

УДК 624.131.1:551.7(470.62)

Р.Р. Габдуллин¹, А.В. Иванов², Е.А. Щербинина³, О.В. Зеркаль⁴, Е.Н. Самарин⁵,
А.А. Гатина⁶, Г.К. Козлова⁷, Е.А. Кошкина⁸, Д.В. Надежкин⁹

СЕКВЕНТНО-СТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АПТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ДОЛИНЫ Р. МЗЫМТА¹⁰

Впервые на примере одной скважины в районе долины р. Мзымта (Северо-Западный Кавказ) продемонстрирована методика секвентно-стратиграфического подхода, позволяющего четко определить генезис многократного повторения одного и того же интервала геологического разреза (современный, древний оползневый или синседиментационно-оползневый, тектонический или эвстатический). Дана геохимическая характеристика битуминозных осадков. Разрез скважины имеет сложный и полигенетический состав начиная с аптского времени и океанического бескислородного события-1.

Ключевые слова: секвентная стратиграфия, аптский ярус, ОАЕ-1, пиролиз Rock-Eval, Мзымта, Северо-Западный Кавказ.

For the first time for one borehole of Mzymta river valley (North-Western Caucasus) the methodology of sequence stratigraphic approach was demonstrated. Methodology allows distinctly define genesis repeating of the same interval of geological section for many times (modern, ancient landslide or syn-sedimentological landslide, tectonic or eustatic). The geochemical characteristic of bituminiferous sediments is given. Described borehole demonstrates the complicated polygenetic formation of its section, starting from Aptian time and oceanic anoxic event-1.

Key words: sequence-stratigraphic, Aptian stage, OAE-1, pyrolysis Rock-Eval, Mzymta, North-Western Caucasus.

Введение. Секвентно-стратиграфический подход позволяет модернизировать фондовый материал, наметить уровни распространения прочных и малопрочных пород, прогнозировать области развития карстовых полостей и возможного провала бурового инструмента, оптимизировать процесс опробования. Анализ трансгрессивно-регрессивных (эвстатических, или секвентных) циклов позволяет точно разделить повторяющиеся интервалы разреза оползневых блоков и вариации уровня моря, а значит, точно определить кровлю массива коренных пород.

Активное строительство объектов Олимпиады 2014 г. в долине р. Мзымта подразумевает массовое проведение инженерно-геологических изысканий в

условиях весьма сложного геологического строения этого региона и развития современных экзогенных процессов. В связи с этим представляется крайне актуальным применение предлагаемой методики при проведении изысканий.

Методика исследований. Впервые на примере разреза каменноугольных отложений Московской синеклизы (район Берсеневской набережной в Москве) было установлено соответствие инженерно-геологических элементов (ИГЭ) и систем секвентных трактов. Так, здесь выделено 6 секвенций. На Восточно-Европейской платформе — области распространения эпиконтинентальных морей фанерозоя, как правило, выделяются только два тракта:

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, доцент, *e-mail:* mosgorsun@ Rambler.ru

² Саратовский государственный технический университет, факультет экологии и сервиса, лаборатория инженерной геоэкологии, декан, доцент, *e-mail:* yaskovia@mail.ru

³ Геологический институт РАН, лаборатория микропалеонтологии, вед. науч. сотр., канд. геол.-минер. н., *e-mail:* katuniash@gmail.com

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра инженерной и экологической геологии, зав. лаб., канд. геол.-минер. н., *e-mail:* igzov@mail.ru

⁵ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра инженерной и экологической геологии, доцент, *e-mail:* samarinen@mail.ru

⁶ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра гидрогеологии, студент, *e-mail:* alinka-gatina@yandex.ru

⁷ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, магистрант, *e-mail:* g-kozlova@inbox.ru

⁸ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, магистрант, *e-mail:* zhenya11@ Rambler.ru

⁹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых Земли, аспирант, *e-mail:* dvnadezhkin@gmail.com

¹⁰ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 08-05-00283а), ФЦП «Научные школы» (грант НШ 841.2008) и государственного контракта № 14.740.11.0190 Федеральной программы «Научно-педагогические кадры инновационной России».

