

УДК 551.77:551.351.2 (571.651-12)

ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ О КАЙНОЗОЙСКОМ РАЗРЕЗЕ ЧУКОТСКОГО ШЕЛЬФА БЕРИНГОВА МОРЯ

© 2011 г. Л. С. Маргулис*, Д. Д. Агапитов**, Е. А. Маргулис*, Л. М. Пылина*,
А. Ю. Гладенков***, Л. С. Жидкова*, Т. В. Дмитриева*, В. А. Федорова*, Н. А. Фрегатова*

* Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геолого-разведочный институт, Санкт-Петербург
e-mail: ins@vnigri.ru

** ООО "Millhouse", Москва

*** Геологический институт РАН, Москва
e-mail: agladenkov@ilran.ru

Поступила в редакцию 15.03.2010 г., получена после доработки 29.04.2010 г.

В 2002 г. на российском шельфе Берингова моря впервые была пробурена глубокая скважина Центральная-1. Она вскрыла кайнозойский осадочный чехол до глубины 2785 м¹. В статье изложены результаты исследований каротажа, керна и шлама. Вскрытый разрез датируется палеоценом–квартером. Он расчленен на девять толщ (сверху вниз): верхнемиоцен–плиоценовую песчано-алевритовую; средне-верхнемиоценовые туфодиамитовую, алеврито-песчаную, аргиллитово-алевролитовую и ракушняковую песчаниково-алевролитовую; эоцен-нижнемиоценовые угленосную и песчаниково-аргиллитовую; палеоцен-нижнеэоценовую вулканогенно-осадочную. Толщи сопоставлены со стратиграфическими подразделениями суши. Скважина пересекла три крупных несогласия: в основании плиоцена (глубина 380 м, основание александровского стратиграфического горизонта), в основании среднего миоцена (глубина 1390 м, основание автаткульского горизонта) и предположительно в основании среднего эоцена (глубина 2635 м, кровля танюерского горизонта). Последнее несогласие сопровождается каолинитовой корой выветривания. Разрез, вскрытый скважиной Центральная-1, свидетельствует о сохранении общих черт строения кайнозойского чехла в пределах всего Анадырского бассейна при его существенной фациальной изменчивости.

Ключевые слова: стратиграфия, литология, кайнозой, шельф Берингова моря, Анадырская впадина.

ВВЕДЕНИЕ

В летний сезон 2002 г. в 180 км к востоку от мыса Беринговский Анадырского района Чукотки ОАО "Сибнефть" была пробурена первая на российском шельфе Берингова моря скважина Центральная-1 (рис. 1). Глубина скважины 2785 м. В скважине проведен комплекс каротажа и вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП), отобраны 500 образцов шлама, керн (721–736 м, 1912–1917.85 м) и керн боковых грунтоносных (интервал 2640–2770 м). Скважина заложена на восточной периферии Анадырской впадины, на юго-восточном крыле Центральной брахиантиклинали, и вскрыла разрез, отличающийся от разрезов суши.

Данные ВСП позволили уверенно сопоставить материалы бурения с данными сейсморазведки и определить в разрезе положение опорных отражающих горизонтов, откартированных на анадырской акватории. Все опорные отражения со-

средоточены в верхней половине осадочного чехла, низы разреза характеризуются менее регулярным волновым полем (рис. 2).

Описание разреза (шлам, керн), петрографическое изучение пород, интерпретация каротажа и привязка разреза скважины к сейсмическим профилям проведены Л.С. Маргулисом, Д.Д. Агапитовым, Е.А. Маргулис и Л.М. Пылиной, изучение остатков макрофауны – Л.С. Жидковой, фораминифер – Т.В. Дмитриевой и Н.А. Фрегатовой, диатомовой флоры – А.Ю. Гладенковым, спор и пыльцы – В.Н. Федоровой и Ж.В. Буровой, динофлагеллат – В.Н. Федоровой.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Благодаря равномерному отбору проб шлама и имеющемуся керну, вскрытые отложения достаточно полно охарактеризованы литологически (изучение пород в шлифах, рентгеноструктурный анализ, органическая геохимия, петрофизическое моделирование каротажа).

Органическими остатками разрез охарактеризован неодинаково. Фораминиферы обнаружены

¹ Здесь и далее указана глубина от устья скважины; превышение устья скважины над уровнем моря (альтитуда) 21.4 м; глубина моря в точке бурения скважины 90.1 м.

