем — 15–17 км³.

В разрезах НСАП в области конуса выноса Кубани, выше горизонта А, была выделена последовательность перекрывающих друг друга линзовидных тел с низкоамплитудной записью, разделенных сейсмопачками высокоамплитудных субпараллельных отражений А', А'', А''' и А'''''. Сейсмопачка субпараллельных отражений прослеживается и у поверхности морского дна. Горизонты А1–А4 в кровле слоистых сейсмопачек А', А'', А''' и А'''' совпадают с одноименными горизонтами в разрезах ОГТ (рис. 3). Разделенные сейсмогоризонтами клиноформы СК А3–А4 и А4–Дно ассоциируются с прирусловыми валами конуса выноса Кубани. В разрезах НСАП низкоамплитудная хаотическая и неяснослоистая запись клиноформ по мере удаления от русла сменяется низкоамплитудной слоистой. Горизонт А4 в кровле СК А3–А4 в скважине DSDP 379 коррелируется на уровне кровли карангатских глин — 83 м ниже дна моря. Постройки СК А1–А2 и А2–А3 в основании клиноформ Кубанского конуса принадлежат конусу выноса Дона [11]. В дистальной части конуса Кубани, ниже СК А1–А2, в разрезах выделяется линзовидное тело с хаотической записью СК А–А1. Горизонт А в подошве СК по двум профилям НСАП прослежен до скважины DSDP 379, где он проходит на времени 0,6 с под морским дном, вблизи кровли отложений, которые соответствуют по палеонтологическим данным эпизоду "pre-α". Этот этап с относительно теплым климатом [4] ассоциируется с раннечаудинским интергляциалом, предшествующим Донскому оледенению.

На основе существующих представлений о главных фазах черноморских регрессий и трансгрессий было выполнено сейсмостратиграфическое расчленение построек конуса выноса. Выделяемое на разрезах линзовидное тело конуса выноса Дона первой генерации (СК А–А1) ассоциируется с сопровождавшей Донское оледенение (МИС 16) регрессией, разделяющей раннечаудинскую и позднечаудинскую трансгрессии Понта; линзовидная постройка конуса выноса Дона второй генерации — с эпохой послечаудинской регрессии (МИС 12), а тело конуса

выноса третьей генерации — с эпохой регрессии (МИС 8), разделяющей узунларскую и шахейскую трансгрессии Понта. Клиноформы, связанные с Анапским каньоном, ассоциируются с отложениями прирусловых валов предкарангатского (МИС 6) и нерасчлененного послекарангат-новоэвксинского (МИС 4-2) конусов выноса Кубани. Выполненная реконструкция истории развития конуса показала, что в раннем и среднем неоплейстоцене Кубань впадала в Дон, конус которого накапливался с раннего неоплейстоцена [12].

Новые данные для стратификации конуса выноса Дона–Кубани были получены при выполнении ГСШ-200 на площади листов L-36-XXXV, -XXXVI и K-36-VI.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Донской конус веерообразной формы образуется вокруг двух сближенных подводных каньонов, пересекающих материковый склон на траверзе Керченского пролива, на продолжении погребенного палеорула Дона. При выполнении батиметрической съемки многолучевым эхолотом Simrad EM-12 на современной поверхности конуса выноса были обнаружены и детально обследованы эрозионные русла, которые берут начало от каньонов на материковом склоне (рис. 2). От устья каньонов, вблизи изобаты 400 м, русла проходят в южном направлении до глубины 1700 м. Ширина русел варьирует от 4 до 5 км. В верхней части конуса профили русел V-образные, асимметричные. Высота правого борта более глубокого западного русла над тальвегом достигает 200 м, левого — 150 м. Уклоны правого борта каньона в верхней и средней частях конуса достигают 10°, в нижней — убывают до 5°. Уклоны левого борта убывают от 5° в верхней части конуса до 3° в средней. Продольный профиль русел вогнутый, уклоны тальвега убывают от 100 м/км в верховьях долины до 30 м/км в нижней части конуса. Восточное русло слабо меандрирует. Западное русло плавной дугой огибает поднятие рельефа, отражающее возвышенность новейшей аккумулятивной постройки Донского конуса выноса. В дистальной части конуса в устье русел формируются обширные лопастевидные шлейфы современных осадков (супрафаны), хорошо читаемые на монтаже сонограмм многолучевого эхолота (рис. 2).

