

УДК 551.1/4

А.В. Митюков¹, А.М. Никишин², О.А. Альмендингер³, С.Н. Болотов⁴, В.А. Лаврищев⁵,
Н.К. Мясоедов⁶, Е.В. Рубцова⁷

СЕДИМЕНТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ МАЙКОПСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ТУАПСИНСКОГО ПРОГИБА В ЧЕРНОМ МОРЕ ПО ДАННЫМ 2D И 3D СЕЙСМОРАЗВЕДКИ И ПОЛЕВЫМ РАБОТАМ НА ЗАПАДНОМ КАВКАЗЕ И В КРЫМУ⁸

Работа основана на 2D и 3D сейсмических данных о Туапсинском прогибе и полевых работах в Крымско-Кавказском регионе. В модели седиментации от эродируемого горного сооружения Большого Кавказа до глубоководных отложений Туапсинского прогиба выделено семь зон. Охарактеризованы склоновые и глубоководные отложения каналов (русел) и фэновых комплексов. Впервые показана объемная модель седиментационной системы в Черном море.

Ключевые слова: Черное море, Туапсинский прогиб, майкопские отложения, седиментация, 3D сейсморастворка.

The paper is based on 2D and 3D seismic data for the Tuapse basin and field works in Crimea-Caucasus region. Sedimentological model discusses seven zones from eroded Great Caucasus to deep-water deposits of the Tuapse basin. Models of slope and deep-water channel and fan deposits are discussed. A 3D depositional model for the Black Sea is discussed first time.

Key words: Black Sea, Tuapse basin, maykop, sedimentation, 3D seismics.

Введение. Проанализированы сейсмические данные 2D (вдоль профилей) и 3D (в объеме), которые получены компанией ОАО «НК Роснефть» в пределах Туапсинского прогиба, расположенного в глубоководной части Черного моря, и результаты полевых работ по изучению олигоцен-нижнемиоценовых (майкопских) отложений южного склона Большого Кавказа в районах от Тамани до территории Грузии и Южного Крыма (от района г. Бахчисарай до г. Керчь). Интерпретация новых сейсмических данных позволила детально изучить основные особенности осадконакопления и предложить модель седиментации майкопского интервала разреза. Район 3D исследований расположен в российском секторе Черного моря в центральной части Туапсинского прогиба на широте г. Туапсе. Результаты этих работ кратко охарактеризованы нами ранее [Альмендингер и др., 2011; Митюков и др., 2011].

История формирования прогиба. Туапсинский прогиб — олигоцен-миоценовый краевой прогиб, окаймляющий горноскладчатое сооружение Большого Кавказа с юго-запада (рис. 1) [Туголесов и др., 1985;

Афанасенков и др., 2007]. Начало формирования прогиба приурочено к границе эоцена и олигоцена. В период позднеюрско-мелового и палеоэоценового времени в пределах границ современного Туапсинского прогиба существовала шельфовая карбонатная платформа, являвшаяся восточной частью современного вала Шатского.

На рубеже эоцена и олигоцена в связи с началом формирования горноскладчатого сооружения Большого Кавказа в пределах северо-восточной части вала Шатского начал образовываться флексурный (краевой) прогиб. Возникновение прогиба обусловлено развитием деформаций сжатия в пределах зоны современного Большого Кавказа и изгиба коры в восточной части вала Шатского [Никишин и др., 2010].

В зоне Туапсинского прогиба в майкопское время формировалась осадочная линза толщиной до 4–5 км, которая утончалась как в сторону Кавказа, так и в сторону вала Шатского. Эта линза заполнялась осадками, которые образовывались за счет эрозии горных пород, формирующих растущий ороген Большого Кавказа. Район 3D съемки находился примерно в центральной

¹ «Роснефть», ООО «РН-Шельф-Юг», гл. геолог, *e-mail:* a_mityukov@rosneft.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, профессор, заведующий кафедрой, *e-mail:* nikishin@geol.msu.ru

³ «Роснефть», ООО «РН-Шельф-Юг», гл. спец., *e-mail:* almendinger_exp@rosneft.ru

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, доцент, *e-mail:* bsn@rambler.ru

⁵ «Кавказгеолсъемка», Ессентуки, гл. геолог, *e-mail:* lavr@geolog.kmv.ru

⁶ «Роснефть», ООО «РН-Шельф-Юг», гл. геофизик, *e-mail:* n_myasoedov@rosneft.ru

⁷ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, вед. инж., *e-mail:* chelsea-9@yandex.ru

⁸ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 11-05-00471-а) и программы Darius.

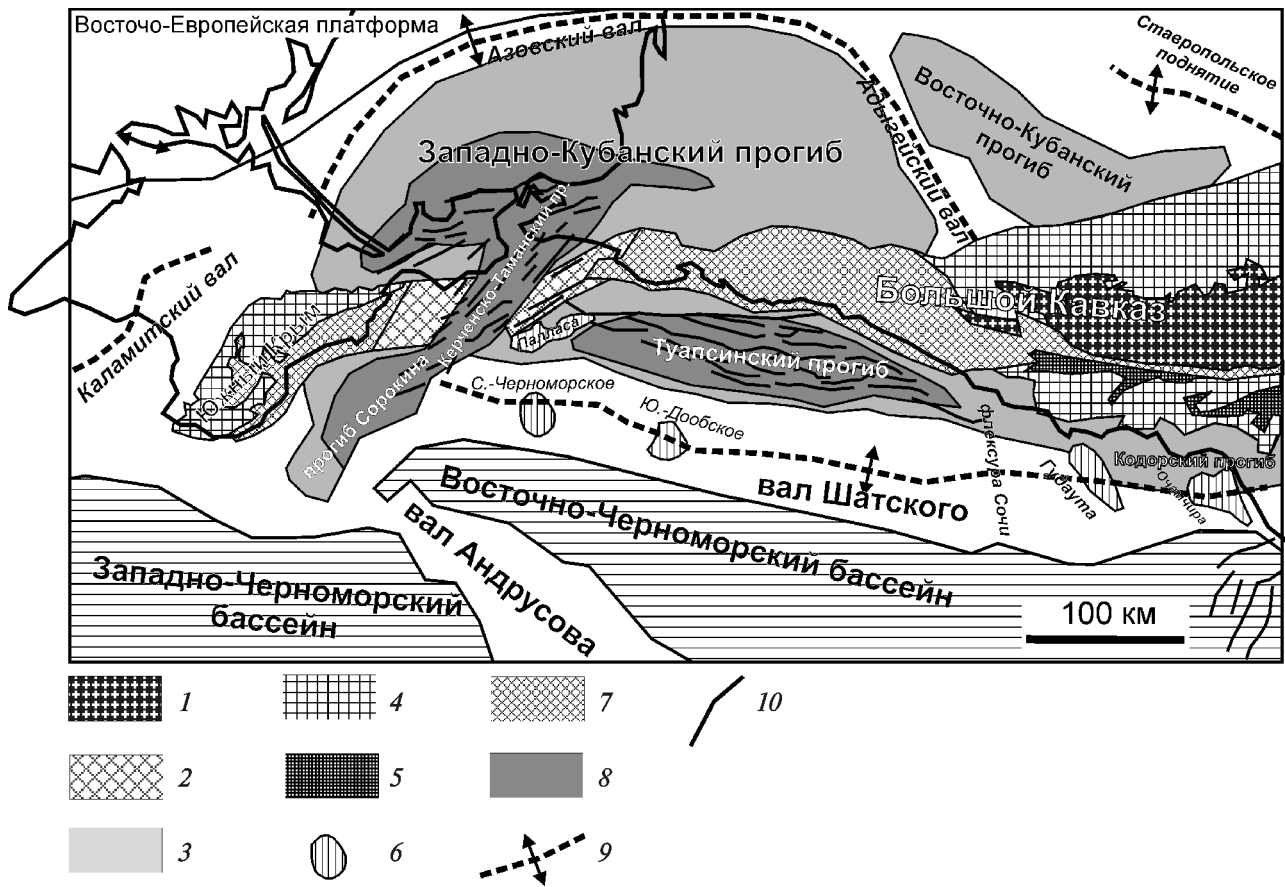


Рис. 1. Тектоническая схема Восточно-Черноморского региона: 1 — домезозойские кристаллические массивы; 2 — орогены, сложенные шельфовыми осадочными породами мезозоя—эоцена; 3 — орогены, сложенные мезозойско-эоценовыми глубоководными отложениями; 4 — части орогенов, перекрытые майкоп-четвертичными отложениями; 5 — мезозойские вулканиты; 6 — депоцентры олигоцен-современных молассовых бассейнов с толщиной майкопских отложений более 4–5 км; 7 — неглубокие олигоцен-современные молассовые бассейны; 8 — олигоценовые тектонические поднятия; 9 — оси поднятий, активных в олигоцене; 10 — антиклинали, взбросы

части указанной осадочной линзы, он характеризуется максимальной мощностью майкопской серии. Линза сложена глинисто-песчаными породами с преобладанием глин и с подчиненным значением горизонтов турбидитовых песчаников.