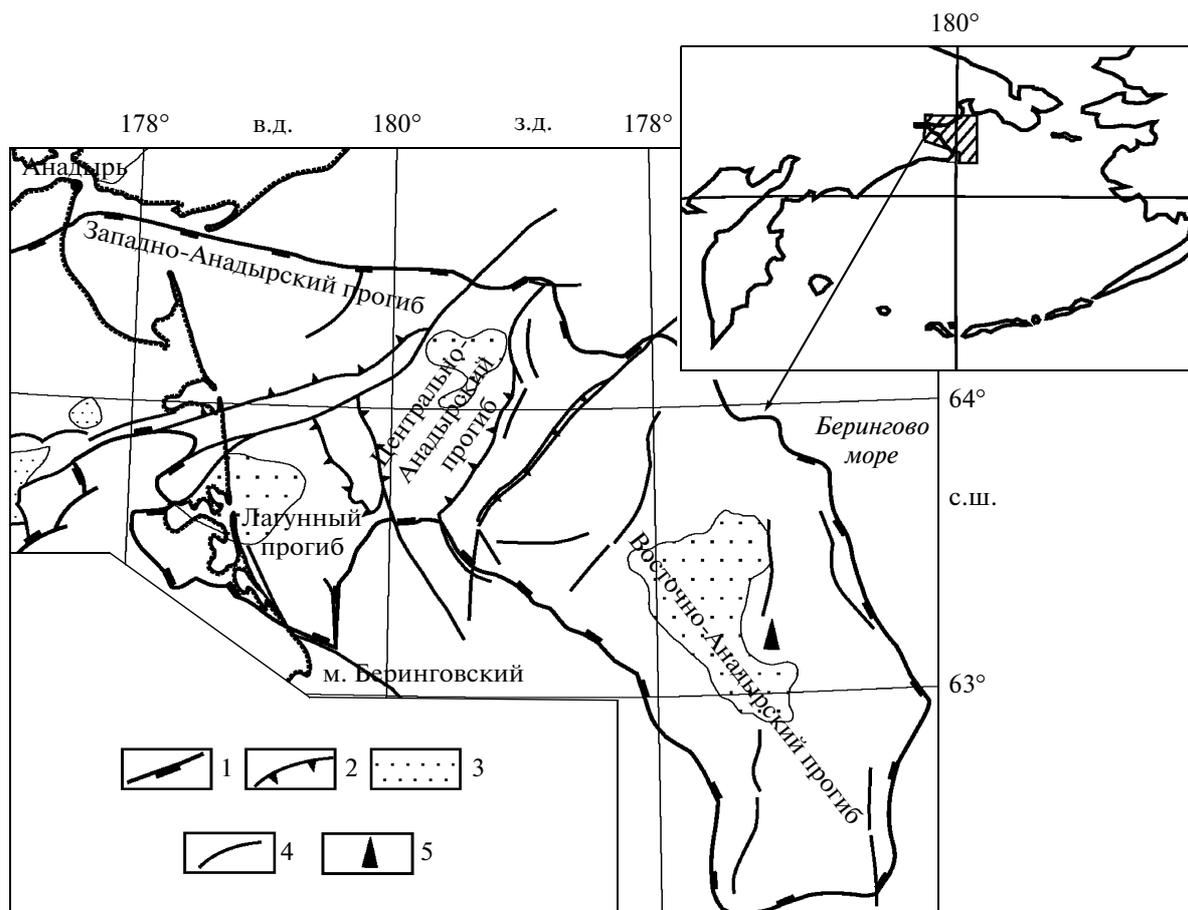


Рис. 1. Географическое положение скважины Центральная-1 и основные структурные элементы района работ.

1 – границы Анадырского бассейна; 2 – границы крупных структурных элементов: поднятий и крупных прогибов (суббассейнов); 3 – участки прогибов с мощностью кайнозойских образований свыше 5 км; 4 – крупнейшие разломы; 5 – скважина Центральная-1.

только в верхней (неогеновой) части разреза до глубины 1270 м. Они представлены бентосными формами. Всего определено 60 видов агглютинирующих и секретирующих фораминифер. На основе последовательной смены комплексов в разрезе установлены 9 слоев с фауной (рис. 3). Критерии выделения слоев следующие: появление в разрезе видов-индексов, количественное преобладание в составе ассоциаций одного вида или доминирование нескольких таксонов более высокого ранга. Наиболее характерные формы фораминифер представлены в таблице.

Диатомеи определены в керне верхней части разреза (интервал 721–735 м). Там же (интервал 721–727 м) встречены моллюски, морские ежи и позвонки рыб. Из 24 наименований моллюсков, большинство из которых определены в открытой номенклатуре, преобладают виды, характерные для верхнего миоцена–плиоцена Тихоокеанской провинции.

Более представительны комплексы спор и пыльцы, обнаружены динофлагеллаты (рис. 4). Последние в заметном количестве присутствуют в верхней части разреза до глубины 1450 м. В более древних породах динофлагеллаты встречаются в отдельных слоях, предположительно фиксируя уровни кратковременных ингрессий. Здесь диноцисты являются важными индикаторами возраста отложений. Споры и пыльца наземных растений встречены по всему разрезу. Установленная последовательность из девяти спорово-пыльцевых комплексов объединена в три надкомплекса, которые отвечают крупным этапам развития палинофлоры (палеогеновому, ранне-среднемиоценовому и средне-позднемиоценовому).