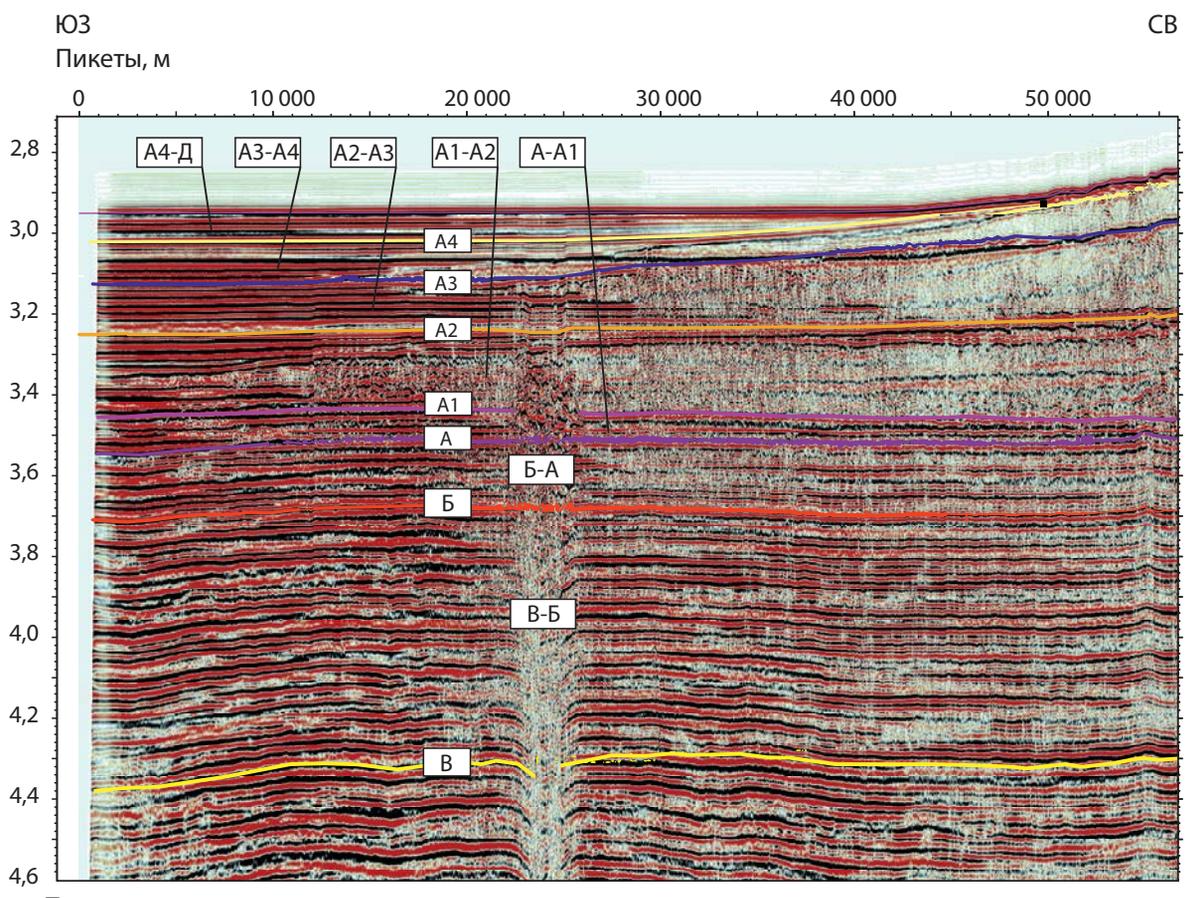
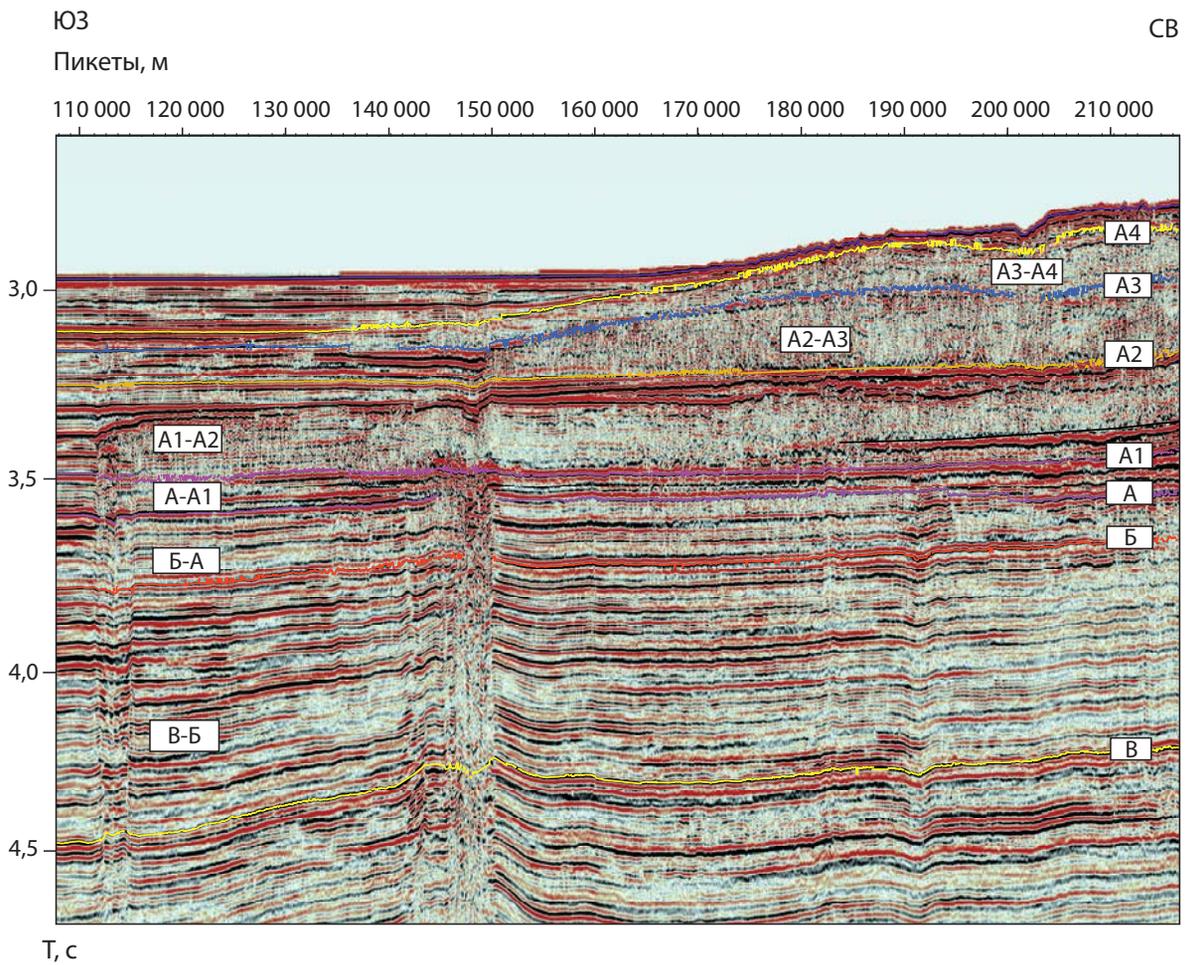
В разрезах архивных профилей ОГТ и НСАП в верхней и средней частях конуса удается различить серию аккумулятивных построек конуса выноса Дона с характерными формами русел и прирусловых валов. Формы рельефа двух новейших построек

Рис. 3. Фрагмент временного разреза профиля НСАП (а) и профиля ОГТ (б) с элементами геологической интерпретации. Современное русло и прирусловые валы неоплейстоценового конуса выноса Кубани

Положение профилей показано на рис. 1

Fig. 3. Fragment of time cross-sections of acoustic (a) and common depth point seismic (b) profiles, with geologic interpretation included. Modern channel and levees of the Neopleistocene Kuban deep sea fan

Refer to the profile location in fig. 1



конуса выноса Дона проявлены в рельефе морского дна, однако имеющийся материал не позволяет выполнить стратиграфическое расчленение разреза верхней части конуса. Вместе с тем материалы ОГТ ВР и НСАП, полученные при выполнении ГСШ-200 в совокупности с привлеченными архивными материалами, позволили впервые выполнить сеймостратиграфическое расчленение разреза нижней части конуса выноса Дона на площади листов L-36-XXXV, -XXXVI и K-36-VI (рис. 4).