Стратиграфические подразделения майкопской серии в Туапсинском прогибе. Отложения майкопской серии в Туапсинском прогибе по сейсмическим данным можно условно разделить на нижнюю, среднюю и верхнюю части. Эти подразделения пока не имеют строго обоснованных границ, однако для нижней части характерно отсутствие выдержанных по площади сейсмических отражений. Для средней и верхней частей характерно наличие выдержанных по площади сейсмических отражений с развитием в разрезе границ выклинивания и срезания. В северо-западном направлении (вдоль длинной оси Туапсинского прогиба) в интервале майкопской серии происходит уменьшение амплитуды сейсмических отражений с последующим замещением на акустически прозрачную, «немую» сейсмическую пачку (рис. 2). На суше под отложениями нижней части майкопской серии авторы подразумевают отложения рюпельского яруса олигоценового отдела (свиты мацестинская, хостинская и сочинская (или ее нижняя

часть) Адлерского прогиба). С отложениями средней части майкопской серии отождествляется хаттский ярус олигоценового отдела (верхняя часть сочинской(?) свиты и мысовидненская свита Адлерского прогиба), к отложениям верхней части майкопской серии отнесены аквитанский и бурдигальский ярусы нижнего миоцена Кавказа (кудепстинская, адлерская и прервинская свиты Адлерского прогиба), которые примерно соответствуют кавказскому, сакараульскому и коцахурскому региональным горизонтам [Лаврищев и др., 2000]. Многие проблемы стратиграфии олигоцен-неогеновых отложений Сочи-Адлерского и Абхазского регионов пока не разрешены. Кроме того, использованы результаты определений фитопланктона из майкопских глин, выполненных из отобранных нами образцов в ГИН РАН Н.И. Запорожец и М.А. Ахметьевым.

Введение в седиментологическую модель. Исходя из геологических знаний о строении региона, данных полевых работ, проведенных авторами, и результатов интерпретации 2D и 3D сейсморазведочных данных, появилась возможность охарактеризовать как минимум 7 фациальных зон, присущих седиментационной модели майкопских отложений Туапсинского прогиба (рис. 3).

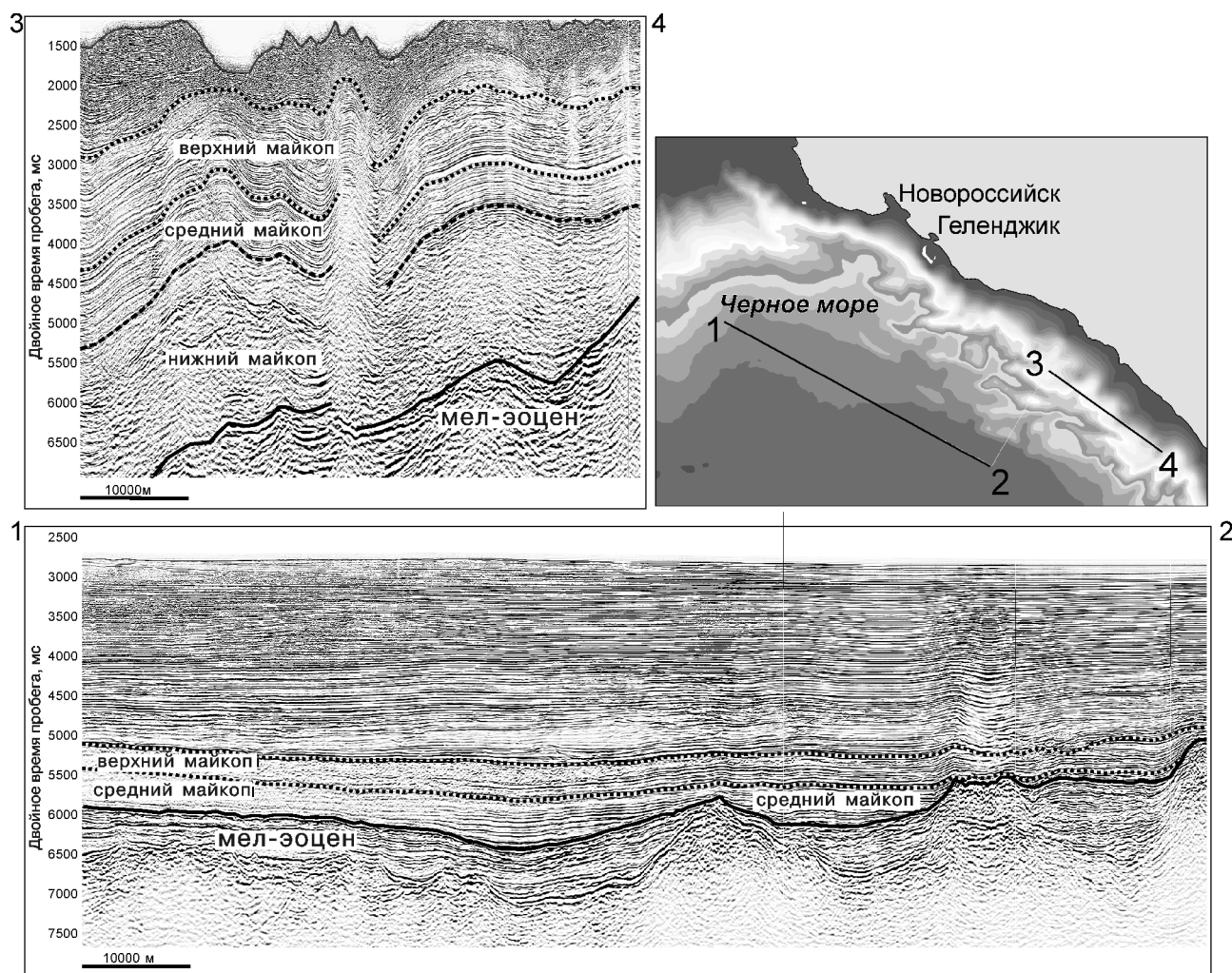


Рис. 2. Сейсмические профили вдоль Туапсинского прогиба и их интерпретация. Положение профилей показано на карте рельефа дна Черного моря. Профиль 3–4 проходит вдоль осевой части прогиба; четко различаются нижний, средний и верхний майкоп; профиль 1–2 проходит во фронтальной части прогиба вдоль границы с валом Шатского; нижний майкоп отсутствует, средний майкоп местами с эрозией ложится на эоцен и, возможно, на горизонты, расположенные ниже

Зона 1 — растущее поднятие Большого Кавказа. Так как в отложениях олигоцена Туапсинского прогиба в районах Туапсе — Адлер присутствует большое количество юрско-эоценовых фрагментов (от глыб до песчинок) деформированных глубоководных и шельфовых отложений прогиба Большого Кавказа, который существовал от юры до эоцена примерно в границах современного Кавказа, можно предположить, что с начала олигоцена центральная часть Большого Кавказа была вздымающимся и эродиремым островом, с которого в сторону как Западно-Кубанского, так и в сторону Туапсинского прогиба стекало множество небольших палеорек.