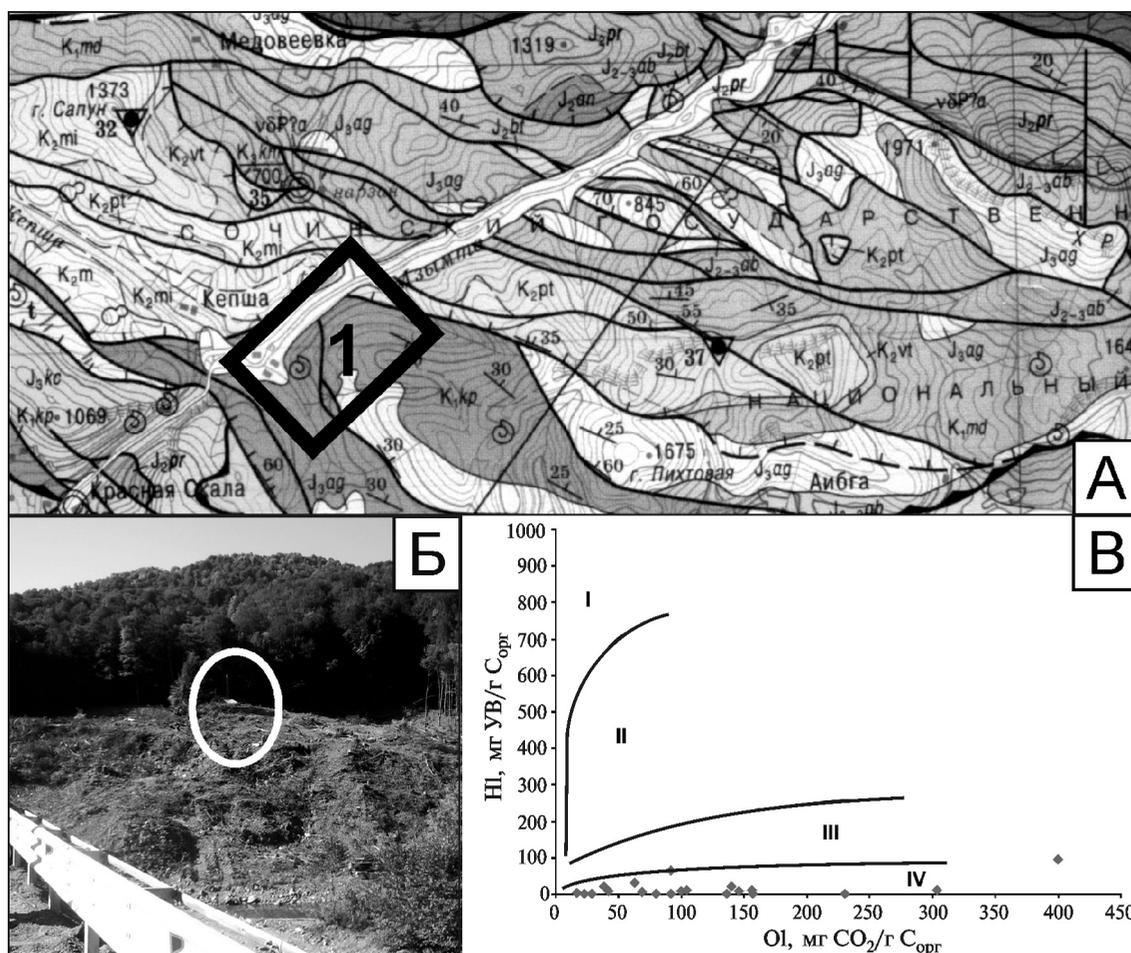


Рис. 1. Схема расположения Кепшинского участка: А — фрагмент государственной геологической карты масштаба 1:50 000; Б — положение скважины № 568 на оползневом склоне на левом берегу р. Кепша; В — результаты пиролиза по методу Rock-Eval на модифицированной диаграмме Ван-Кревелена (зависимости HI от OI)

ТСТ — трансгрессивный и ТВС — высокого стояния [Габдуллин, 2010; Габдуллин, Иванов 2010].

Установленная зависимость между системами трактов и ИГЭ на примере структуры со сравнительно простым геологическим строением — Московской синеклизы, опробована на районе с существенно более сложным строением — на Северо-Западном Кавказе (Абхазо-Рачинская зона, долина р. Мзымта, район пос. Кепша). В перспективе возможно проследить отдельные ИГЭ при помощи методики региональной и трансконтинентальной высокоточной корреляции с использованием методов событийной, палеомагнитной, секвентной и циклической стратиграфии [Габдуллин, 2011]. Общие положения секвентной стратиграфии и в приложении к инженерно-геологическим изысканиям изложены в ряде работ [Габдуллин и др., 2008, 2010].

Применение методики к разрезам в долине р. Мзымта. В процессе проведения инженерно-геологических изысканий на Северо-Западном Кавказе исследователям приходится иметь дело со сложным структурно-тектоническим строением площадок, многие современные или древние оползни наследуют разломы, надвиги, т.е. тектонические нарушения. Эти обстоятельства затрудняют стратиграфическое расчленение,

поэтому для преодоления этих трудностей применяют методы прикладной стратиграфии.

В основу статьи положены результаты полевых изысканий летом 2009 г. в пределах Кепшинского участка (рис. 1, А, Б), включавшие: 1) 5 геологических маршрутов и 386 точек наблюдения; 2) описание керна 86 буровых скважин; 3) описание разреза 10 шурфов; 4) отбор более 200 образцов осадочных пород из естественных и искусственных обнажений, а также керна; 5) петрографическое описание пород в шлифах (115) по модифицированной классификации С.Г. Вишнякова [Шванов и др., 1998]; 6) микропалеонтологический анализ: определение мезозойских радиолярий в 115 шлифах (В.С. Вишневская, ГИН РАН), определение мезозойских фораминифер в 115 шлифах (Л.Ф. Копаевич, МГУ), определение мезозойского нанопланктона в 200 образцах (Е.А. Шербинина, ГИН РАН), определение остракод из 10 мезозойских образцов (Е.А. Тесакова, МГУ). В отобранных образцах определимым оказался только нанопланктон, на основе анализа проведено датирование пород (остракоды и большинство радиолярий и фораминифер не встречены); 7) макропалеонтологический анализ: определение двустворчатых и головоногих моллюсков

(Е.Ю. Барабошкин, МГУ); 8) *геохимический анализ элементов и оксидов* 85 образцов на рентгенофлуоресцентном спектроскане MARC.GV (НПО «Спектрон», Санкт-Петербург, аналитик Е.Н. Самарин, МГУ); 9) *пиролиз* на пиролизаторе Rock Eval 6 (аналитик Д.В. Надежкин, МГУ).

Основными трудностями при расчленении и корреляции геологических разрезов стали: 1) схожий литологический состав разновозрастных подразделений (преимущественно терригенный, с доминированием глинистых разностей) и 2) невозможность установления и прослеживания геологических границ в естественных, искусственных обнажениях и керне.

Для преодоления первой проблемы были использованы *минералого-петрографические* методы прикладной стратиграфии. Применяются они на ограниченной площади, где действовали одинаковые геологические процессы. Работы включали петрографическое описание и геохимический анализ элементов и оксидов. Уточненный литологический состав позволил скорректировать первоначальное полевое описание керна (табл. 1, 2).

Для преодоления второй проблемы использованы *палеонтологические и секвентные методы* прикладной стратиграфии, позволившие датировать возраст толщ для расчленения и корреляции разрезов, а также оценить степень нарушенности залегания пластов в районах распространения оползневых процессов. При описании керна трудно точно спрогнозировать, а иногда и определить глубину распространения достоверно не нарушенных скальных грунтов. Постоянный отбор образцов для палеонтологического анализа позволил выделить уровни залегания многослойных оползневых пластин (здесь встречаются микрофоссилии с разным возрастом, так как они перемещаются в результате действия гравитационных процессов). В коренном массиве «путаницы» с возрастом почти нет. Анализ запрокинутости залегания (т.е. установление признаков подошвы или кровли) пласта проводили по иероглифам (механоглифам и биоглифам, т.е. ихнофоссилиям). *Секвентный* (или *эвстатический*) анализ позволяет отличить трансгрессивно-регрессивные ряды пластов (законмерное обмеление или углубление бассейна) от многослойных оползневых пластин (в последнем случае нет постепенного перехода от фации одной палеоглубины к другой).