Горизонт в подошве отложений конуса выноса Дона по сети связующих профилей ОГТ был прокоррелирован в прикавказскую область бассейна, где он совпадает с горизонтом А, который ассоциируется с кровлей нижнечаудинского мариния. На основании анализа характера записи, непрерывности, амплитуды сейсмических границ и внешней геометрии объектов в сейсмических записях выше горизонта А выделяется серия из шести СК, разделенных сейсмогоризонтами А1–А5. В каждой из шести построек хаотические неяснослоистые и прозрачные сейсмофации интерпретируются как комплекс отложений турбидитов системы русла и прирусловых валов конуса выноса, формировавшихся в периоды низкого стояния уровня моря ледниковых эпох неоплейстоцена. Сейсмогоризонты, разделяющие СК, представляют собой пачки непрерывных параллельных сейсмических отражающих границ и ассоциируются с гемипелагическими отложениями эпох трансгрессий.

Вместе со слоистыми сеймопачками (горизонтами), разделяющими/перекрывающими линзы хаотических неяснослоистых прозрачных сейсмофаций, выделяемые СК шести генераций конуса выноса отвечают стратиграфическим надгоризонтам (климаторитмам) неоплейстоцена (таблица).

За основу стратиграфической привязки описанных СК была принята предложенная Т. А. Яниной схема корреляции трансгрессивно-регрессивных событий неоплейстоцена Понта с ледниково-межледниковой ритмикой Русской равнины [15]. При этом были учтены схема корреляции СК конуса выноса Дуная, Днестра и Днепра, кривая изменения уровня моря из работы К. Уингут, Х. К. Вонга, Н. Панина [22] и представления о едином древнеэвксин-узунларском трансгрессивном цикле М. В. Муратова, принятые при подготовке к изданию геологической карты четвертичных отложений листа L-36 (K-36).

От конусов Дона и Кубани сейсмогоризонты А1–А4 прослежены в глубоководную котловину и на подножие материкового склона (рис. 4). На основании сопоставления разрезов ОГТ с разрезами НСАП

опорные горизонты коррелируются и в материалах НСАП, позволивших при благоприятных сейсмогеологических условиях получить более детальную характеристику разреза в глубоководной котловине и на материковом подножии, за границами построек конуса выноса.

При сопоставлении разрезов профилей ОГТ ВР и НСАП в дистальной части конусов выноса проявляется характер сейсмических границ, разделяющих постройки конусов выноса. Сеймостратиграфическое расчленение конуса выноса основано на прослеживании в разрезах сейсмогоризонтов (сеймопачек высокоамплитудных субпараллельных отражений), разделяющих линзы низкоамплитудных сейсмофаций. Внешние границы низкоамплитудных сейсмофаций формируются в процессе постепенного продвижения дистальных частей построек конуса выноса в глубоководную область в эпохи регрессий. В эпохи трансгрессий на поверхности конуса выноса формируется конденсированный трансгрессивный разрез. На профилях НСАП граница прозрачной и слоистой сейсмической записи по латерали пересекает оси синфазности, смещаясь на разные возрастные уровни (рис. 5). Таким образом, разделяющие постройки конусов выноса сеймопачки высокоамплитудных субпараллельных отражений и соответствующие им сейсмические горизонты представляют собой диахронные «миграционные» границы.

Сеймофациальный анализ разрезов НСАП позволил дополнительно расчленить СК на участках морского дна, расположенных в зоне действия склоновых процессов на материковом подножии и на абиссальной равнине. В благоприятных сейсмогеологических условиях разрез каждого СК удается разделить на два сеймоподкомплекса (далее — СПК): СПК высокоамплитудных субпараллельных отражений в верхней части разреза и СПК с низкоамплитудной полупрозрачной записью в нижней части СК. Слоистые СПК в верхней части разреза СК отделяются от СПК с прозрачной записью горизонтом в подошве слоистого СПК, который индексируется добавлением буквы «к» к индексу горизонта, расположенного на верхней границе слоистого СПК: А3–А3к, А4–А4к и др. (рис. 6). При интерпретации материалов НСАП была использована методика сеймостратиграфического анализа, разработанная Н. Я. Куниным, Е. В. Кучеруком [23; 24]. Слоистая сеймопачка в верхней части разреза СК ассоциируется с гемипелагическими отложениями эпох трансгрессий Понта. Прозрачные неяснослоистые сейсмофации в нижней части разреза СК сопоставляются с турбидитами, накапливавшимися в условиях

Рис. 4. Фрагменты временных разрезов профилей ОГТ (а) и ОГТ ВР (б) с элементами геологической интерпретации
В верхней части разреза выделены четыре СК, ограниченных сейсмическими горизонтами А1–А4 и Д (дно) и состоящих из наборов парасеквенций, которые интерпретируются как отложения фаз высокого и низкого стояния уровня моря. Положение профилей показано на рис. 1

Fig. 4. Fragments of common depth point (a) and high-resolution common depth point seismic (b) profile time cross-sections, with geological interpretation included

The upper section presents four seismic complexes limited to seismic horizons А1–А4 and Д (bed) and consisting of parasequences sets interpreted as deposits of high and low sea level phases. Refer to the profile location in fig. 1