Зона 2 — формирование обломочных потоков (дебритов), сносимых с острова Большого Кавказа в быстро углубляющийся Туапсинский прогиб. Эти отложения хорошо обнажены в районе пляжа у пос. Агой севернее г. Туапсе.

Зона 3 — формирование относительно глубоководных глин с многочисленными горизонтами турбидитовых песчаников и системами палеоканалов, заполненных в основном песчаниками толщиной до

5–10 м. Отложения хорошо обнажены в районе г. Адлер и соседнего с. Шиловка, а также в районе Сочи (пос. Мамайка) и на территории Абхазии.

Зона 4 — юго-восточное замыкание Туапсинского прогиба в районе Кодорской и Рионской депрессий.

Зона 5 — в целом продольные Туапсинскому прогибу системы глубоководных каналов (русел) и турбидитовых фэнов (конусов выноса).

Зона 6 — с глубоководными турбидитовыми фэнами, пересекающими осевую часть Туапсинского прогиба и берущими начало с близлежащих поднятий Кавказа. Эти отложения относятся к верхней части майкопской серии.

Зона 7 — северо-восточный склон вала Шатского, в пределах которого наблюдается сокращение мощности майкопских отложений.

Зоны 5, 6 и 7 майкопской седиментационной системы изучены по данным 2D и 3D сейсморазведки.

Описание седиментационных зон. Зона 1 — растущее поднятие Большого Кавказа. В самых ниж-

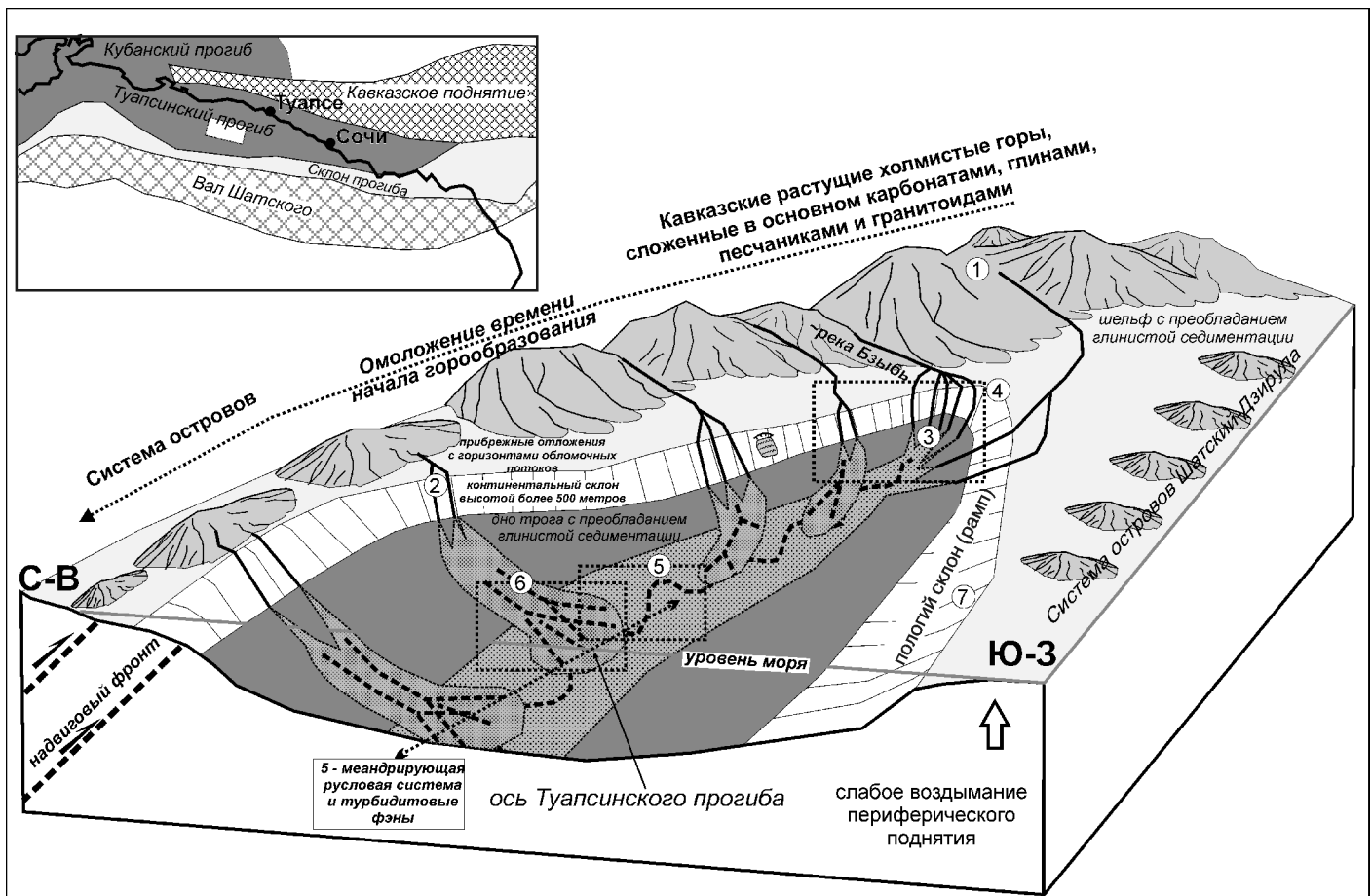


Рис. 3. Блок-диаграмма седиментационной системы майкопских отложений в юго-восточной части Туапсинского прогиба. Цифры в кружках и прямоугольники — отдельные седиментационные зоны, описанные в статье. Пунктиром на дне прогиба показаны русловые системы. Вверху на врезке — схематизированная палеогеографическая карта для района Туапсинского прогиба в олигоценовое время. Белый прямоугольник в Туапсинском прогибе — район 3D сейсморазведки

них слоях майкопской серии присутствуют глыбы разных размеров, снесенные с зоны современного Большого Кавказа. Это означает, что по крайней мере в центральной части Большого Кавказа в начале олигоцена был гористый остров [Афанасов и др., 2007; Никишин и др., 2010; Митюков и др., 2011]. В Адлерской депрессии в районе с. Шиловка из отложений хостинской свиты нами взята проба песчаников для изучения возраста детритовых цирконов. Также взята проба из отложений мамынской толщи раннеолигоценового возраста (согласно определениям фитопланктона, сделанным Н.И. Запорожцем по нашим образцам). Лабораторные работы выполнены во ВСЕГЕИ (рис. 4). В районе Адлера у сел Шиловка и Ермоловка расположен большой выход пород майкопской серии хостинской свиты (проба Ер-1/1). Формирование толщи происходило в условиях развития системы палеоканалов и с заполнением последних в основном песчаниками. Кроме того, выявлены области, представленные горизонтами с переслаиванием турбидитовых песчаников и глин. В пробе из слоя турбидитовых песчаников цирконы имеют разный возраст. Относительно преобладают группы возраста 200–250 (триас), 600–650 (венд), 1050–1200, 1600–1650, 2650–2700 млн лет. Обнаруже-

ны цирконы с возрастом 250–400, 1400–1500, 1750–1850, 2650–2700 млн лет. В районе Мамайки проба взята из слоя турбидитовых песчаников (Ма-2/1), распределение значений возраста в целом подобно таковому в предыдущей пробе, но преобладают цирконы с возрастом 300–350 млн лет. Предполагается, что снос материала происходил из центральной части Большого Кавказа за счет размыва осадков эоцена–юры, уже содержавших песчинки цирконов и, возможно, пород палеозоя и докембрия, но это требует дополнительного изучения. Протерозойские цирконы обычно хорошо окатаны, поэтому существует большая вероятность того, что раньше они входили в состав мезозойских или палеозойских песчаников.