Комплекс каротажа и исследования вещественного состава пород в шламе и керне позволили расчленить отложения, вскрытые скважиной Центральная-1, на толщи и, с учетом палеонтологических данных и опорных сейсмических

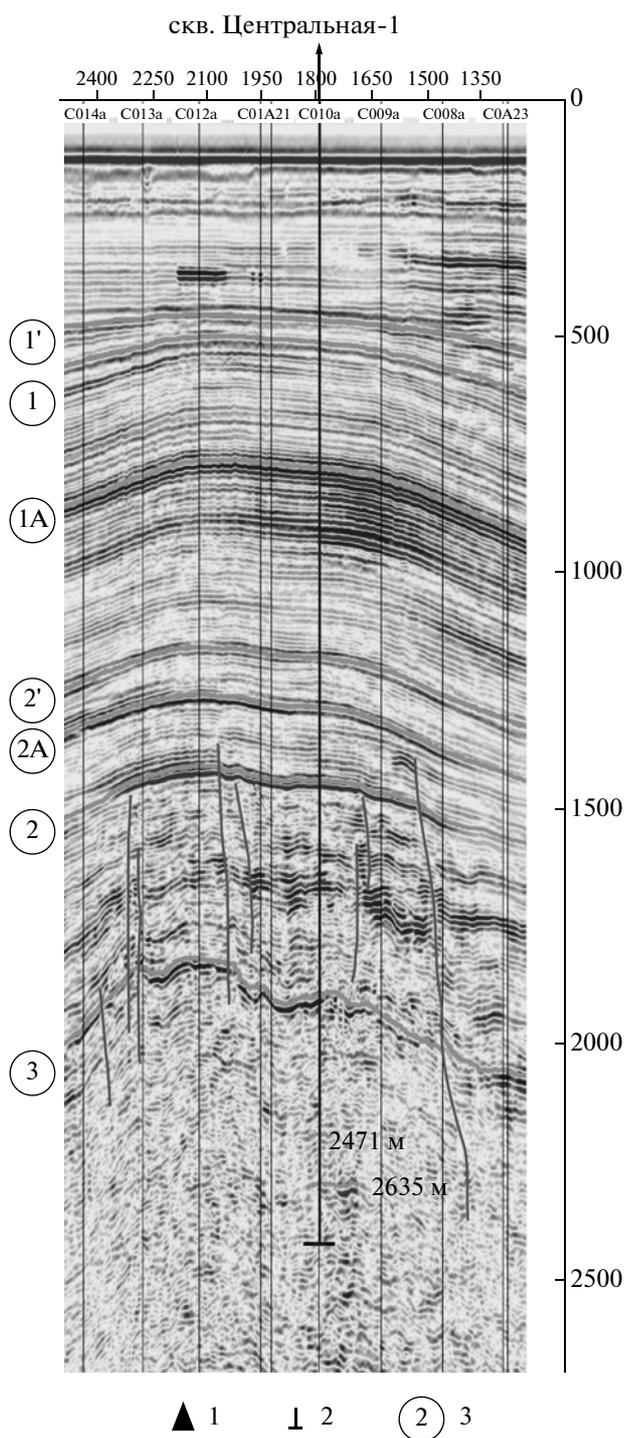


Рис. 2. Положение скважины Центральная-1 на временном сейсмическом разрезе.

1 – положение скважины Центральная-1; 2 – забой скважины Центральная-1 (2785 м); 3 – отражающие горизонты: 1' – в подошве плиоценовых отложений, 1 – в верхнемиоценовых отложениях, 1А – в кровле верхнемиоценовой туфодиамитовой толщи, 2', 2А – соответственно в кровле и подошве среднемиоценовой аргиллито-алевролитовой толщи, 2 – среднемиоценовое несогласие, 3 – мощный пласт угля в нижнемиоценовой средней пачке угленосной толщи.

Цифры на разрезе: 2471 м – подошва угленосной толщи, 2635 м – кровля танюерского горизонта. Вертикальная шкала – двойное время пробега волн (миллисекунды). Горизонтальная шкала: вверху – пикеты демонстрируемого профиля, внизу – номера пересекающих его сейсмических профилей.