Стратиграфия и геохимическая характеристика. Меловые породы в районе пос. Кепша представлены терригенно-карбонатными осадками, которые без видимой ритмичности чередуются в разрезе. Непосредственно на участке изысканий, расположенном на оползневом склоне левого берега р. Мзымта, а также на запад и юго-запад в естественных обнажениях и скважинах описаны отложения аптского и альбского ярусов нижнего мела, а также сеноманского, сантонского и кампанского ярусов верхнего мела. В целом карбонатность отложений возрастает вверх по разрезу: если в породах апта преобладают глины и

Таблица 1

Сравнительная характеристика литотипов по данным полевых и петрологических описаний и результатов геохимического анализа

Номер п/п	Результаты полевого описания	Результаты петрографического описания	Результаты геохимического анализа
1	Аргиллит	Аргиллит	Глина известковистая
2	Известняк	Известняк биокластовый водорослевый	Известняк глинистый
3	Мергель микритовый	Известняк микритовый	То же
4	Мергель микритовый	То же	Мергель глинистый
5	Глинистый мергель	—	Мергель глинистый доломитистый, глина известковистая

Таблица 2

Результаты геохимического анализа элементов и оксидов 7 образцов из скв. 568 на рентгенофлуоресцентном спектроскане MARC.GV (НПО «Спектрон», Санкт-Петербург), аналитик Е.Н. Самарин (МГУ)

Компонент	Глубина, м, номер образца						
	26,3 1	28,0 2	30,0 3	40,0 4	42,6 5	42,8 6	43,9 7
SiO ₂	50,1	48,6	54,5	52,5	45,7	59,1	54,4
TiO ₂	0,6	0,6	0,7	0,7	0,5	0,8	0,7
Al ₂ O ₃	16,0	15,3	19,8	20,6	15,9	19,2	20,3
Fe ₂ O ₃	4,1	4,2	5,3	6,0	4,7	5,8	5,5
MnO	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1
CaO	14,2	15,1	10,1	11,6	15,7	6,8	9,6
MgO	1,9	1,9	2,4	3,1	1,8	2,1	2,7
K ₂ O	2,2	2,2	2,5	2,5	2,2	2,7	2,6
P ₂ O ₅	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
S	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
CaCO ₃	25,3	27,0	18,0	20,7	28,0	12,1	17,1
MgCO ₃	4,0	4,0	5,0	6,5	3,8	4,4	5,6
CaCO ₃ + MgCO ₃	29,3	30,9	23,0	27,2	31,8	16,5	22,8
Наименование по модифицированной классификации С.Г. Вишнякова (1998)	мергель глинистый	мергель глинистый	глина известковистая	мергель глинистый доломитистый	мергель глинистый	глина известковистая («выветрелый мергель»)	глина известковистая

алеуриты, то альб-сеноманская часть разреза сложена преимущественно глинистыми и битуминозными мергелями с прослоями известняков и глин. Отложения же сантона—кампана практически целиком представлены мергелями и известняками.

Нижняя и средняя части исследуемого склона сложены породами нижнего апта. Отложения альба характерны для верхней части склона, где они вскрыты несколькими скважинами. Сеноманские отложения в пределах площади работ представлены только в оползневых телах; в естественном обнажении они описаны только на юго-западе — в тальвеге безымянного ручья, врезанного в левый борт р. Мзымта западнее участка работ. Осадки апта—сеномана содержат прослой битуминозных мергелей и аргиллитов — нефтематеринских пород, сформированных вследствие океанических бескислородных событий в условиях эвстатического изменения уровня океана (ОАЕ-1 и 2). По данным пиролиза (табл. 3) содержание $C_{орг}$ (ТОС, вес. %) в среднем течении р. Мзымта в битуминозных осадках апта составляет 0,25–6,88, альба — 4,07, сеномана — 5,4–6,41. Наши данные близки к ранее опубликованным: $C_{орг}$ (ТОС, вес. %) для апта—альба нерасчлененных — до 1,25% [Афанасенков и др., 2007], для сеномана до 10,2% [там же]. Породы сантона и кампана развиты на запад от участка изысканий.

Для сравнения в табл. 3 приведены также данные для ниже- и среднеюрских отложений Краснополянской зоны. Содержание $C_{орг}$ в аргиллитах

нижней—средней юры [Афанасенков и др., 2007] составляет в среднем 0,5–1%. Максимальное содержание $C_{орг}$ в ниже- и среднеюрских породах Краснополянской зоны (0,78%) отмечено в черных малопрочных битуминозных аргиллитах. Содержание минерального углерода ($C_{мин}$) в юрских породах низкое (0,07–1,34%). Максимальное значение определено для битуминозных аргиллитов графитово-серо-черных, тонкочешуйчатых, очень малопрочных, где по комплексу нанопланктона установлен на синемюр-плинсбахский возраст.

Сумма пиков (S_1+S_2) < 0,5 мг УВ/г породы указывает на отсутствие нефтегазоматеринского потенциала исследуемых пород.

Согласно диаграмме зависимости НІ от ОІ (рис. 1, В), все образцы (юрские и меловые) содержат IV тип керогена, который содержит главным образом разложившееся органическое вещество и не имеет потенциала для добычи углеводородов.

Общее содержание $C_{орг}$ низкое и варьирует от 0,07 до 0,78%. Образцы меловых пород содержат $C_{мин}$ в пределах 0,25–6,88%, где максимальное значение отмечено для образца битуминозного мергеля ранне-аптского возраста.