Зона 2 — формирование обломочных потоков (дебитов), сносимых с острова Большого Кавказа в быстро углубляющийся Туапсинский прогиб. Отложения этой зоны представлены в обнажениях севернее г. Туапсе вдоль берегового обрыва у пос. Агой севернее устья р. Агой (44.02.20.4 с.ш., 39.01.17.8 в.д.). Подошва отложений майкопской серии залегает на отложениях эоцена; возможно, контакт разновозрастных отложений имеет тектонический характер, но не исключается и их согласное залегание. По определению диноцист, обнаруженных в глинах,

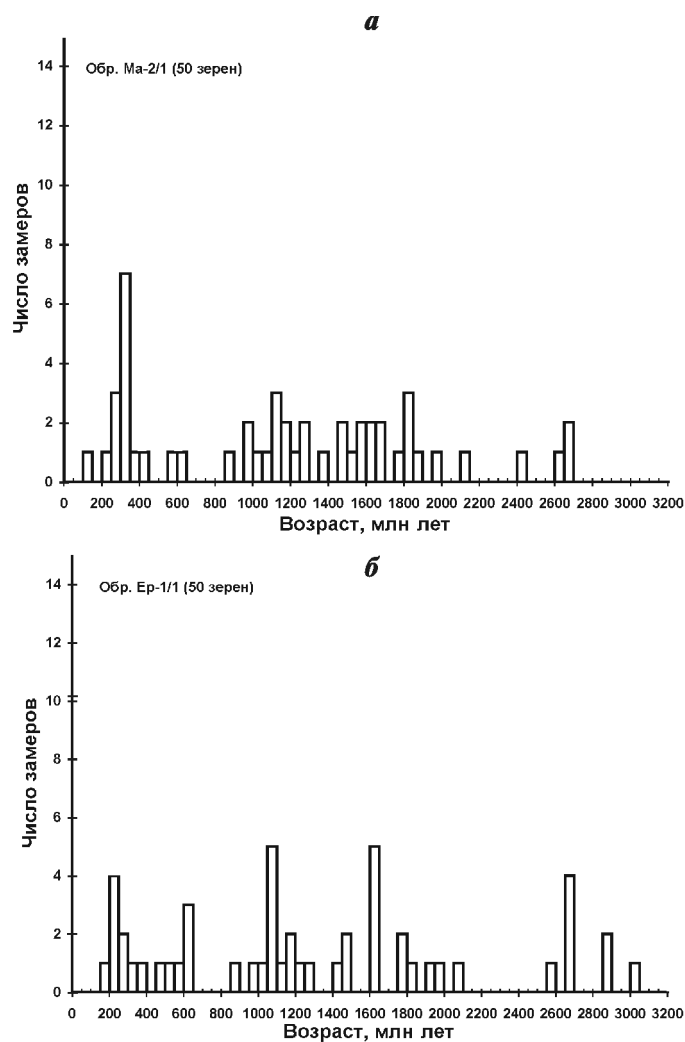


Рис. 4. Гистограммы распределения возраста обломочных цирконов в раннеолигоценовых песчаниках майкопской серии в районах Мамайки (а) и Шиловки (б) (Сочи-Адлерский район)

Н.И. Запорожец сделала заключение, что отложения имеют раннеолигоценовый возраст. В основании олигоценового разреза залегает толща хаотических обломочных потоков (дебритов). Матрикс представлен глинистыми породами, в него включены неокатанные обломки осадочных пород мелового—эоценового возраста. Для толщи майкопской серии типичны следующие типы отложений.

1. Пачки тонкослоистых глин толщиной от 1 до 10 м. Слоистость, вероятно, обусловлена разным содержанием алевритового компонента.

2. Пачки дебритов (обломочных потоков) с глинистым матриксом и обломками осадочных пород (рис. 5, а, б). Контакты в подошвах пачек дебритов всегда резкие. Встречаются обломки неокатанные и угловатые, в отдельных слоях выявлены горизонты окатанных обломков. Дебриты формировались в ходе катастрофических выносов неокатанного и слабоокатанного обломочного материала с суши. Например, горные реки за счет разливов в весенние паводки или ливней выносили в море отложения типа грязекаменных потоков, которые в море на склоне образовывали

осадочные тела. Наличие дебритов с неокатанными фрагментами более древних пород может указывать на близость гористой палеосуши.

3. Пачки подводно-оползневых накоплений слампов (slumps — гравитационные, оползневые осадочные потоки с нарушением (дезинтеграцией) первичной структуры), представленные обломками майкопских глин размером до 30–70 см с включениями обломков карбонатов эоцена и более древних пород. Наличие таких пачек может указывать на то, что седиментация проходила на достаточно крутом подводном склоне, в пределах которого имели место оползневые явления. Разрез отложений майкопской серии на Агойском пляже указывает на существование в начале олигоцена гористого острова Большого Кавказа и крутого склона в сторону Туапсинского прогиба, видимо, с очень узкой полосой мелководного шельфа (аналогично современной ситуации). Анализ современного рельефа Кавказа и его палеореконструкция показывают, что расстояние транспортировки обломочных потоков до их отложения явно не превышало 10–12 км.

В районе г. Адлер и с. Шиловка (43.29.44.34 с.ш., 40.01.29.63 в.д.) нижняя часть майкопской серии (мацестинская свита) представлена толщей глин с обломками осадочных пород размером от 5–60 см до 1–2 м. Обломки обычно угловатые. Помимо отдельных обломков выявлено оползневое тело, сложенное майкопским слоистым флишем с видимой толщиной более 4 м. В Абхазии, в Кодорской депрессии севернее г. Гудауты в русле р. Баклановка (43.08.92.0 с.ш., 40.43.74.9 в.д.), в толще глин верхней части майкопской серии встречаются хаотически распределенные окатанные и угловатые фрагменты осадочных пород. Один из валунов по составу схож с нижнеюрскими алевритами Большого Кавказа. Наличие пачек глин с фрагментами осадочных пород (обломочных потоков с преобладанием глин) указывает на наличие гористой суши и сопряженного глубокого морского бассейна. Осадки, вероятно, формировались на склоне или его подножии.

Зона 3 — формирование относительно глубоководных глин с многочисленными горизонтами турбидитовых песчаников и системами палеоканалов, заполненных в основном песчаниками. Отложения этой зоны образовывались на континентальном склоне и у его подножия, но изучение обнажений не всегда однозначно может дать ответ на то, в какой части глубоководной осадочной системы находились те или иные отложения.

Хорошие обнажения этой зоны имеются в Адлерской депрессии в районе сел Шиловка, Ермоловка, Лесное, Галицино, Высокое. В районе с. Лесное в долине р. Псахо в 150 м выше по течению от туристического места Каньон Псахо на известковистых биотурбированных глинистых мергелях эоцена согласно залегают тонкослоистые глины нижней части олигоцена, вероятно, с согласным контактом. Опреде-