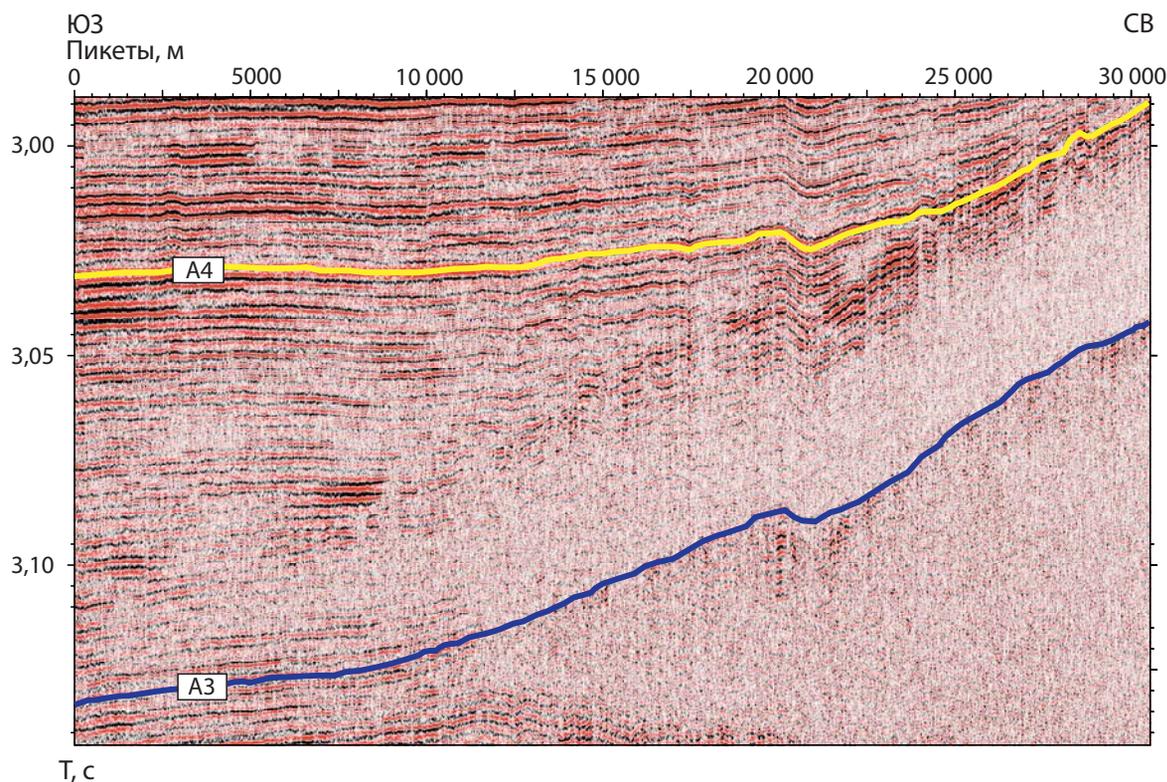


Рис. 5. Фрагмент временного разреза профиля НСАП с элементами геологической интерпретации. Положение сейсмогоризонта А4, выделяемого в разрезах ОГТ ВР, в дистальной части конуса выноса Дона

Положение профиля показано на рис. 1

Fig. 5. Fragment of the acoustic profile time cross-section, with geological interpretation included. Location of seismic horizon A4 correlated in the high-resolution common depth point seismic sections in the distal part of the Don deep sea fan. Refer to the profile location in fig. 1

лавинной седиментации периодов неоплейстоценовых регрессий (таблица).

На абиссальной равнине по мере удаления от области действия склоновых процессов мощность слоистых СПК возрастает, и у юго-западной границы листа L-36-XXXV (Ялта) неяснослоистые сеймопачки в нижней части СК не выделяются. Однако корреляция горизонта в подошве слоистого СПК в благоприятных сейсмогеологических условиях обеспечивает расчленение СК в области с однородной слоистой записью в глубоководной котловине.

По профилям НСАП, пройденным при выполнении ГСШ-1000, горизонты А1–А5 прослежены до скважины DSDP 379. СК А–А1 в скважине соответствует интервал от 400 до 580 м. Нижней части СК, синхронной конусу выноса Дона первой генерации, в разрезе скважины отвечают отложения терригенных илов с прослоями карбонатов пачки 9, формировавшиеся в условиях сурового климата, выделяемого по результатам анализа палинологических спектров «эпизода α» [3], ассоциирующегося с эпохой Донского оледенения (МИС 16). Накопление осадков верхней части СК А–А1 происходило в эпоху относительно мягкого климата, выделяемого по результатам анализа палинологических спектров эпизода "Anna" [3], соответствующего эпохе позднечаудинской трансгрессии (МИС 13–15) [15].

СК А1–А2 в скважине DSDP 379 соответствует интервал от 222 до 400 м, который включает терригенные илы верхней части пачки 8 (400–273 м) и терригенные илы, обогащенные диатомеями и кокколитами пачки 7 (273–222 м) [4]. Отложения нижней части СК, синхронные с отложениями конуса выноса Дона второй генерации, накапливались в эпоху послечаудинской регрессии Понта (МИС 12). В разрезе скважины они ассоциируются с отложениями эпохи холодного климата «эпизода-β», выделяемого по результатам анализа палинологических спектров [3]. Отложения верхней части СК соответствуют выделяемому по данным анализа распределения диатомовых комплексов слою VII [4] и относятся к эпохе древнеэвксинской, палеоузунарской и эвксинской трансгрессии Чёрного моря (МИС 9–11).

Отложениям СК А2–А3 в разрезе скважины DSDP 379 соответствуют терригенные илы нижней части пачки 6 (140–222 м). Отложения конуса выноса Дона третьей генерации и прозрачной сеймофации в нижней части СК (СПК А2–А3к) сопоставляются с эпохой послезунарской регрессии Чёрного моря. В разрезе скважины им соответствуют илы выделяемого по данным диатомового анализа слоя VI [4]. Отложения слоистой сеймофации (СПК А3к–А3) сопоставляются с терригенными илами слоя V, накопление которых происходило в условиях ашейской