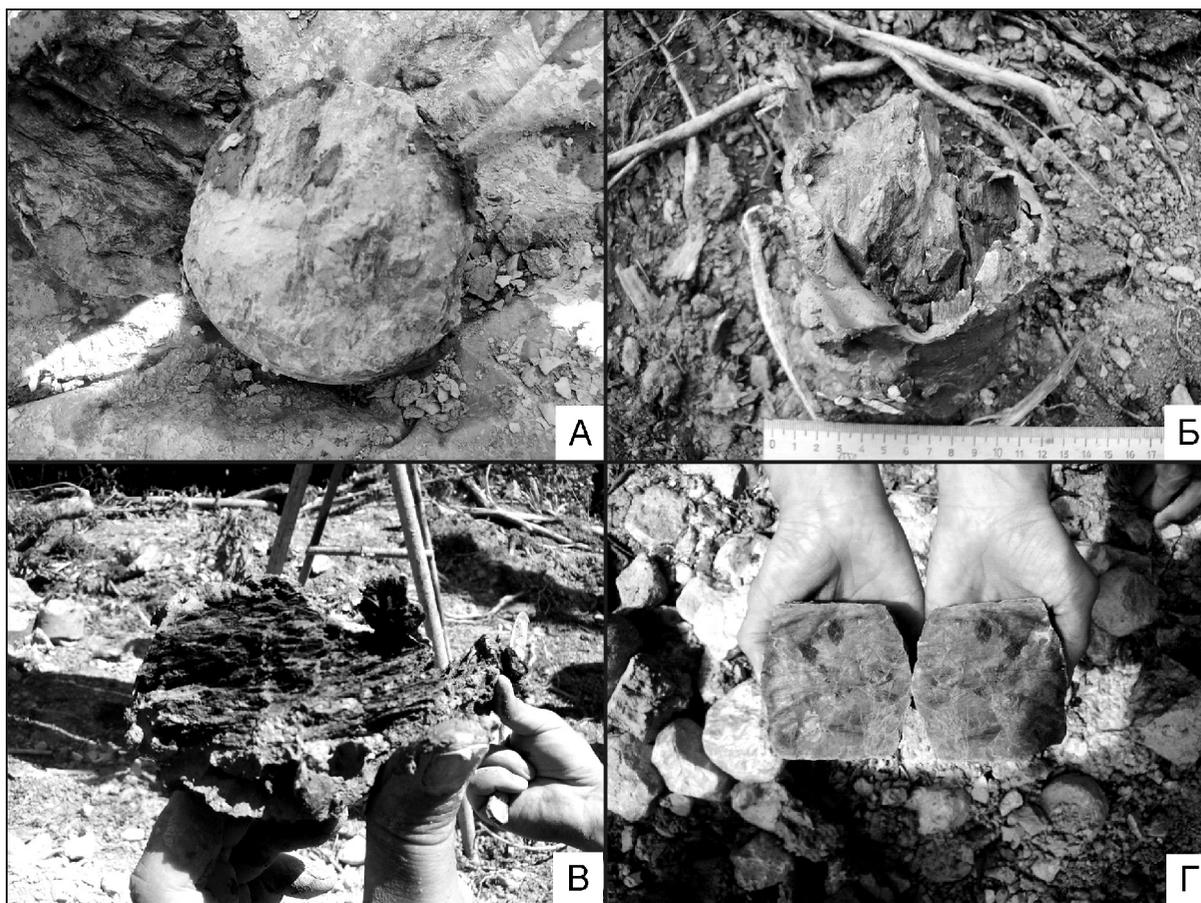


Рис. 2. Фото керна и фоссиллий из скважины № 568: А — уплотненные разлинзованные аргиллиты и суглинки с щебнем — древний оползень; Б — толща деформированных оползнями пород — брекчированная глина с щебнем мергелей; В — коренная толща битуминозных мергелей, аргиллитов и глин (ОАЕ-1) с синседиментационными складками оползания позднего апта. Повторяется трижды, веерообразное залегание, паститы; Г — коренные битуминозные мергели, аргиллиты и глины позднего апта (ОАЕ-1, глубина 51,7 м)

Таблица 3

Геохимическая характеристика богатых органикой осадочных отложений юры и мела по данным пиролиза на пиролизаторе «Rock Eval 6», аналитик Д.В. Надежкин (МГУ)

Номер образца	Возраст породы	Литология	S_1	S_2	PI	T_{max}	S_3	PC	RC	C_{org}	HI	OI	C_{min}
			Свободные УВ до 300 °С, мг УВ/г породы	УВ-продукты пиролиза керогена и смолисто-асфальтеновых веществ 300–600 °С, мг УВ/г породы	Индекс продуктивности $S_{II}/(S_1+S_2)$	Температура максимального выхода УВ при пиролизе керогена, °С	Количество CO_2 , выделившегося при пиролизе керогена, мг CO_2 /г породы	Пиролизуемый органический углерод, мас. %	Остаточный (непиролизуемый) органический углерод, мас. %	Общее содержание органического углерода в породе, мас. %	Волорольный индекс, мг УВ/г C_{org}	Кислородный индекс, мг CO_2 /г C_{org}	Содержание минерального углерода в породе, мас. %
2к/09	K _{1a}	Мергели битуминозные	0,01	0	0,84	—	0,38	0,02	0,26	0,28	0	136	0,25
453/1	K _{1a}	То же	0,01	0,01	0,47	—	0,13	0,01	0,12	0,13	8	100	2,37
453/3	K _{1a}	—"	0,01	0,01	0,47	—	0,19	0,01	0,12	0,13	8	146	2,2
454/5	K _{1a}	—"	0,01	0,23	0,05	441	0,49	0,04	0,74	0,78	29	63	2,7
454/6	K _{1a}	—"	0	0,05	0,06	—	0,47	0,02	0,43	0,45	11	104	4,2
469/1	K _{1a}	Песчанистые мергели	0	0	1	—	0,11	0,01	0,06	0,07	0	157	5
470/3	K _{2s}	Мергели битуминозные	0,04	0,38	0,1	438	0,55	0,06	0,54	0,6	63	92	5,4
492/1	K _{2s}	То же	0,01	0,13	0,08	—	0,56	0,03	0,11	0,14	93	400	6,41
495A	K _{1al}	—"	0,01	0,09	0,12	—	0,17	0,02	0,43	0,45	20	38	4,07
568/42,5	K _{1al}	—"	0,01	0,02	0,39	—	0,11	0,01	0,25	0,26	8	42	2,96
684/3a	K _{2s}	—"	0,01	0,02	0,34	—	0,7	0,03	0,2	0,23	9	304	3,24
728/4	K _{1a1}	—"	0,01	0,01	0,58	—	0,14	0,01	0,08	0,09	11	156	6,88
458/1	J	Аргиллиты	0	0	1	—	0,76	0,02	0,31	0,33	0	230	0,08
460/3	J _{1p-t}	То же	0,01	0	1	—	0,14	0,01	0,47	0,48	0	29	0,25
460/6	J _{1p-t}	—"	0	0	1	—	0,22	0,01	0,23	0,24	0	92	0,08
460/8	J _{1p-t}	—"	0,01	0,03	0,22	—	0,21	0,01	0,14	0,15	20	140	0,07
461/1	J _{2b}	—"	0,01	0	1	—	0,11	0,01	0,37	0,38	0	29	0,26
462/1	J _{2a}	—"	0,01	0,03	0,3	—	0,54	0,03	0,75	0,78	4	69	0,32
463/1	J _{2a}	—"	0,01	0	1	—	0,36	0,01	0,44	0,45	0	80	0,19
464/1	J _{1p-t}	—"	0,02	0,02	0,59	—	0,1	0,01	0,59	0,6	3	17	1,34
465/1	J _{1p-t}	—"	0,01	0	1	—	0,15	0,01	0,64	0,65	0	23	0,29

Из-за плохой обнаженности контакты описываемых отложений с ниже- и вышележащими стратиграфическими подразделениями установлены лишь фрагментарно. Собраный материал не позволяет корректно судить о выдержанности стратиграфического разреза, равно как и о взаимоотношениях различных толщ, выделенных и описанных при геологических съемках 1:500 000, 1:200 000 и 1:25 000 масштаба. В связи с этим стратиграфическое описание отложений в пределах участка изысканий выполнено в Международной стратиграфической шкале.