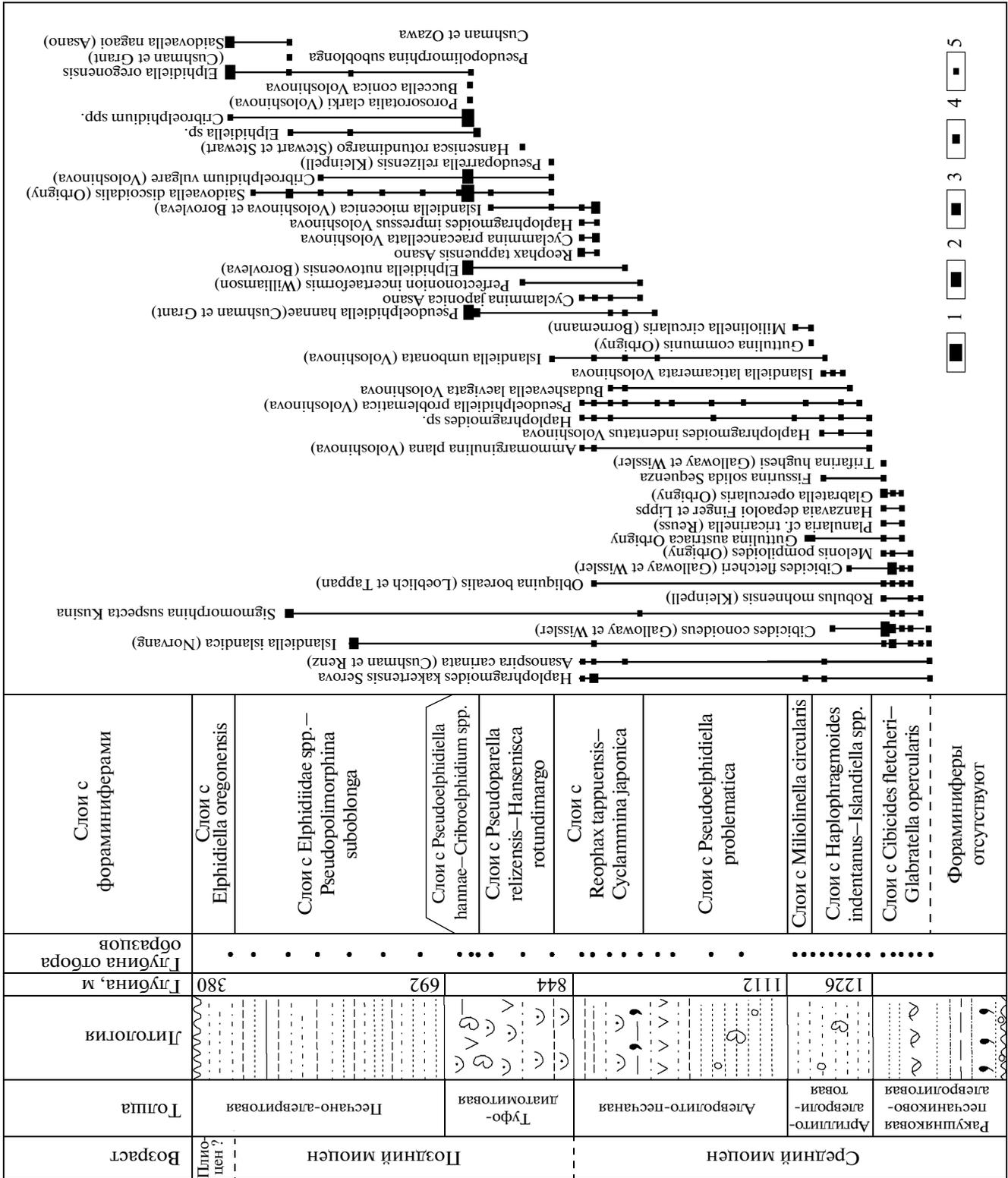


Рис. 3. Расчленение неогеновых отложений скважины Центральная-1 на слои с фораминиферами.

1–5 – степень относительного обилия фораминифер: 1 – обильные (более 50 экземпляров), 2 – многочисленные (25–50 экз.), 3 – частые (11–25 экз.), 4 – обычные (5–10 экз.), 5 – редкие (менее 5 экз.); остальные условные обозначения см. на рис. 5.