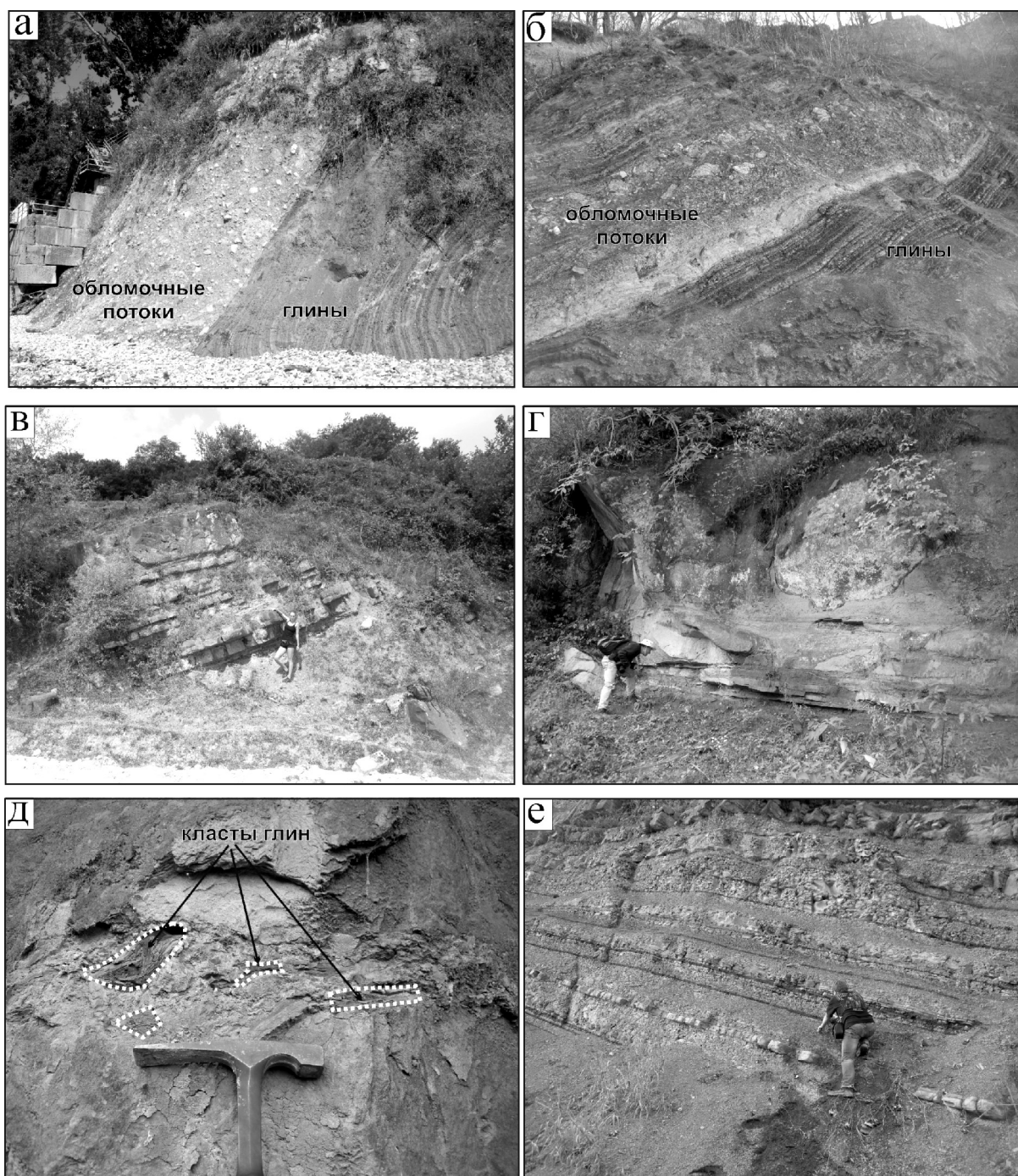


Рис. 5. Фото отложений майкопа в районах Адлера и Сочи: а и б — обломочные потоки с фрагментами осадочных пород в толщах глин, обнажение у пляжа пос. Агой; в, г, д — пачки песчаников в районе с. Шиловка; е — вид типичного флиша майкопских пород мамайской толщи в районе с. Мамайка

ления диноцистов, выполненные Н.И. Запорожец по нашим образцам, подтверждают, скорее всего, непрерывный переход от эоцена к олигоцену. Первые прослои турбидитовых песчаников появляются в 5 м выше основания майкопа. Это уникальное обнажение может указывать на то, что в раннем олигоцене имело место быстрое углубление бассейна от шельфового эоценового к более глубоководному олигоценному с ориентировочной глубиной до 500 м. Выше по разрезу мацестинской свиты олигоцену появляется большое

количество слоев песчаников с многочисленными признаками турбидитов (наличие механоглифов, градиционной слоистости, хаотически рассеянных литокластов глин в отдельных слоях, параллельной и конволютной слоистости, а также горизонтов, обогащенных фрагментами древесины, и т.д.).

В целом в Адлерской депрессии майкопская серия представлена ритмичным переслаиванием песчаников, алевролитов и глин (рис. 5, е). Толщи различаются по мощности слоев глин и песчаников.

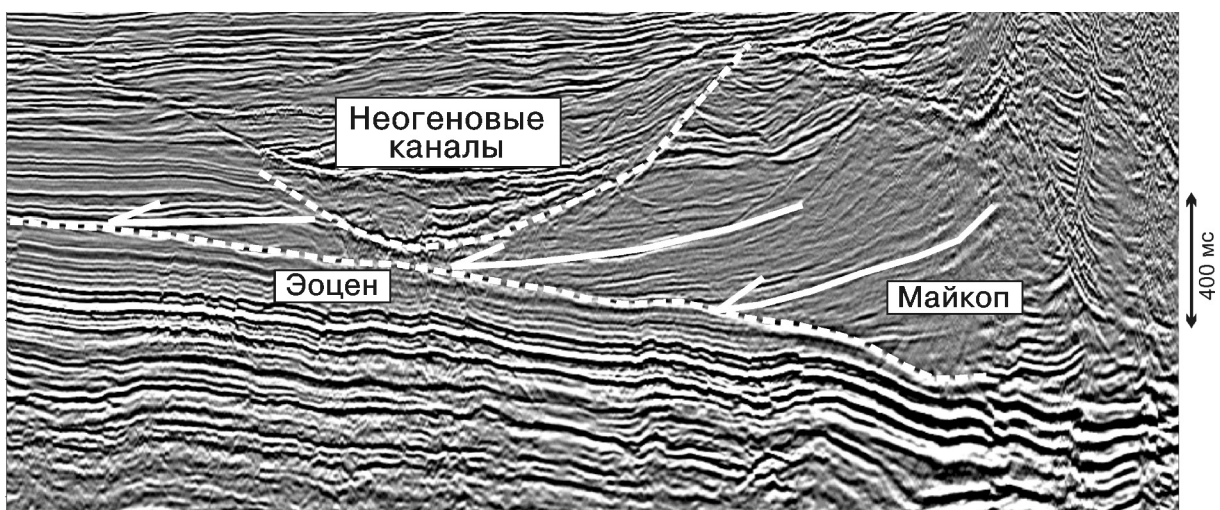


Рис. 6. Вид подошвы майкопских отложений на сейсмическом профиле в Черном море в районе Сочи. Четко видно подошвенное прилегание пород майкопа на отложения эоцена; вероятно, майкопские отложения образуют крупный турбидитовый конус выноса (фэн)

Формирование глин происходило в фоновом режиме, а песчаников и алевролитов — в условиях турбидитовых потоков. В этой толще, особенно на стратиграфическом уровне хостинской свиты, встречается большое количество песчаных тел мощностью более 3–5 м (рис. 5, в, г, д). Наиболее представительные обнажения хостинской свиты выявлены в районе с. Шиловка. К сожалению, площадь обнажений относительно небольшая, поэтому определить точную геометрию тел песчаников удастся не всегда, но можно отметить их общие черты. Разрез сложен песчаниками средне- и грубозернистыми, с плохой сортировкой. Для песчаников характерны как хаотично рассеянные, так и приуроченные к отдельным горизонтам литокласты глин из подстилающих отложений мощностью несколько сантиметров, иногда встречаются и литокласты других пород, предположительно принесенные с района Большого Кавказа. По напластованию слоев песчаников часто наблюдаются фрагменты растительного детрита (отпечатки листьев, веток, обломки древесины). Иногда в пачках песчаников встречаются линзовидные тела песчаников и косые серии. Вероятно, имеется амальгамация многих слоев песчаников в отдельных песчаных пачках. Часто наблюдается несогласное залегание