В качестве примера рассмотрим геологическую модель принципиального строения скважины № 568 глубиной 56,5 м (сверху вниз):

1) четвертичный современный активный оползень в интервале 0,0–26,5 м. Суглинки мягко-, тугопластичные, полутвердые и твердые. Редко встречаются глины тугопластичные и щебенистые грунты с глинистым заполнителем. Выделяют пятое (последнее, или верхнее) оползневое тело в интервале 0,0–10,0 м, четвертое — в интервале 10,0–17,6 м, третье — в интервале 17,6–20,7 м, второе — в интервале 20,7–24,4 м, первое (или нижнее) — в интервале 24,4–26,5 м;

2) древняя аллювиальная терраса р. Мзымта в интервале 26,5–27,3 м, представленная галечниковым грунтом;

3) четвертичный современный неактивный оползень в интервале 27,3–39,0 м (рис. 2, А). Суглинки и

глины тугопластичные и мергели сильновыветрелые. Выделяется верхнее (или второе) оползневое тело в интервале 27,3–37,2 м и нижнее (или первое) в интервале 37,2–39,0 м;

4) толща деформированных (механически дезинтегрированных) оползнями сильнотрещиноватых и выветрелых мергелей и аргиллитов низкой прочности в интервале 39,0–44,1 м (рис. 2, Б);

5) коренная толща битуминозных мергелей, аргиллитов и глин в интервале 44,1–47,7 м с синседиментационными складками оползания (оползни вращения) нижнего апта (рис. 2, В) с выдержанными элементами залегания;

6) коренные мергели, аргиллиты и глины нижнего апта в интервале 47,7–56,5 м с выдержанными элементами залегания (рис. 2, Г).

В окрестностях скважины на поверхности в элювиальных развалах и оползневых блоках найдены многочисленные раковины иноцерам *Aucellina* sp. ($K_1al_2^1-K_2cm$).

Проанализируем послышное описание скважины № 568, расположенной на участке изысканий.

Слой 1. Интервал 0–9,40 м. Мощность 9,4 м. Суглинок коричнево-серый, полутвердый с включением до 25% щебня мергеля средней прочности от 50 до 100 мм. С глубины 2,3 м — тугопластичный, с 3,4 м — ближе к мягкопластичному с дресвой до 15%, разуплотненный. В интервале 8,0–9,0 м — водопроявление.

Слой 2. Интервал 9,40–10,0 м. Мощность 0,6 м. Суглинок щебенистый, коричнево-серый, мягкопластичный, щебень аргиллита (от 50 до 80 мм) пониженной прочности.

Слой 3. Интервал 10,0–13,90 м. Мощность 3,9 м. Суглинок коричнево-серый, полутвердый, с включением щебня пониженной прочности (до 10%, размер 30–50 мм), с прослоями крупного щебня средней прочности, с суглинистым заполнителем, насыщенный водой с глубины 12,7 м.

Слой 4. Интервал 13,90–16,40 м. Мощность 2,5 м. Суглинок серый, твердый, с включением щебня аргиллита пониженной прочности (до 10%, размером до 100 мм) и дресвы (до 20%).

Слой 5. Интервал 16,40–17,60 м. Мощность 1,2 м. Суглинок щебенистый, светло-коричневый, тугопластичный, с включением щебня аргиллита (до 60 мм, до 15%) и глыбами малой прочности.

Слой 6. Интервал 17,60–18,30 м. Мощность 0,7 м. Суглинок темно-серый, полутвердый, с включением дресвы и щебня пониженной прочности (до 30%, размер 20–70 мм) и отдельных глыб аргиллита средней прочности.

Слой 7. Интервал 18,30–20,70 м. Мощность 2,4 м. Суглинок коричневый, тугопластичный с включением дресвы (до 15%) и щебня (размером 40 мм), аргиллита (до 10%), а также включением единичных крупных обломков (более 140 мм) с 19,4 м тугопластичный перемятый, с щебнем уплощенной формы.

Слой 8. Интервал 20,70–21,40 м. Мощность 0,7 м. Глина серая, тугопластичная, с включением дресвы (10%) и щебня (15%) пониженной прочности (до 70 мм).

Слой 9. Интервал 21,40–23,20 м. Мощность 1,8 м. Щебенистый грунт с суглинистым заполнителем (30%), светло-коричневый, средней степени водонасыщения, заполнитель тугопластичный. Щебень крупный, пониженной прочности, уплощенной формы.

Слой 10. Интервал 23,20–25,20 м. Мощность 2 м. Суглинок светло-коричневый, щебенистый, тугопластичный, с прослоями мягкопластичного, в интервале 24,1–24,4 м по щебню вода, щебень пониженной прочности.

Слой 11. Интервал 25,20–25,80 м. Мощность 0,6 м. Суглинок светло-серый дресвяный, тугопластичный, с включением щебня аргиллита (до 10%).

Слой 12. Интервал 25,80–26,50 м. Мощность 0,7 м. Глина серая тугопластичная, с дресвой (до 15%), перемятая, на 26,2 м граница (под углом 60–70°) с темно-серой разностью.

Слой 13. Интервал 26,50–27,30 м. Мощность 0,8 м. Галечниковый грунт коричневый, с суглинистым заполнителем (до 15%), с валунами (до 10%), насыщенный водой.

Слой 14. Интервал 27,30–28,50 м. Мощность 1,2 м. Аргиллит коричнево-серый, малопрочный, выветрелый, сильнотрещиноватый; выход зерна: 20% в виде полустолбиков 6–7 см, 40% — в виде мелких обломков и 40% — шлам.