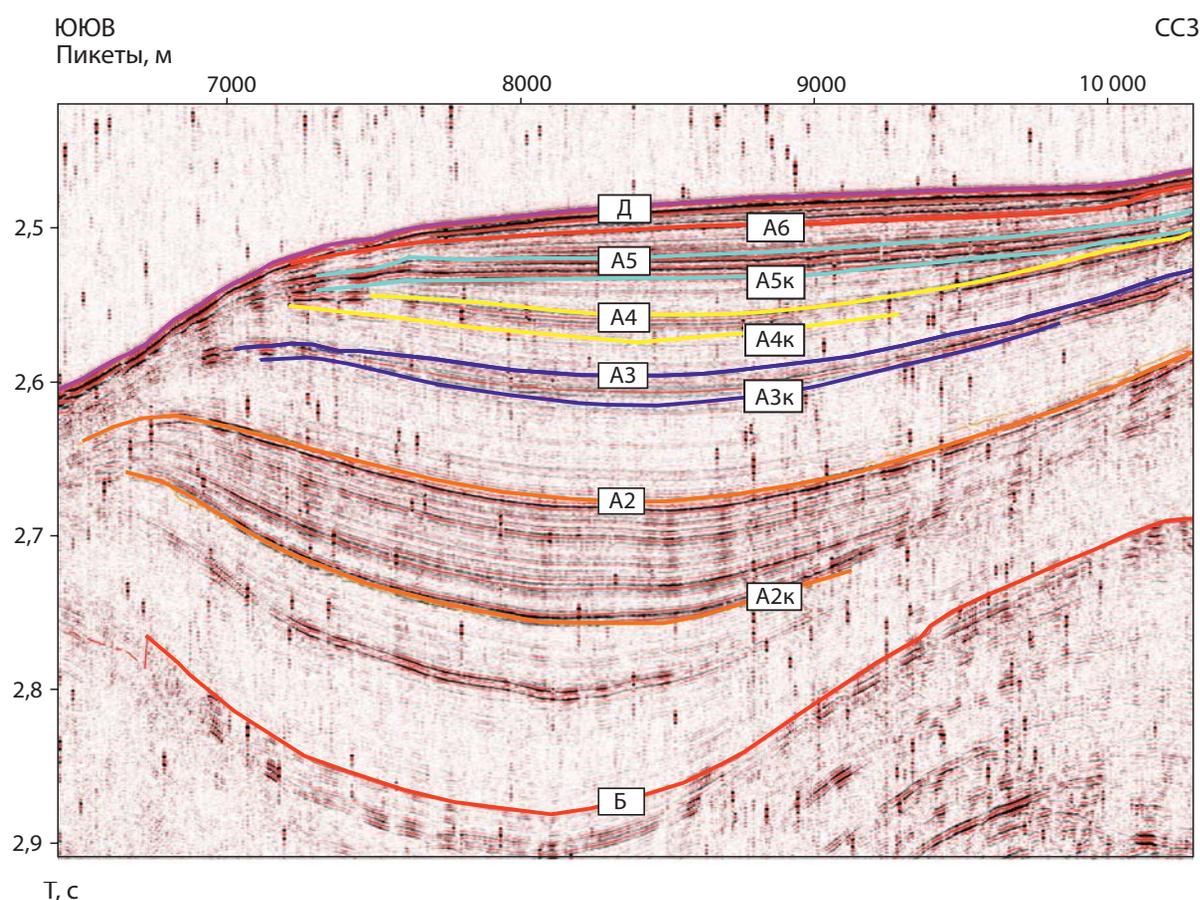


Рис. 6. Фрагмент временного разреза профиля НСАП с элементами геологической интерпретации

Выделение СПК. Слоистые СПК отделяются прозрачным горизонтом, индексируемым добавлением буквы «к» к индексу верхней границы слоистого СПК: А3–А3к, А4–А4к и т. д. Положение профиля показано на рис. 1

Fig. 6. Fragment of the acoustic profile time cross-section, with geological interpretation included

Seismic subcomplexes identified. Bedded seismic subcomplexes are separated by the transparent horizon indexed with *k* added to the index of the upper boundary of the bedded seismic complex: А3–А3к, А4–А4к, etc. Refer to the profile location in fig. 1

трансгрессии Чёрного моря в период одицовского межледниковья Русской равнины [15].

СК А3–А4 в скважине DSDP 379 соответствует толща терригенных илов верхней части пачки 6 (99–140 м) и слой сапропеля пачки 5. Прозрачная сейсмофаза СПК А3–А4к в нижней части разреза ассоциируется с отложениями предкарангатской регрессии (выделяемые на основании анализа диатомей отложения слоя IV) [4]. С отложениями СПК А4к–А4 ассоциируются терригенные илы карангатской трансгрессии (отложения слоя III).

Отложениям СК А4–А5 в скважине DSDP 379 соответствуют терригенные илы нижней части слоя II, датированного на основании анализа диатомей посткарангат–новоэвксином [4]. Посткарангатские отложения (СПК А4–А5к) в разрезе скважины ассоциируются с обогащенными кокколитами терригенными илами пачки 4 (64–99 м). С отложениями сурожской трансгрессии СПК А5к–А5 ассоциируется терригенный ил нижней части пачки 3 (32–64 м).

СК А5–А6 и А6–Д описаны в разрезах АП и опробованы с помощью прямоточных трубок. Прозрачная сейсмофаза СК А5–А6 ассоциируется с от-

ложениями новоэвксинской регрессии (МИС 2). В скважине DSDP 379 к новоэвксину относятся терригенные илы верхней части пачки 3 (3–32 м). Пачка высокочастотных отражений СК А6–Д ассоциируется с отложениями черноморской (голоценовой) трансгрессии (МИС 1).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При мощности осадочного чехла четвертичных образований, превышающей 3 км, глубина обследования разреза грунтовыми трубками не превосходит 10 м, а объемы бурения в глубоководной котловине крайне ограничены. В этих условиях основная информация о геологическом строении впадины получается в виде временных разрезов сейсмических профилей. Благоприятные сейсмогеологические условия, существующие в глубоководной области, позволяют коррелировать отражающие сейсмические границы, выделяемые в сейсмических разрезах, полученных методом общей глубинной точки (ОГТ и ОГТ ВР), на всей площади глубоководной котловины.