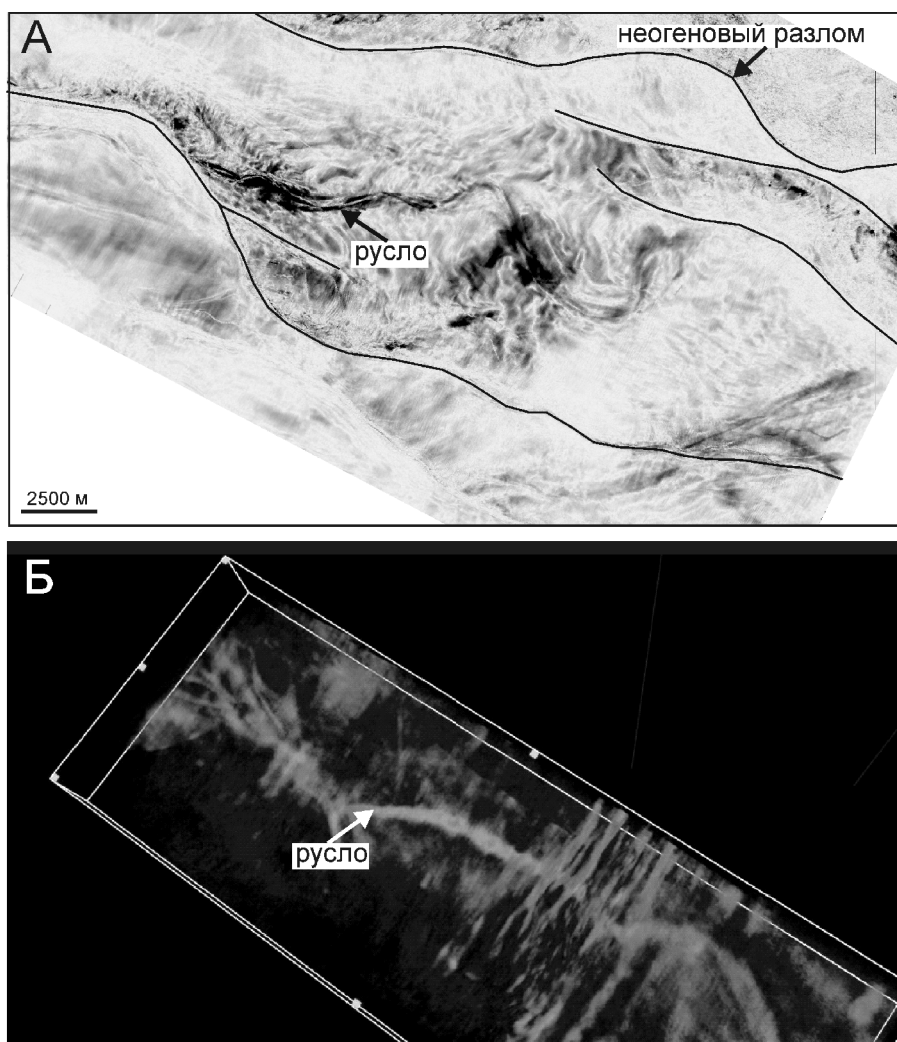


Рис. 7. Вид по 3D-данным сейсмопрофилеирования меандрирующей русловой системы в средней части майкопа в осевой полосе Туапсинского прогиба: А — сейсмический горизонтальный разрез по кубу (слайс), хорошо видно меандрирующее русло; Б — пример объемной визуализации меандрирующей русловой системы в среднем майкопе

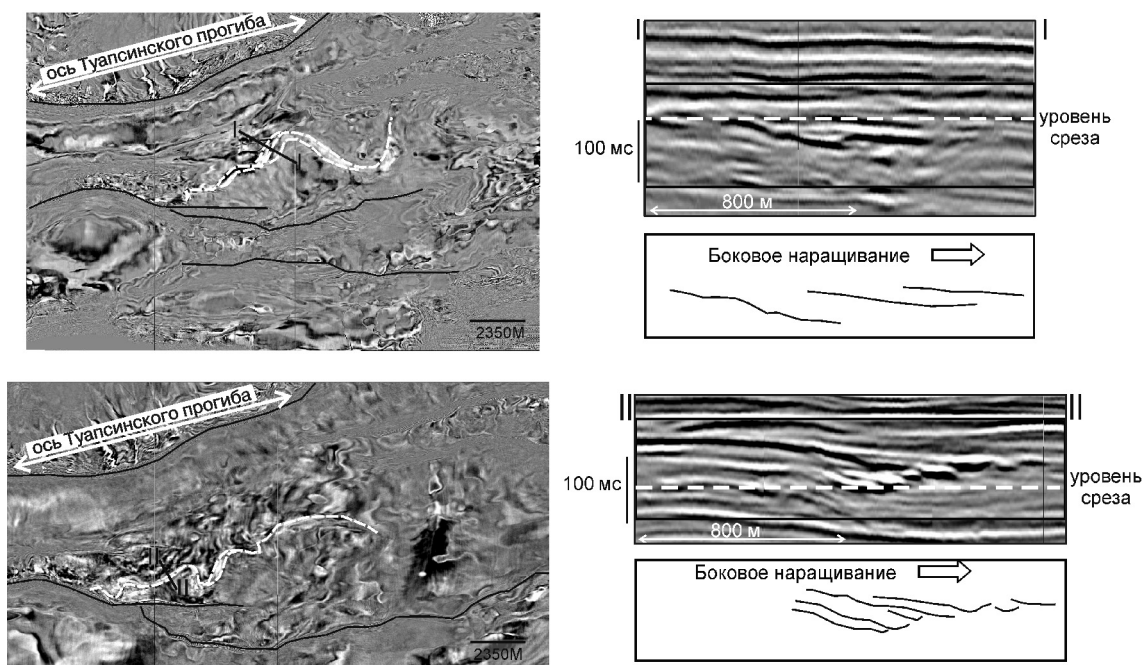


Рис. 8. Показаны два сейсмических горизонтальных разреза по кубу на разных уровнях (слева), разрезы к ним и их интерпретации (справа). Меандрирующая система вверх по разрезу меняет геометрию

вышележащих горизонтов песчаников с эрозией подстилающих отложений. Подобный набор признаков указывает на турбидитовое происхождение пачек песчаников, при этом, согласно современным представлениям [Posamentier, Walker, 2006], такие пачки песчаников, вероятно, заполняли подводные каналы на склоне бассейна или у его подножия.

Изучение шлифов песчаников майкопской серии из Адлерской депрессии показало, что в них количество кварца составляет 30–70%, также наблюдаются песчинки карбонатов, глин, сланцев, песчаников, кремней. В то же время в майкопской толще в турбидитовых слоях мощностью 10–50 см преобладают песчинки карбонатов (более 50%). Вероятно, источником материала для песчаников в этом районе послужили юрско-эоценовые осадочные породы Большого Кавказа и, возможно, метаморфические и магматические породы палеозоя метаморфического ядра Кавказа. Существенные различия в составе песчаников на небольшом расстоянии указывают на то, что на суше было несколько небольших рек, берущих начало в разных местах.

В Абхазии (в Кодорской депрессии) в разрезе майкопской серии преобладают глины, слои песчаников встречаются редко. Особо выделяется толща с песчаниками вдоль реки у с. Ачандара (43.10.54.4 с.ш., 40.42.44.1 в.д.). Здесь отмечена пачка осадочных пород со слоями песчаников толщиной от 30 до 100 см, переслаивающихся с глинами. Примечательно, что в составе песчаников преобладают фрагменты карбонатов. В слоях песчаников в верхней части майкопской серии в сакараульском и кацахурском горизонтах по результатам изучения шлифов преобладают фрагменты карбонатов и других осадочных пород (часто

более 60–80%), такие песчаники называются кальцитурбидитами. Это свидетельствует о том, что при образовании песчаников источником размыва были в основном карбонаты юры–эоцена Большого Кавказа, при этом источник размыва находился недалеко, не дальше 25–30 км, судя по палеогеографическим реконструкциям положения оси Кавказского острова. Такие отложения по механизму образования можно назвать кальцикластическими фэнами. Источник эрозии для этих образований бывает расположен на расстоянии 10–100 км [Payros, Pujalte, 2008].

Обобщение данных о седиментационной зоне 3 показывает, что отложения формировались в районе континентального склона и его подножия, при этом Большой Кавказ был гористым островом, с него осадочный материал, в том числе по каналам, транспортировался в Туапсинский прогиб. Наличие большого количества обломочных потоков с неокатанными фрагментами пород указывает на то, что шельфовая полоса между горами и глубоким бассейном почти отсутствовала.

Образования Адлерской депрессии с суши погружаются в море. На рис. 6 показан фрагмент сейсмического профиля, проходящего в море недалеко от Сочи. На нем видна часть большого турбидитового фэна, который может быть примерным аналогом зоны 3 на суше.