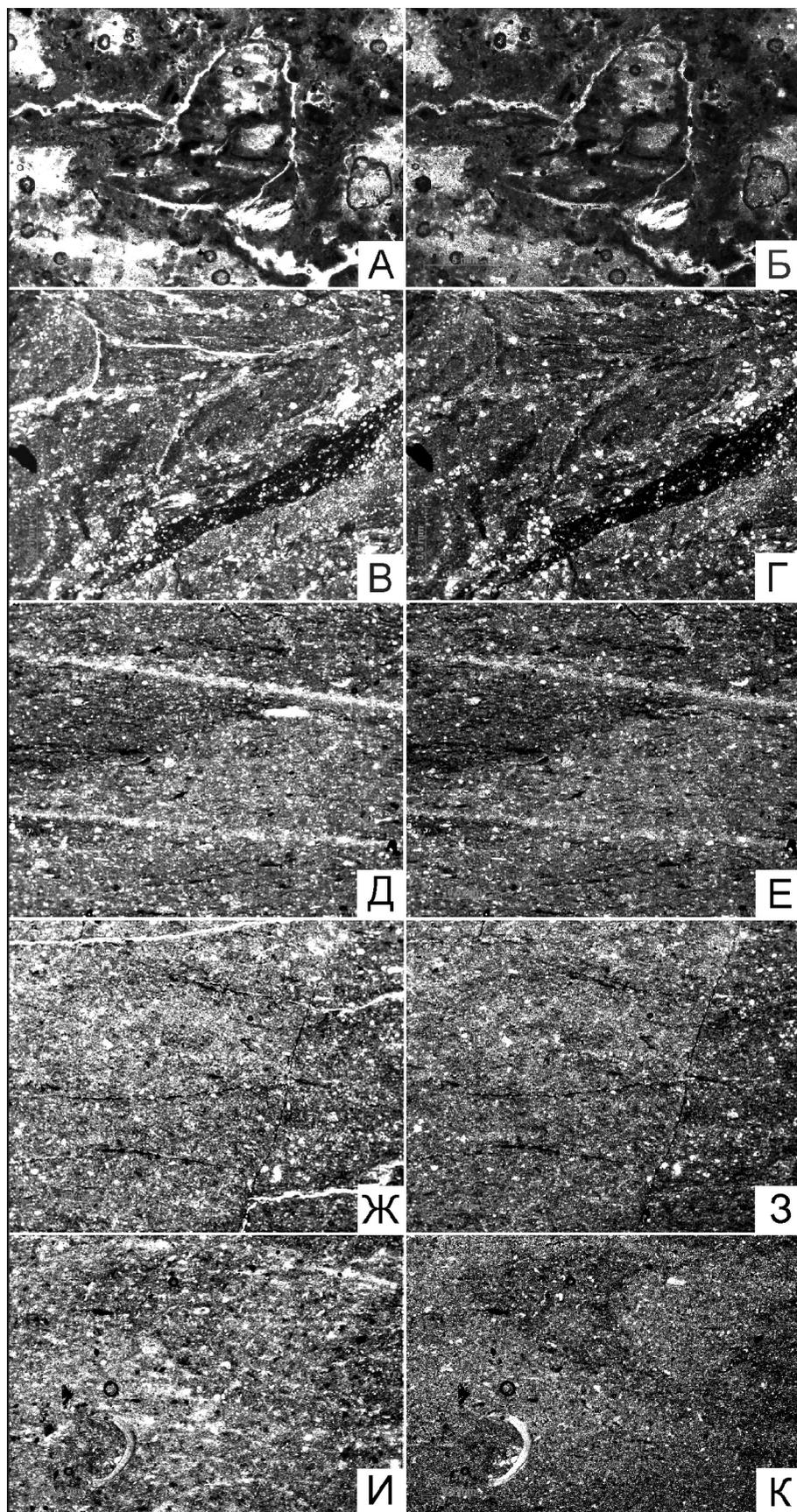
Слой 15. Интервал 28,50–29,30 м. Мощность 0,8 м. Суглинок светло-серый дресвяный, тугопластичный, с включением щебня аргиллита (до 10%).

Слой 16. Интервал 29,30–33,20 м. Мощность 3,9 м. Аргиллит коричневый, низкой прочности, выветрелый, сильнотрещиноватый, выход зерна 10% в виде обломков размером 6–7 см, трещины в основном под углом 60–70° и вертикальные, частично заполнены глиной. С глубины 31,2 м — обводнен.

В шлифе с глубины 29,3 м (рис. 3, А–Б) определен мергель микритовый, неслоистый, сильноглинистый (30%), с линзами и пятнами органического вещества (20%), с примесью (5%) тонкозернистого и алевроитового неокатанного и полуокатанного кальцита и кварца, с редкими алевроитовыми зернами слюд, интенсивно загипсован (10%); 45% карбонатов. Присутствует большое количество трещин различной ориентировки размером до 0,04 мм, по краям трещины выполнены микритовым кальцитом. Пустоты вытянуты однонаправленно, размер до 1 мм, окаймлены микритовым кальцитом.

Слой 17. Интервал 33,20–33,90 м. Мощность 0,7 м. Суглинок темно-серый, тугопластичный, с включением дресвы (~5%) и щебня аргиллита (до 10%), с прослоями мергеля малопрочного и аргиллита низкой прочности.

Слой 18. Интервал 33,90–34,60 м. Мощность 0,7 м. Мергель коричневый, малопрочный, сильнотрещи-



новатый, граница с вышележащим слоем под углом 60° , обводнен.

Слой 19. Интервал 34,60–37,20 м. Мощность 2,6 м. Глина светло-серая, тугопластичная, с обломками аргиллита уплощенной формы со следами скольжения, содержание обломков до 10%. По всему слою прослеживаются прослои аргиллита очень низкой прочности, выветрелого до тугопластичной глины, с щебнем, мощность прослоев до 10–15 см. В подошве слоя — плоскость скольжения по прослою аргиллита.

Слой 20. Интервал 37,20–39,00 м. Мощность 1,8 м. Глина светло-серая, тугопластичная, с обломками аргиллита уплощенной формы со следами скольжения, содержание обломков (до 10%) аргиллита очень низкой прочности.

Слой 21. Интервал 39,00–40,60 м. Мощность 1,6 м. Мергель серый, низкопрочный, выветрелый, сильно трещиноватый с прослоями очень низкой прочности, выветрелый до состояния щебня с глинистым заполнителем.

В шлифе с глубины 40,0 м (рис. 3, В, Г) определен мергель глинистый доломитистый; известняк микритовый, полимиктовый, неслоистый, глинистый (20%), с остатками раковин фораминифер и неопределимого детрита (10%), доломитистый (10–15%), с интеркластами органического вещества в виде микролинз и микрокапель (3–9%), с крупными биокластами регенерированных криноидей, слабоагипсован (5%), 45% карбонатов. Вторичные изменения — оксиды железа.

Слой 22. Интервал 40,60–42,00 м. Мощность 1,4 м. Аргиллит серый, сильно выветрелый до состояния щебня с глинистым заполнителем (до 40%), мягкопластичным, щебень пониженной прочности.

Слой 23. Интервал 42,00–44,10 м. Мощность 2,1 м. Аргиллит темно-серый, средней прочности, с прослоями аргиллита низкой прочности, трещиноватый, трещины вертикальные.

В шлифе с глубины 42,5 м (рис. 3, Д, Е) определен глинистый мер-

Рис. 3. Микрофотографии шлифов из керна скважины № 568: А — шлиф 568. Глубина 29,3 м; Б — то же, николи скрещены; В — шлиф 568, глубина 40,0 м; Г — то же, николи скрещены; Д — шлиф 568, глубина 42,5 м; Е — то же, николи скрещены; Ж — шлиф 568, глубина 49,2 м; З — то же, николи скрещены; И — шлиф 568, глубина 56,3 м; К — то же, николи скрещены

гель (15–20%), с фораминиферами (10–20%), неопределенным раковинным детритом. Тонко- и горизонтально-слоистый за счет микролинз и микрокапель органического вещества, с единичными зернами кварца; слабодоломитистый. В породе описан комплекс нанопланктона: *Watznaueria barnesae*, *Rotelapillus laffittei*, *Biscutum constans*, *Zeugrhabdotus embergerii*, *Z. diplogrammus*, *Micranolithus hoschulzii*, *Nannoconus sp.*, *Rhagodisus asper*, *Flabellites oblongus*, *Micranolithus obtusus*, *Manivitella pemmatoidea*.