Возраст	Толща	Пачка	Границы СПК в м	Спорово-пыльцевые надкомплексы (НКСП), комплексы (СПК) и подкомплексы (ПКСП)		Распространение стратиграфически значимых диноцист													
				Средний миоцен	Поздний миоцен														
Ранний миоцен	Угленосная	3	1400	НКСП с <i>Alnus-Corylus-Quercus-Fagus</i>	СПК с <i>Picea-Corylus</i>	22. <i>Invertocysta lacrymosa</i> (N_1^{2-3})													
			1700				Сокращение разнообразия термофильных элементов	21. <i>Amiculosphaera umbraculum</i> ($N_1^3-N_2^1$)											
			1765						ПКСП с <i>Cerathopteris-Hainania-Liquidambar orientalisformis</i>										
			1935							ПКСП с <i>Plexipollenites propinguis</i>									
			1955								СПК с <i>Tilia amurensis-Ulmus-Parthenocissus</i>								
			2080									СПК единичны или малочисленны							
			2110										II фаза исчезновения эоценовых палинотаксонов						
			2065											I фаза исчезновения эоценовых палинотаксонов					
			Средний-поздний эоцен												Песчаниково-аргиллитовая	1	НКСП с <i>Pistillipollenites mcgregori-Platanus cf. orientalisformis-Myraceae-Monocolporollenites (cf. Sabal-Phoenix)</i>	СПК с <i>Liriodendron</i>	11. <i>Aerosphaeridium diktyoplokum</i> (P_2^{2-3})
Средний-поздний эоцен	Песчаниково-аргиллитовая	1	НКСП с <i>Pistillipollenites mcgregori-Platanus cf. orientalisformis-Myraceae-Monocolporollenites (cf. Sabal-Phoenix)</i>	СПК с <i>Liriodendron</i>	10. <i>Disphaeria</i> sp. ($K_2-P_{1,2,3}$)														
						2420	ПКСП с <i>Liriodendron-Myricaceae</i>												
						2425		СПК с <i>Cercidiphyllites brevicolpatus-Anacolisidites cf. insignis-Azonia recta</i>											
						2470			8. <i>Deflandrea bebisfeldensis</i> ($P_1^2-P_2^2$)										
						Ранний эоцен				Вулканогенно-осадочная	1				НКСП с <i>Pistillipollenites mcgregori-Platanus cf. orientalisformis-Myraceae-Monocolporollenites (cf. Sabal-Phoenix)</i>	СПК с <i>Liriodendron</i>	7. <i>Forma A</i>		
												2490						9. ? <i>Heteraulacacysta</i> sp. (P_{1-2})	
						Палеоцен				Вулканогенно-осадочная	1	НКСП с <i>Pistillipollenites mcgregori-Platanus cf. orientalisformis-Myraceae-Monocolporollenites (cf. Sabal-Phoenix)</i>	СПК с <i>Liriodendron</i>		6. ? <i>Thalassiphora</i> sp.				
														2620		5. <i>Horologinella</i> sp.			
														2630			4. <i>Fromea</i> sp.		
														2670				3. ? <i>Cerodinium</i> sp.	
2675	2. ? <i>Thalassiphora</i> sp.																		
2745		1. <i>Membranosphaera maastrichtica</i>																	
2765			Обедненный СПК с <i>Quercites sparsus-Liniacidites creticus-Trocolporites mutabilis</i>																
2785																			

Рис. 4. Расчленение палеоген-неогеновых отложений скважины Центральная-1 по палинологическим данным. Крестиками показаны границы стратиграфического распространения диноцист; черным кружком отмечен позднемиоценовый климатический оптимум.