**Сейсмостратиграфическая схема неоплейстоцена конуса выноса Дона,
подножия материкового склона и глубоководной равнины Чёрного моря**

Neopleistocene seismic stratigraphic scheme of the Don deep sea fan, continental slope foot, and the Black Sea deep-sea plain

Климатические полуритмы (климатолиты)	Индекс	Морские изотопные стадии (МИС)	Расчленение разреза скважины DSDP 379 по комплексам диатомей	Сейсмокомплексы ОГТ/НСАП	Сейсмоподкомплексы НСАП
Новоэвксин-черноморской трансгрессии	§H	1	Слои I и II	A4–Д	A6–Д
Новоэвксинской регрессии (шестой генерации)	§III _{ne}	2			A5–A6
Сурожской трансгрессии	§III _{2–3}	3			A5–A5к
Послекарангатской регрессии (пятой генерации)	§III ₂	4			A4–A5к
Карангатской трансгрессии	§II ₆ – III ₁	5	Слой III	A3–A4	A4–A4к
Предкарангатской регрессии (четвертой генерации)	§II ₆	6	Слой IV		A3–A4к
Шахейской трансгрессии	§II ₅	7–8	Слой V	A2–A3	A3–A3к
Послеузунарской регрессии (третьей генерации)	II ₄	8	Слой VI		A2–A3к
Древнеэвксин-узунарской трансгрессии	§I ₈ – II ₃	9–11	Слой VII	A1–A2	
Послечаудинской регрессии (второй генерации)	§I ₈	12	Слой VIII		
Позднечаудинской трансгрессии	§I _{4–7}	13–15		A–A1	
Внутричаудинской регрессии (первой генерации)	§I ₄	16			

Источник: расчленение разреза скважины по комплексам диатомей — по [4]

Source: well section subdivision by diatom complexes — from [4]

Для стратиграфической привязки сейсмических границ наряду с имеющимися скважинами может быть использовано сейсмостратиграфическое расчленение разрезов неоплейстоценовых конусов выноса Кубани, Дона, Дуная и других крупных рек, с выделением в разрезе построек, соотносимых с этапами черноморских регрессий. Ряд особенностей разреза глубоководных конусов выноса Дона и Кубани позволяет рассматривать его как региональный стратотип (сейсмостратотип) стратиграфических границ для неоплейстоцена глубоководной котловины Чёрного моря:

— разрез включает полную последовательность отложений без перерывов осадконакопления;

— разрез характеризуется присутствием максимального разнообразия сейсмофаций, обеспечивающих выделение пограничных стратонов;

— корреляция сейсмогоризонтов от дистальной части конусов позволяет выделять сейсмостратиграфические подразделения в сейсмических разрезах в глубоководной котловине за границами конуса.

Как было показано, разделяющие постройки конусов выноса сеймопачки высокоамплитудных субпараллельных отложений и соответствующие им сейсмические горизонты представляют собой диахронные «миграционные» границы. Формально они не могут рассматриваться как хроностратиграфические границы. Тем не менее сейсмостратиграфическое расчленение разреза конуса выноса, основанное на корреляции границ, разделяющих низкоамплитудные сейсмокомплексы, представляется весьма эффективным, поскольку их совокупность обеспечивает надежную основу для выделения в разрезе неоплейстоцена комплексов отложений, отвечающих основным фазам черноморских регрессий и трансгрессий. Необходимо при этом учитывать характерный для стратиграфии неоплейстоцена феномен диахронности стратиграфических границ выделяемых стратонов.

Сейсмостратиграфическая схема, основанная на расчленении неоплейстоценового разреза конусов выноса Кубани и Дона, была принята за основу при выполнении геологосъемочных работ на листах