Слой 24. Интервал 44,10–47,70 м. Мощность 3,6 м. Переслаивание мергеля коричнево-серого, низкой прочности, выветрелого с разностями мергеля выветрелого до состояния глины серой, тугопластичной, с гнездами обызвествления, мощность 3–5 см; в направлении подошвы слоя мощность прослоев уменьшается до 1–3 см. Границы прослоев под углом 60–70°. Мергель слоистый, слой субвертикальные.

Слой 25. Интервал 47,70–56,50 м. Мощность более 8,8 м. Переслаивание мергеля коричнево-серого, низкой прочности, выветрелого, с разностями мергеля выветрелого до состояния глины серой, полутвердой, плотной, с гнездами обызвествления, мощность 3–5 см. В интервале 49,0–49,5 м — мергель трещиноватый, малопрочный; в интервале 51,5–51,7 м — мергель средней прочности, обводнен. Границы между прослоями под 60–70°.

В шлифе с глубины 49,2 м (рис. 3, Ж, З): микритовый мергель, неслоистый, содержит примесь зерен кварца (20%) и органическое вещество (около 10%), загибсован. Основная масса — карбонат (60%). Вторичные изменения — оксиды железа.

В шлифе с глубины 56,5 м (рис. 3, И, К): микритовый мергель неслоистый с небольшим количеством примеси тонкодисперсной глинистой составляющей (5%), с неопределимым раковинным детритом (15%) и единичными раковинами фораминифер, с примесью алевроитового неокатанного кварца. Содержание органического вещества 5–7%. Основная масса — карбонат (70%). Описан комплекс нанопланктона: *Watznaueria barnesae*, *Rotelapillus laffittei*, *Biscutum constans*, *Zeugrhabdotus embergerii*, *Z. Diplogrammus*, *Hayesites irregularis*, *Micranolithus obtusus*. Такая нанопланктонная ассоциация соответствует раннеаптской зоне NC6. Комплекс нанопланктона позволяет предполагать раннеаптский возраст этой толщи.

Необходимо отметить, что прослой глинистых алевроитов между отдельными маломощными прослоями глинистых мергелей и микритовых известняков могут достигать нескольких метров.

Контакт нижнеаптских отложений с подстилающими породами не установлен. Описываемые отложения со стратиграфическим несогласием перекрыты терригенно-карбонатными образованиями верхнего апта—нижнего альба.

На глубине 23,1–23,3 м описан комплекс нанопланктона, включающий: *Watznaueria barnesae*, *W. manivitaе*, *Biscutum constans*, *Zeugrhabdotus embergerii*,

Z. diplogrammus, *Rhagodisus asper*, *R. angustus*, *Eprolithus floralis*, *Flabellites oblongus*. Появление *Eprolithus floralis* позволяет относить вмещающие отложения к зоне NC7 позднего апта.

На глубине 32,3–32,5 м в глинистых мергелях описан раннеаптский комплекс нанопланктона: *Watznaueria barnesae*, *Rotelapillus laffittei*, *Biscutum constans*, *Zeugrhabdotus embergerii*, *Z. diplogrammus*, *Micranolithus hoschulzii*, *Nannoconus sp.*, *Rhagodisus asper*, *Flabellites oblongus*, *Micranolithus obtusus*, *Manivitella pemmatoidea*. Однако верхние 44,1 м разреза скважины пройдены по оползневому телу. Следовательно, граница между отложениями нижнего и верхнего подъярусов аптского яруса находится несколько выше по склону. Определения нанофоссилий в интервале до 44,1 м получены из фрагментов коренных пород в оползневых телах. Только с этой глубины встречены осадочные отложения с неменяющимися элементами залегания и структурно-текстурными признаками, идентифицирующими их как коренные породы (слоистость, биотурбация, складки подводного оползания в верхней части толщи и т.д.).

Описанные отложения соответствуют по своему стратиграфическому объему свите кепш ($K_1 kp$), которая является возрастным аналогом медовеевской свиты и обнажается в Южной подзоне Чвежипсинской зоны, в ядре Дагомысской антиклинали. Она согласно подстилается агепстинской свитой. Вышележащие отложения на изученной площади неизвестны. В районе сел. Солох-Аул разрез представлен фукоидными зеленовато-серыми мергелями. В нижней части встречаются прослой известняков (до 50 см), а в верхней — горизонты (до 10–15 м) буроватых мергелей и прослойки алевролитов и кремней (1–5 см). Мощность более 380 м. Восточнее, в долине р. Мзымта, она оценивается в 460 м. Раннемедовой возраст установлен по многочисленным находкам *Neohibolites minimus* List., *Aptychus exculptus* Schurr., *Berriasella cf. subrichteri* Ret., *Lamellaptychus cf. angulicostafus* Picf et. Lor., *Duvalia lata* Blain. и др.

Обсуждение результатов. На основе полевого и лабораторного (шлифы) описания разреза скв. 568 предлагается следующая геолого-генетическая модель.

В рыхлых четвертичных отложениях выделена серия оползневых пластин (блоков). В качестве границы между отдельными пластинами приняты зеркала скольжения и прослой суглинков и глин мягко- и/или тугопластичной консистенции, иногда с щебнем и дресвой коренных пород (мергелей, аргиллитов), которые чередуются с толщами суглинистых и сильновыветрелых коренных пород полутвердой и твердой консистенции (рис. 4). Прослой суглинков и глин мягко- и/или тугопластичной консистенции, иногда с щебнем и дресвой коренных пород, как правило, залегают сразу выше зеркала скольжения. В случае неустановления в керне последнего (или невыхода керна), за границу пластин условно принимали подошву таких слоев. В оползневых блоках содержатся