Таблица

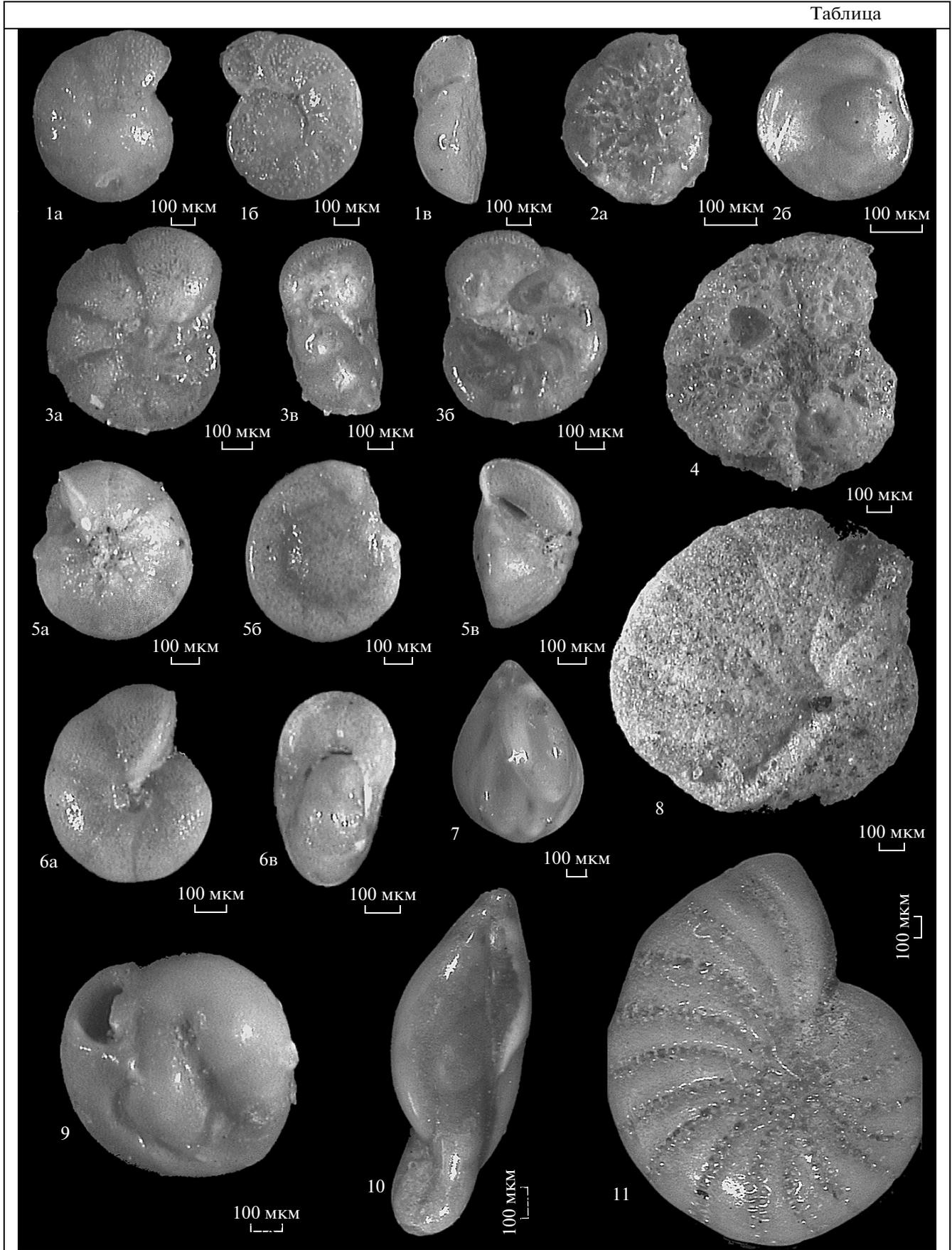


Таблица. Характерные формы фораминифер среднемиоценовых–верхнемиоценовых отложений разреза скважины Центральная-1.

1 – *Cibicides fletcheri* (Galloway et Wissler), гл. 1245 м; 2 – *Glabratella opercularis* (Orbigny), гл. 1245 м; 3 – *Hanzavaia depaoloi* Finger et Lipps, гл. 1235 м; 4 – *Haplophragmoides kakertensis* Serova, гл. 910 м; 5 – *Hansenisca rotundimargo* (Stewart et Stewart), гл. 780 м; 6 – *Melonis soldanii* (Orbigny), инт. 728–727 м; 7 – *Guttulina austriaca* Orbigny, гл. 1150 м; 8 – *Cyclammina praecancellata* Voloshinova, гл. 850 м; 9 – *Miliolinella circularis* (Bornemann), гл. 1150 м; 10 – *Pseudopolimorphina suboblonga* Cushman et Ozawa, гл. 525 м; 11 – *Elphidiella oregonensis* (Cushman et Grant), гл. 525 м.

а – вид со спинной стороны, б – вид с брюшной стороны, в – вид со стороны устья.

горизонтов, сопоставить их со стратиграфическими подразделениями анадырской суши (рис. 5).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Описание разреза

Описание разреза ведется сверху вниз.

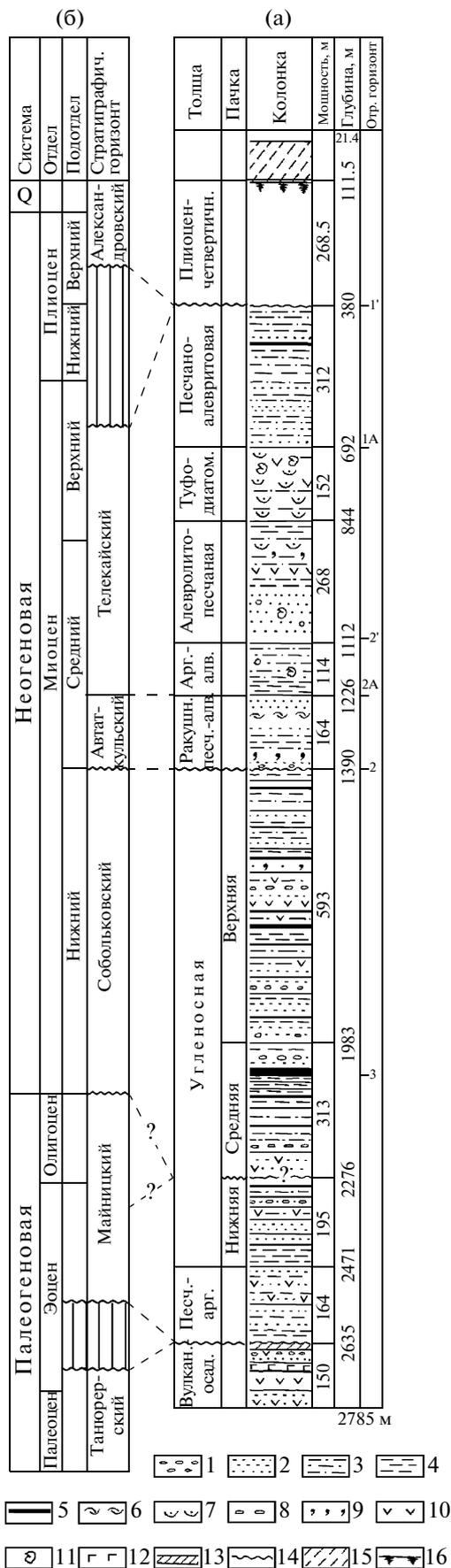
Верхняя часть разреза (111.5–380 м) не охарактеризована ни каротажем, ни каменным материалом. Ее подошва проводится по поверхности несогласия, выраженной на сейсмических разрезах опорным отражением 1' (рис. 2). Судя по сейсмической записи и скоростям волн (менее 1670 м/с), отложения представлены рыхлыми газонасыщенными породами.