Зона 4 — южная зона замыкания прогиба и преобладающая глинистой седиментации. Ее обнажения присутствуют в Рионской депрессии в Грузии и на ее продолжении в Абхазии в районах г. Сухум и с. Ткварчела (Кодорская депрессия). В грузинской части отложения майкопской серии маломощные (сотни метров [Лалиев, 1964]) и в основном представле-

ны глинами с редкими прослоями песчаников. В районе Ткварчела у с. Арасадзыхи в русле реки (42.53.72.2 с.ш., 41.35.43.5 в.д.) наблюдается толща однородных плитчатых глин. Недалеко от с. Псырца западнее Сухума (43.04.63.1 с.ш., 40.53.82.5 в.д.) также наблюдается толща однородных глин с отпечатками рыб и фрагментами рыбной чешуи. Песчаники не встречены. Можно предположить, что зона 4 — область с преобладанием глинистых отложений Туапсинского прогиба, так как эта область, вероятно, была удалена от основных источников сноса (Большой и Малый Кавказ). Вероятно, ось майкопского трога Туапсинского прогиба проходила между Гудаутским поднятием и Большим Кавказом, а трог закрывался и постепенно исчезал по направлению к Большому Кавказу.

Зона 5 — зона в целом продольных Туапсинскому прогибу систем глубоководных каналов (русел) и турбидитовых фэнов (конусов выноса), эта часть седиментационной системы изучена по данным 2D и 3D сейсморазведки. Фэновые и каналные комплексы, характеризующиеся указанной ориентировкой, развиты преимущественно в средней части майкопской серии. На рис. 7 по данным 3D сейсморазведочных работ представлены примеры визуализации меандрирующей русловой системы, продольной Туапсинскому прогибу. На рис. 8 показаны горизонтальные разрезы (слайсы) сейсмического куба и разрезы к ним, показывающие примеры меандрирующих русел с изменением характера меандрирования выше по разрезу.

Зона 6 — зона с глубоководными турбидитовыми фэнами, пересекающими осевую часть Туапсинского прогиба и начинающимися с близлежащих поднятий Кавказа. Эти отложения относятся к верхней части толщи майкопской серии. На рис. 9, А представлена карта сейсмического атрибута «амплитуды отрицательного отражения» для кровли майкопской серии в трехмерном виде. По сравнению с нижележащими майкопскими отложениями здесь, во-первых, происходит изменение ориентировки фанового комплекса,

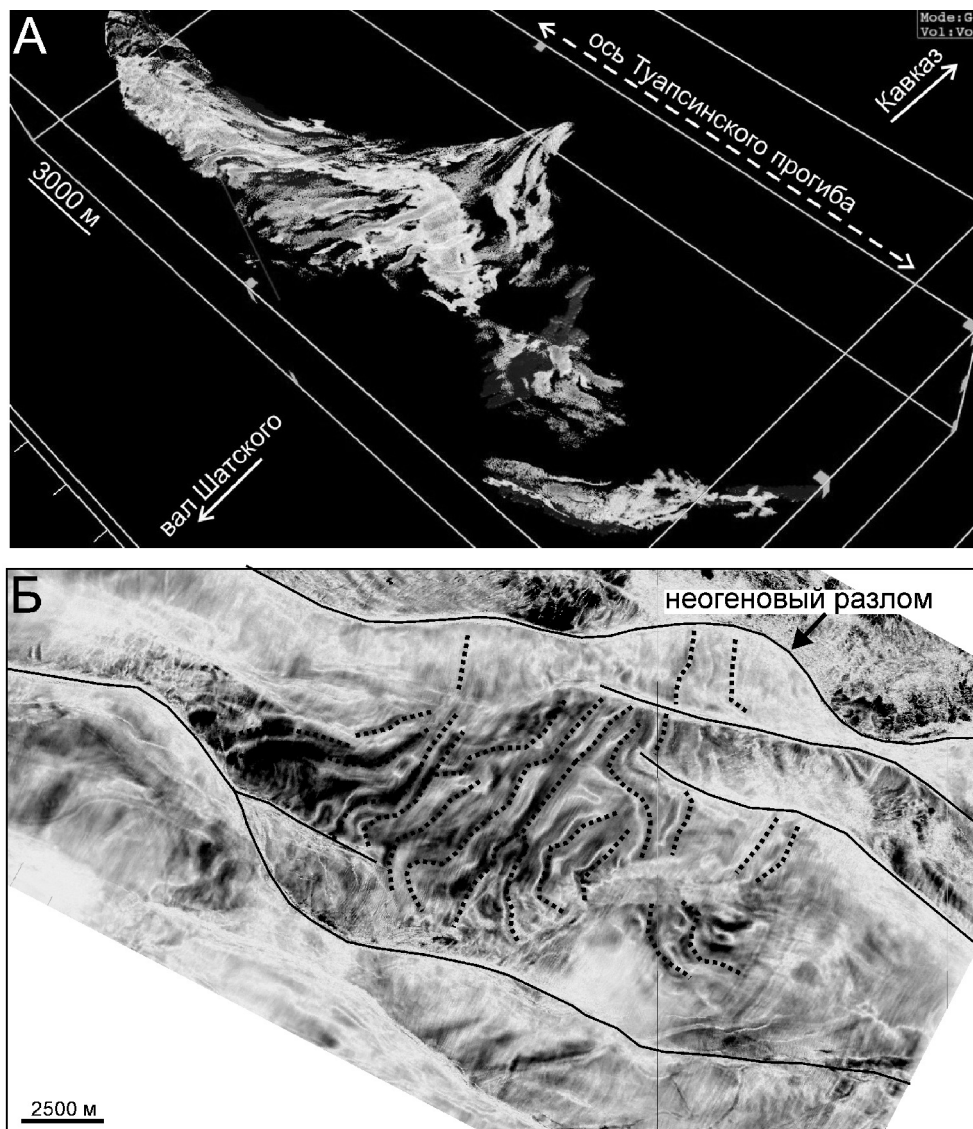


Рис. 9. Вид по 3D сейсмическим данным фэнового комплекса с руслами в верхней части майкопа с транспортировкой материала примерно ортогонально Туапсинскому прогибу: А — карта сейсмического атрибута «амплитуды отрицательного отражения» для верхней части майкопской серии в трехмерном виде; Б — сейсмический субгоризонтальный разрез по этому фэну. Пунктиром показаны оси отдельных каналов (русел)

а во-вторых, выделяется центральная часть фэна с осевыми каналами, размеры фанового комплекса значительно увеличиваются. На рис. 9, Б показан приблизительно горизонтальный срез сейсмического куба, на котором хорошо видны отдельные каналы (русла) в этой фэновой системе.

Зона 7 — зона северо-восточного склона вала Шатского, здесь толщина майкопских отложений уменьшается, и мощность отложений постепенно сокращается в сторону осевой части вала Шатского за счет выпадения из разреза все более древних отложений. В эту часть Туапсинского прогиба песчаный турбидитовый материал с Кавказского острова, вероятно, уже не попадал, и отложения представлены в основном глинами. Возможно, осевая часть вала Шатского в раннем—среднем майкопе осушалась и служила источником обломочного материала, но это были в основном карбонатные породы эоцена,