L-36-XXXV, -XXXVI и K-36-VI [25]. В сейсмических разрезах, полученных методом общей глубинной точки (ОГТ и ОГТ ВР) и непрерывного сейсмоакустического профилирования на площади конуса Дона, выделены сейсмокомплексы, которые ассоциируются с надгоризонтами (климаторитмами) региональной климатостратиграфической шкалы неоплейстоцена Чёрного моря (таблица). Разделяющие их сейсмогоризонты А1–А5 ассоциируются с границами в подошве климаторитмов. Прослеживание горизонтов за границами конуса выноса обеспечило расчленение разреза отложений неоплейстоцена в глубоководной котловине на площади листов L-36-XXXV, -XXXVI и K-36-VI. Отложения неоплейстоцена, мощность которых достигает 1500 м, подразделены на пять сейсмокомплексов, отвечающих надгоризонтам. На участках с благоприятными сейсмическими условиями в сейсмических разрезах, полученных методом непрерывного сейсмоакустического профилирования, дополнительно выделены сеймоподкомплексы, отвечающие климатолитам («криохронам» и «термохронам»). По облику в сейсмической записи в разрезах сеймоподкомплексов были выделены и закартированы сейсмостратиграфические подразделения, соответствующие стратиграфо-генетическим подразделениям неоплейстоцена (морские нефелоиды, морские турбидиты, фации русел и прирусловых валов подводных долин, фации осадочных волн, оползневые фации морского декливию и др.).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Методические рекомендации по организации, проведению и конечным результатам геологосъемочных работ, завершающихся созданием Госгеолкарты-200 (второго издания). СПб., 2022. 55 с.
2. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. 2-е изд. Серия Кавказская. Лист К-37-IV (Сочи). Объяснительная записка. СПб. : ВСЕГЕИ, 2000. 134 с.
3. Ross D. A., Neprochnov Y. P., The Leg 42B Science Party. Initial reports of deep sea drilling project. Vol. 42. Pt. 2. Washington, DC : U.S. Government Printing Office, 1978. 1230 p.
4. Геологическая история Черного моря по результатам глубоководного бурения / отв. ред. Ю. П. Непроchnов. М. : Наука, 1980. 202 с.
5. Фаунистическая характеристика неоген-четвертичных отложений Туапсинского прогиба и возраст материкового склона / В. М. Андреев [и др.] // Теория и практика морских геолого-геофизических исследований: материалы к юбилейной конф., Геленджик, 20–24 сент. 1999 г. Геленджик : НИПИОкеангеофизика, 1999. С. 122–124.
6. Сорокин В. М., Янина Т. А., Романюк Б. Ф. Новые находки карангатских отложений в восточной части Черного моря // Вестник Московского университета. Сер. 4. Геология. 2022. № 5. С. 113–119. <https://doi.org/10.33623/0579-9406-2022-5-113-119>.
7. Eemian and Holocene sea-surface conditions in the southern Black Sea: Organic-walled dinoflagellate cyst record from core 22-GC3 / L. S. Shumilovskikh [et al.] // Marine Micropaleontology. 2013. Vol. 101. P. 146–160. <https://doi.org/10.1016/j.marmicro.2013.02.001>.
8. Тектоника мезокайнозойских отложений Черноморской впадины / Д. А. Туголесов [и др.]. М. : Недра, 1985. 215 с.
9. Мейснер Л. Б., Туголесов Д. А. Опорные отражающие горизонты в сейсмической записи осадочного выполнения Черноморской впадины (корреляция и стратиграфическая привязка) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2003. Т. 11, № 6. С. 83–97.
10. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. 2-е изд. Серия Кавказская. Лист К-37-III (Долина Кумани). Объяснительная записка [Электронный ресурс] / В. М. Андреев [и др.]. М. : Моск. фил. ФГБУ «ВСЕГЕИ», 2002. 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM). Загл. с экрана.
11. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. 2-е изд. Серия Кавказская. Лист L-37-XXXII (Кабардинка). Объяснительная записка [Электронный ресурс] / В. М. Андреев [и др.]. М. : Моск. фил. ФГБУ «ВСЕГЕИ», 2022. 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM). Загл. с экрана.
12. Новые данные о палеогеографии восточной части Черного моря в четвертичную эпоху / В. М. Андреев [и др.] // Геология морей и океанов: тез. докл. XVI Междунар. школы по мор. геол. Т. I. М. : ИО РАН, 2005. С. 154–155.
13. The Danube and Dniepr fans: Morphostructure and evolution / Н. К. Wong [et al.] // Geo-Eco-Marina. 1997. Vol. 2. P. 77–101.
14. Федоров П. В. Стратиграфия четвертичных отложений Крымско-Кавказского побережья и некоторые вопросы геологической истории Черного моря : тр. ГИН АН СССР. Вып. 88. М. : Изд-во АН СССР, 1963. 157 с.
15. Янина Т. А. Неоплейстоцен Понто-Каспия: биостратиграфия, палеогеография, корреляция. М. : Геогр. фак. МГУ, 2012. 263 с.
16. Quaternary time scales for the Pontocaspian domain: Interbasinal connectivity and faunal evolution / W. Krijgsman [et al.] // Earth-Science Reviews. 2019. Vol. 188. P. 1–40. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.10.013>.
17. Корсаков О. Д., Юнов А. Ю. О строении некоторых участков континентального склона северной части Черного моря // Геология побережья и дна Черного и Азовского морей в пределах УССР. Вып. 3. Киев : Изд-во Киев. ун-та, 1970. С. 18–23.
18. Пояснительная записка к альбому структурных карт и карт мощностей кайнозойских отложений Черноморской впадины. Масштаб 1 : 1 500 000 / сост. А. С. Горшков [и др.] ; ред. Д. А. Туголесов. Геленджик : ГП НИПИ-океангеофизика, 1993. 71 с.
19. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 200 000. 2-е изд. Серия Кавказская. Лист L-37-XIX, XXV (Тамань). Объяснительная записка / С. Г. Корсаков [и др.]. М. : МФ ВСЕГЕИ, 2013. 107 с.
20. Позднеплейстоценовый глубоководный конус выноса Кубани / В. М. Андреев [и др.] // Геология морей и океанов: материалы XV Междунар. школы мор. геол. Т. I. М., 2003. С. 186–187.
21. Казанцев Р. А., Кругляков В. В. Гигантский оползень на дне Черного моря // Природа. 1998. № 10. С. 86–87.
22. Upper Quaternary water level history and sedimentation in the northwestern Black Sea / C. Winguth [et al.] // Marine Geology. 2000. Vol. 167, nos. 1–2. P. 127–146. [https://doi.org/10.1016/S0025-3227\(00\)00024-4](https://doi.org/10.1016/S0025-3227(00)00024-4).
23. Кунин Н. Я., Кучерук Е. В. Основные положения сейсмостратиграфического анализа // Месторождения горючих полезных ископаемых. Т. 13: Сейсмостратиграфия в решении проблем поиска и разведки месторождений нефти и газа. М. : ВИНТИ, 1984. С. 56–70.
24. Димитров О. В., Друщиз В. А. Новые данные об относительных изменениях уровня Черного моря четвертичного периода // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2003. Т. 11, № 4. С. 101–107.
25. Шейков А. А., Шельтинг С. К. Сейсмостратиграфическое расчленение разреза неоплейстоцена черноморской котловины к серийной легенде Крымской серии листов ГК-200 // Геология морей и океанов: материалы XXV Междунар. науч. конф. (Школы) по мор. геол., Москва, 13–17 нояб. 2023 г. Т. IV. М. : ИО РАН, 2023. С. 126–130.