Песчано-алевритовая толща (380–692 м) по каротажу и шламу разделяется на две пачки. Верхняя пачка (380–600 м) представлена однообразным тонким переслаиванием алевритов, глин и песков, вверху известковистых с прослоями ракушняков и одиночными углистыми прослоями. Нижняя пачка (600–692 м) сложена ритмичным (5–15 м) чередованием алевритов, глин и песков с прослоями плотных высокоскоростных пластов. Последние, отличающиеся также высокими сопротивлениями и гамма-активностью, представ-

Рис. 5. Сопоставление разреза скважины Центральная-1 (а) с региональными стратонами анадырской суши (б).

1–12 – литологический состав: 1 – конгломерат, гравелит; 2 – песок, песчаник; 3 – алеврит, алевролит; 4 – глина, аргиллит; 5 – уголь; 6 – ракушняк; 7 – диатомит; 8 – включения гальки; 9 – глауконит; 10 – пирокластический материал; 11 – морские моллюски; 12 – андезитобазальты; 13 – кора выветривания; 14 – перерыв; 15 – водный слой; 16 – дно моря.

Сокращения: стратиграфич. – стратиграфический; отр. – отражающий; туфодиатом. – туфодиатомитовая; арг.-алв. – аргиллитово-алевролитовая; ракушн. песч.-алв. – ракушняковая песчаниково-алевролитовая; песч.-арг. – песчаниково-аргиллитовая; вулкан.-осад. – вулканогенно-осадочная.



лены, вероятно, пирокластическими породами. Мощность толщи 312 м.

Верхнюю часть песчано-алевроитовой толщи (выше 445 м) по результатам анализа фораминифер (слои с *Elphidiella oregonensis*) можно отнести к самому позднему миоцену или к плиоцену, остальная (большая) ее часть датируется поздним миоценом (слои с *Elphidiidae* spp.—*Pseudopolymorphina suboblonga*). Аналогичный возраст толщи (поздний миоцен, в самых верхах — возможно, плиоцен) устанавливается и по динофлагеллатам.

Туфодиазомитовая толща (692–844 м) имеет отчетливую верхнюю (сейсмический горизонт 1А) и постепенную нижнюю границы. Она представлена сравнительно трудно различимыми в шламе туфодиазомитами, алевролитами и глинами. В керне (интервал 727–736 м) это в основном туфодиазомиты с единичными прослоями алевролитов, в которых отмечено много ядер и отпечатков пеллеципод и гастропод. Количество остатков диатомей в породах достигает 80%. Мощность толщи 152 м.

Комплекс моллюсков в керне по составу сходен с сообществами, известными из верхнемиоценовых—плиоценовых отложений севера Тихоокеанской провинции: *Nucula* cf. *psjakauphensis* (Khomenko), *Nuculana* cf. *majamraphensis* (Khomenko), *N. ex gr. schmidti* L. Krishtofovich, *N. ex gr. praerobai sachalinensis* L. Krishtofovich, *Yoldia ex gr. vengeriana* Lautenschlager, *Cyclocardia ex gr. pilvoensis* (Khomenko), *Clinocardium ex gr. ermanensis* Sinelnikova, *Turritella cf. fortilirata emmentensis* Ilyina, *T. cf. tighilana* Ilyina, *Nassarius ex gr. simizui* Otaka (Решения..., 1998).

В верхней части толщи комплекс фораминифер (слои с *Pseudoelphidiella hannai*—*Criboelphidium* spp.) в керне (интервал 726–735 м) представлен множеством экземпляров *Pseudoelphidiella hannae* (Cushman et Grant), *Saidovaella discoidalis* (Orbigny), *Criboelphidium vulgare* (Voloshinova), *Elphidiella nutovoensis* (Borovleva), единичными *Porosotalia clarki* (Voloshinova), *Buccella conica* Voloshinova, *B. citronea* Leonenko, *Elphidiella oregonensis* (Cushman et Grant). Нижняя часть толщи характеризуется обедненным комплексом фораминифер (слои с *Pseudoparella relizensis*—*Hansenisca rotundimargo*).