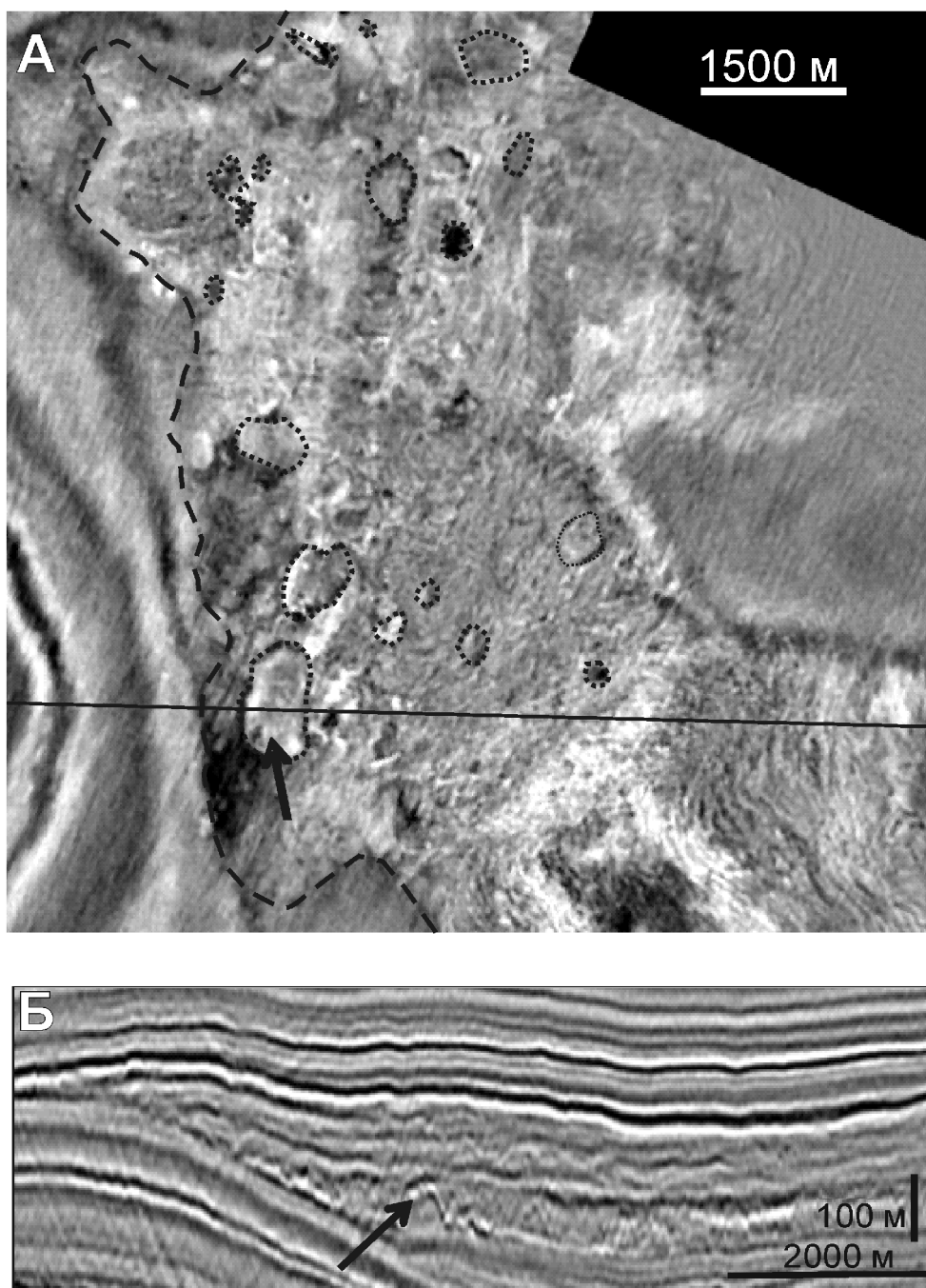


Рис. 10. Горизонтальный сейсмический разрез (слайс) по сейсмическому кубу для склона вала Шатского (А) и сейсмический профиль к нему (Б). Пунктиром околнурены отдельные вероятные олистолитовые тела. Стрелкой показано одно и то же тело на слайсе и в разрезе

которые не могли поставлять большое количество песчаного материала. Для этой зоны могли быть типичны подводные оползневые процессы с образованием крупных олистолитов. Примеры таких явлений показаны на рис. 10. В областях прислонения майкопских отложений к выступам вала Шатского наблюдается увеличение амплитуды сейсмических отражений, что может указывать на дополнительный источник сноса с него.

Выводы. 1. Туапсинский прогиб образовался в раннем олигоцене во время быстрого погружения

зоны бывшего шельфового бассейна глубоководного трога Большого Кавказа. Он начинался в районе Рионского и Кодорского прогибов как относительно неглубокий бассейн и в северо-западном направлении быстро трансформировался в глубоководный (~500 м) асимметричный трог. Со стороны Большого Кавказа его ограничивал гористый остров, а со стороны вала Шатского — более пологий подводный склон (рампы), который, возможно, переходил в систему невысоких островов.

2. Главным источником обломочного материала для заполнения Туапсинского прогиба служил гористый остров Большого Кавказа.

3. Для Туапсинского прогиба охарактеризованы разные седиментационные зоны, типичные для разных морфологических зон бассейна: зона формирования дебритов (обломочных потоков), зона формирования отложений склона и его подножия с системами каналов, зона продольных Туапсинскому прогибу систем меандрирующих каналов и турбидитовых фэнов, зона поперечных прогибу турбидитовых фэнов и каналов, зона развития подводных оползневых явлений и т.д.

4. В разрезе майкопской серии выявлена система фэновых комплексов, состоящая из проксимальной, центральной и дистальной фациальных частей.

5. Для интервалов нижнего и среднего олигоцене ориентация фэнов в плане характеризуется северо-западным простиранием, т.е. параллельно современному положению береговой линии. Это в свою очередь позволяет предполагать доминирующее отложение в указанном интервале осадков, выносимых палеодолинами рек Мзымта и Бзыбь. Указанные реки брали начало в районе Центрального Кавказа, где развиты обширные выходы гранитных массивов, представлявших наилучший источник для формирования кварцевых песчаников, наблюдаемых в разрезах береговых обнажений и скважин в Сочи-Адлерском районе суши.

6. Для верхнего олигоцена—нижнего миоцена (верхняя часть майкопской серии) характерно изменение направления фэновых комплексов. Тела фэнов и их лопасти ориентированы под большим углом к береговой линии. Возможно, это обусловлено формированием дополнительных источников сноса в районе Северного Кавказа, который сложен юрско-меловым и палеоцен-эоценовым терригенно-карбонатным флишем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Альмендингер О.А., Митюков А.В., Мясоедов Н.К., Никишин А.М. Современный рост складок, процессы эрозии и седиментации в глубоководной части Туапсинского прогиба в Черном море по данным 3D сейсморазведки // Докл. РАН. 2011. Т. 439, № 1. С. 76–78.

Афанасенков А.П., Никишин А.М., Обухов А.Н. Геологическое строение и углеводородный потенциал Восточно-Черноморского региона. М.: Научный мир, 2007. 172 с.

Лаврищев В.А., Семенуха И.Н., Андреев В.М., Горшков А.С. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Изд. 2-е. Кавказская серия. К-37-IV (Сочи). СПб.: ВСЕГЕИ, 2000.

Лалиев А.Г. Майкопская серия Грузии (стратиграфия, условия образования, нефтегазоносность). М.: Недра, 1964, 309 с.

Авторы благодарны П.А. Фокину за помощь в изучении шлифов, А.К. Худолею — за участие в анализе детритовых цирконов, Х. Посаментьеру — за полезные дискуссии на обнажениях и Н.Т. Заграчеву — за помощь в проведении полевых работ в Абхазии.

Авторы также благодарят администрацию компании ОАО «НК Роснефть» за возможность публикации статьи в открытой печати.

Митюков А.В., Альмендингер О.А., Мясоедов Н.К. и др. Седиментационная модель Туапсинского прогиба (Черное море) // Докл. РАН. 2011. Т. 440, № 3. С. 384–388.

Никишин А.М., Ершов А.В., Никишин В.А. Геологическая история Западного Кавказа и сопряженных краевых прогибов на основе анализа регионального сбалансированного разреза // Докл. РАН. 2010. Т. 430, № 4. С. 515–517.

Туголесов Д.А., Горшков А.С., Мейснер Л.Б. и др. Тектоника мезокайнозойских отложений Черноморской впадины. М.: Недра, 1985. 185 с.

Payros A., Pujalte V. Calciclastic submarine fans: An integrated overview // Earth Sci. Rev. 2008. Vol. 86. P. 203–246.

Posamentier H.W., Walker R.G. Deep-water turbidites and submarine fans // SEPM (Society for Sedimentary Geology). Spec. Publ. 2006. N 84. P. 397–520.

Поступила в редакцию
06.09.2011