REFERENCES

1. Methodological recommendations for geological survey organization, activities, and final results in order to create the State Geologic Map at a scale of 1 : 200,000 (second edition). St. Petersburg; 2022. 55 p. (In Russ.).
2. State Geological Map of the Russian Federation at a scale of 1 : 200,000. 2nd ed. Caucasian series. Sheet K-37-IV (Sochi). Explanatory note. St. Petersburg: VSEGEI; 2000. 134 p. (In Russ.).
3. Ross D. A., Neprochnov Y. P., The Leg 42B Science Party. Initial reports of deep-sea drilling project. Vol. 42. Pt. 2. Washington, DC: U.S. Government Printing Office; 1978. 1230 p.
4. Geological history of the Black Sea after deep-sea drilling / Publ. Ed. Yu. P. Neprochnov. Moscow: Nauka; 1980. 202 p. (In Russ.).
5. Faunal characteristics of the Neogene-Quaternary deposits of the Tuapse Trough and the continental slope age / V. M. Andreev [et al.]. *Theory and Practice of Marine Geological and Geophysical Research: Proc. of the Jubilee Conf., Gelendzhik, 20–24 Sept. 1999*. Gelendzhik: NIPIokeangeofizika; 1999. P. 122–124. (In Russ.).
6. Sorokin V. M., Yanina T. A., Romanyuk B. F. New finds of Karangat deposits in the eastern part of the Black Sea. *Moscow University Bulletin. Series 4. Geology*. 2022; (5): 113–119. <https://doi.org/10.33623/0579-9406-2022-5-113-119>. (In Russ.).
7. Eemian and Holocene sea-surface conditions in the southern Black Sea: Organic-walled dinoflagellate cyst record from core 22-GC3. *Marine Micropaleontology*. 2013; 101: 146–160. <https://doi.org/10.1016/j.marmicro.2013.02.001>.
8. Mesozoic–Cenozoic tectonics of the Black Sea deposits / D. A. Tugolesov [et al.]. Moscow: Nedra; 1985. 215 p. (In Russ.).
9. Meisner L. B., Tugolesov D. A. Key reflecting horizons in sedimentary fill seismic records of the Black Sea Basin (Correlation and stratigraphic position). *Stratigr. Geol. Correl.* 2003; 11 (6): 606–619.
10. State Geological Map of the Russian Federation at a scale of 1 : 200,000. 2nd ed. Caucasian series. Sheet K-37-III (Kumani Valley). Explanatory note [Electronic resource] / V. M. Andreev [et al.]. Moscow: VSEGEI Moscow branch; 2022. 1 electronic optical disc (DVD-ROM). Title from the screen. (In Russ.).
11. State Geological Map of the Russian Federation at a scale of 1 : 200,000. 2nd ed. Caucasian series. Sheet L-37-XXXII (Kabardinka). Explanatory note / V. M. Andreev [et al.]. Moscow: VSEGEI Moscow branch; 2022. 1 electronic optical disc (DVD-ROM). Title from the screen. (In Russ.).
12. New data on the Quaternary paleogeography in the eastern Black Sea / V. M. Andreev [et al.]. *Geology of Seas and Oceans: Proc. of the XVI Intern. School of Marine Geology*. Vol. I. Moscow: IO RAS; 2005. P. 154–155. (In Russ.).
13. The Danube and Dniepr fans: Morphostructure and evolution / H. K. Wong [et al.]. *Geo-Eco-Marina*. 1997; 2: 77–101.
14. Fedorov P. V. Stratigraphy of Quaternary deposits of the Crimean-Caucasian coast and certain problems in the geological history of the Black Sea: Proc. of the Geol. Inst. of AS USSR. Vol. 88. Moscow: AS USSR; 1963. 157 p. (In Russ.).
15. Yanina T. A. Neopleistocene of the Ponto-Caspian: Biostratigraphy, paleogeography, correlation. Moscow: Fac. of Geogr., Moscow State Univ.; 2012. 263 p. (In Russ.).
16. Quaternary time scales for the Pontocaspian domain: Interbasinal connectivity and faunal evolution / W. Krijgsman [et al.]. *Earth-Science Reviews*. 2019; 188: 1–40. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.10.013>.
17. Korsakov O. D., Yunov A. Yu. Structure of some continental slope sections in the northern Black Sea. *Geology of the Coast and Bottom of the Black and Azov Seas in the Ukrainian SSR*. Vol. 3. Kyiv: Kyiv Univ. Publ. House; 1970. P. 18–23. (In Russ.).
18. Interpretive note to the album of structural maps and Cenozoic sedimentation thickness map of the Black Sea depression. Scale of 1 : 1,500,000 / Comp. A. S. Gorshkov [et al.]; Ed. D. A. Tugolesov. Gelendzhik: GP NIPIokeangeofizika; 1993. 71 p. (In Russ.).
19. State Geological Map of the Russian Federation. Scale of 1 : 200,000. 2nd ed. Caucasian series. Sheet L-37-XIX, XXV (Taman). Explanatory note / S. G. Korsakov [et al.]. Moscow: VSEGEI Moscow branch; 2013. 107 p. (In Russ.).
20. Late Pleistocene deep sea fan of Kuban River / V. M. Andreev [et al.]. *Geology of Seas and Oceans: Proc. of the XV Intern. School of Marine Geology*. Vol. I. Moscow; 2003. P. 186–187. (In Russ.).
21. Kazantsev R. A., Kruglyakov V. V. Giant landslide on the Black Sea floor. *Priroda*. 1998; (10): 86–87. (In Russ.).
22. Upper Quaternary water level history and sedimentation in the northwestern Black Sea / C. Winguth [et al.]. *Marine Geology*. 2000; 167 (1–2): 127–146. [https://doi.org/10.1016/S0025-3227\(00\)00024-4](https://doi.org/10.1016/S0025-3227(00)00024-4).
23. Kunin N. Ya., Kucheruk E. V. Basic principles of seismostratigraphic analysis. *Fossil fuel deposits. Vol. 13: Seismostratigraphy in solving problems of prospecting and exploration of oil and gas fields*. Moscow: VINITI; 1984. P. 56–70. (In Russ.).
24. Dimitrov O. V., Drushchits V. A. New data on the Black Sea level changes in the Quaternary. *Stratigr. Geol. Correl.* 2003; 11 (4): 404–410. (In Russ.).
25. Sheykov A. A., Shelting S. K. Seismostratigraphic separation of the Pleistocene section of the Black Sea for the legend of the geological map sheets of Crimean series at scales of 1 : 200,000. *Geology of Seas and Oceans: Proc. of the XXV Intern. Conf. on Marine Geology*, Moscow, 13–17 Nov. 2023. Vol. IV. Moscow: IO RAS; 2023. P. 126–130. (In Russ.).

Шельтинг Сергей Константинович

Начальник отдела обработки геологических данных,
Экспедиция по комплексно-геологическим работам

АО «Южморгеология»,
Геленджик, Россия

SheltingSK@rusgeology.ru

Шейков Анатолий Александрович

Заместитель директора по геологическим работам,
Экспедиция по комплексно-геологическим работам

АО «Южморгеология»,
Геленджик, Россия

SheikovAA@rusgeology.ru

Sergey K. Shelting

Head of Geological Data Processing Department,
Expedition for Combined Geological Works

JSC Yuzhmorgeologiya,
Gelendzhik, Russia

SheltingSK@rusgeology.ru

Anatoly A. Sheikov

Deputy Director for Geological Works,
Expedition for Combined Geological Works

JSC Yuzhmorgeologiya,
Gelendzhik, Russia

SheikovAA@rusgeology.ru

Вклад авторов: *Шельтинг С. К.* — концепция исследования, написание исходного текста, итоговые выводы.
Шейков А. А. — организация работ по проекту, доработка текста, подготовка дополнительных материалов, итоговые выводы.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: *Shelting S. K.* — research supervision, writing the draft, final conclusions.
Sheikov A. A. — project work organization, follow-on revision, preparing supplementary data, final conclusions.

Conflict of interest: the authors declare no conflicts of interest.

Статья поступила в редакцию 01.07.2025
Одобрена после рецензирования 13.08.2025
Принята к публикации 25.09.2025

Submitted 01.07.2025
Approved after reviewing 13.08.2025
Accepted for publication 25.09.2025