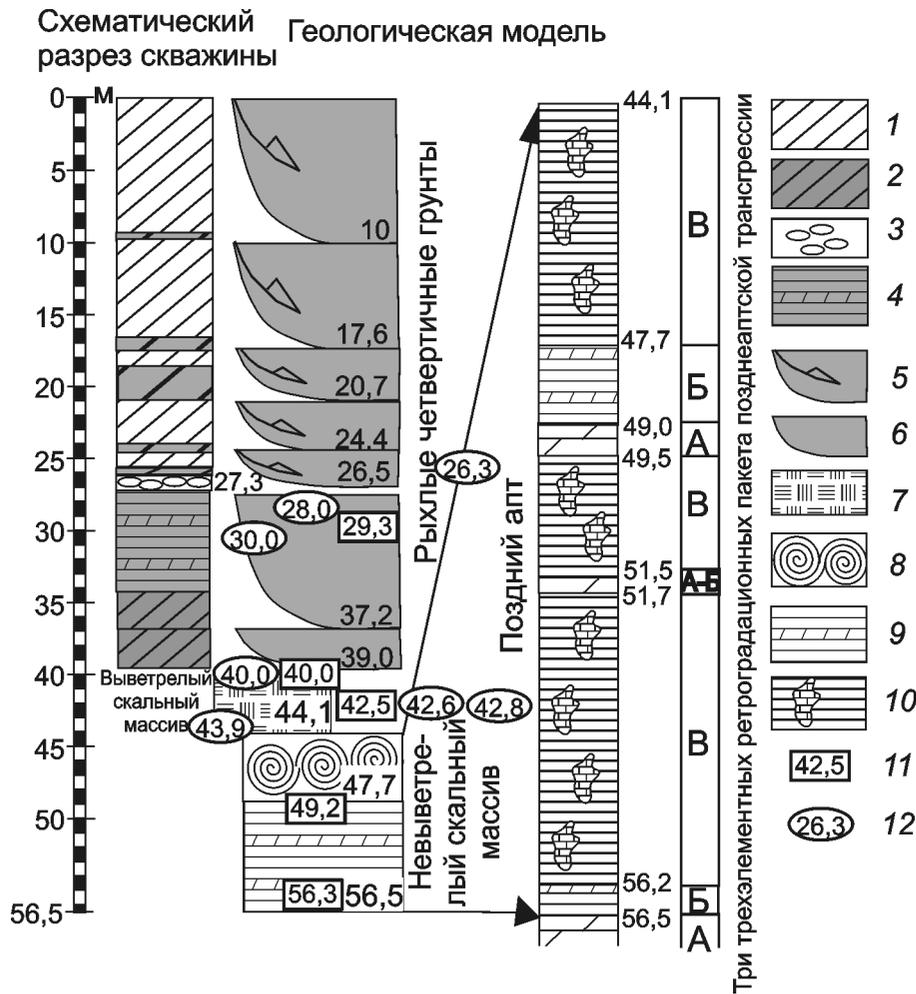


Рис. 4. Схематический разрез скважины и геологическая модель: 1 — суглинки твердые и полутвердые; 2 — суглинки туго- и мягкопластичные; 3 — галечники и гравийно-галечные грунты древней аллювиальной террасы р. Мзымта; 4 — аргиллиты и мергели сильнотрещиноватые малопрочные, суглинки твердые и полутвердые; 5 — активный оползень (пластина); 6 — неактивный оползень (пластина); 7 — толща деформированных оползнями пород; 8 — коренная толща битуминозных мергелей, аргиллитов и глин нижнего апта с синседиментационными складками оползания; 9 — коренные мергели, аргиллиты и глины позднего апта; 10 — глины и аргиллиты с центрами карбонатизации; 11 — глубина отбора шлифов, м; 12 — глубина отбора образцов на геохимический анализ, м

фрагменты смещенных выветрелых коренных пород массива (в которых по определению нанопланктона получен аптский возраст), однако они заключены в массиве суглинистых грунтов. Часто в кернах скважин можно видеть многократное повторение разреза, что интерпретируется как результат оползневых процессов. Представляется важным отличить интервал керна с повторяющимися элементами разреза оползневого массива от тектонического повторения фрагментов разреза вследствие процессов надвигообразования (район исследований характеризуется сильными тектоническими дислокациями и деформациями) и трансгрессивно-регрессивных циклов.

Секвентный анализ позволяет опознать трансгрессивные (ретроградационные) трехэлементные (А—В) ряды (пакеты) в коренных отложениях, повторяющиеся трижды в скважине. Первый элемент (А) — это мергель, второй (Б) — аргиллит или глина извест-

ковистые, третий (В) — аргиллит или глина с центрами карбонатизации. В результате эвстатических вариаций возникает циклическое строение разреза с повторяющимися фрагментами (циклами или циклитами). Последние могут иметь разные или одинаковые (точнее, почти одинаковую) мощность и состав, различия выявляются в обнажениях, однако в кернах эти фрагменты почти всегда выглядят одинаковыми. Циклические вариации уровня океана также подтверждаются циклическим появлением в разрезе уровней битуминозных осадков.

Такая секвентная циклическая, обусловленная эвстатическими вариациями уровня бассейна седиментации, четко выделяется в разрезе массива коренных пород и не связана с современными оползневыми процессами. Почти всегда в разрезе виден плавный и, главное, закономерный переход от мелководных фаций к глубоководным или наоборот. В случае тектонически совмещенных фрагментов разреза вероятность плавного перехода практически равна нулю. При оползневых процессах такая вероятность выше. Оползневые процессы аптского времени, происходившие синхронно с седиментацией, четко фиксируются паститами, т.е. складками подводного оползания, которые легко отличить от современных оползневых и тектонических дислокаций.

Выводы. 1. Впервые для района долины р. Мзымта на примере описания одной скважины апробирована методика секвентно-стратиграфического подхода, позволяющего четко определить генезис многократного повторения одного и того же интервала геологического разреза (современный, древний или синседиментационно-оползневый, тектонический или эвстатический).

2. На примере описанного разреза скважины показано его сложное полигенетическое образование.

3. Широкое развитие в районе изысканий искусственных обнажений, временно доступных для геологического изучения из-за строительства, представляет уникальную возможность для исследования региональной и исторической геологии данного района, а также нефтематеринских пород, сформированных во время океанических бескислородных событий мелового (и другого) возраста, для прогноза

нефтегазового потенциала Черноморско-Каспийского региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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

Габдуллин Р.Р. Секвентно-стратиграфический подход при инженерно-геологических работах // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2010. № 6. С. 79–83.

Габдуллин Р.Р. Высокоточная планетарная корреляция осадочных разрезов фанерозоя методами событийной, палеомагнитной, секвентной и циклической стратиграфии // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2011. № 1. С. 22–28.

Габдуллин Р.Р., Иванов А.В. Секвентно-стратиграфический подход при инженерно-геоэкологических работах //

Авторы признательны Е.А. Вознесенскому и А.М. Никишину за критические замечания.

Проблемы геологии, геоэкологии и рационального природопользования // Мат-лы Всеросс. науч. симпоз. Саратов: Наука, 2010. С. 36–37.

Габдуллин Р.Р., Иванов А.В., Кошелев А.В., Копаевич Л.Ф. Тренинг по секвентной стратиграфии: Учеб. пособие по повышению квалификации специалистов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2010.

Габдуллин Р.Р., Копаевич Л.Ф., Иванов А.В. Секвентная стратиграфия. М.: Макс-Пресс, 2008. 114 с.

Шванов В.Н., Фролов В.Т., Сергеева Э.И. и др. Систематика и классификации осадочных пород и их аналогов. СПб.: Недра, 1998. 352 с.

Поступила в редакцию
28.04.2011