В интервале 721–735 м найдены остатки морских диатомей. В составе обнаруженного диатомового комплекса доминируют *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve, *Odontella aurita* (Lyngbye) Agardh и *Ikebea tenuis* (Brun) Akiba. К субдоминирующим и характерным видам ассоциации относятся *Actinoptychus senarius* (Ehrenberg) Ehrenberg, *Coscinodiscus marginatus* Ehrenberg, *Actinocyclus octonarius* Ehrenberg, *Stellarima microtrias* (Ehrenberg) Hasle et Sims, *Pyxidicula zabelinae* (Jousé) Makarova et Moiseeva, *Hyalopyxis concava* (Sheshukova)

Makarova, *Cosmidiscus insignis* Jousé, *C. intersectus* (Brun) Jousé, *Thalassiosira manifesta* Sheshukova, *Stephanorhysis* spp. Присутствие *Pyxidicula zabelinae* указывает на то, что возраст вмещающих отложений не древнее 8 млн. лет. Уровень появления этого вида в Северной Пацифике приурочен к позднему миоцену (около 7.9 млн. лет назад) (Barron, Gladenkov, 1995; Yanagisawa, Akiba, 1998). С другой стороны, находки *Ikebea tenuis* могут свидетельствовать о том, что верхний возрастной предел толщи — конец позднего миоцена, так как уровень исчезновения данного вида в северной части Тихого океана фиксируется в интервале 5.7–5.5 млн. лет назад (Barron, Gladenkov, 1995; Yanagisawa, Akiba, 1998). Наряду с отсутствием в изученном диатомовом комплексе форм, появляющихся в конце позднего миоцена и начале плиоцена (в пределах подзон “b” и “c” северо-тихоокеанской зоны по диатомеям *Neodenticula kamtschatica*, по (Barron, Gladenkov, 1995)), это позволяет датировать вмещающие отложения поздним миоценом в пределах 7.9–5.5 млн. лет назад.

Алевролитно-песчаная толща (844–1112 м) сложена в нижней части (1010–1112 м) рыхлыми песчаниками с обилием гальки, крупного растительного детрита и раковин моллюсков; в верхней части (844–1010 м) алевролитами, глинами и диатомитами с включением глауконита и глинисто-карбонатных конкреций. Мощность толщи 268 м.

Верхняя часть разреза содержит комплекс сравнительно глубоководных фораминифер, включающий агглютинированный и секреторный бентос (слои с *Reophax tappuensis*—*Ciclammina japonica*). Помимо видов-индексов, в комплексе присутствуют *Haplophragmoides kakertensis* Serova, *H. impressus* Voloshinova, *Asanospira carinata* (Cushman et Renz), *Budashevaella laevigata* Voloshinova, *Ammomarginulina plana* Voloshinova, *A. rugosa* Voloshinova, *Cyclammina praecancellata* Voloshinova, *Lagena laevis* Montagu, *Melonis pacificus* (Cushman), *Islandiella miocenica* (Voloshinova et Borovleva), *I. umbonata* (Voloshinova), *I. islandica* (Norvang), *Pseudoelphidiella polematica* (Voloshinova). Все виды указанного комплекса распространены в средне-верхнемиоценовых отложениях Дальнего Востока (Волошинова и др., 1970; Преображенская, 1978; Серова, 1978; Жидкова и др., 1981; Агапитов, 1991; Волобуева и др., 1992; Агапитов, Митрофанова, 1999; Гладенков и др., 1999; Фрегатова, Дмитриева, 2002; Дмитриева, 2007).

Характерной особенностью верхней части разреза толщи является увеличение разнообразия спор и пыльцы термофильных и вечнозеленых растений (*Myrica*, *Engelhardtia*, *Moraceae* и др.). Наибольшее содержание пыльцы широколиственных пород приходится на глубины 875–960 м,

что позволяет соотносить формирование вмещающих отложений с периодом позднемиоценового климатического оптимума.

Аргиллитово-алевролитовая толща (1112–1226 м) имеет отчетливые нижнюю и верхнюю границы, выраженные на сейсмических разрезах опорными отражениями 2' и 2А. Толща объединяет регрессивную последовательность, начинающуюся с конденсированного пласта уровня максимального затопления и венчающуюся регрессивными песчаниками и алевролитами.

Судя по составу шлама, конденсированный пласт представлен сиренево-серыми известковистыми алевролитами и крепкими аргиллитами темно-серыми, почти черными, тонкослоистыми, плитчатыми, возможно кремнистыми. По данным ВСП он обладает повышенной акустической жесткостью и имеет мощность 16 м (1210–1226 м). Центральная часть аргиллитово-алевролитовой толщи мощностью около 70 м сложена глинами, аргиллитами и алевролитами с гравием и обломками раковин. Венчают разрез крупномелкозернистые рыхлые песчаники и алевролиты (1112–1143 м) с гравием, обломками раковин и обугленной древесины. Общая мощность аргиллитово-алевролитовой толщи 114 м.

Микрофаунистические комплексы из рассматриваемой толщи менее разнообразны, чем в вышележащих отложениях. Они хорошо подчеркивают регрессивное строение отложений; в кровельных песчаниках (слои с *Miliolnella circularis*) встречены формы, характерные для опресненных водоемов.

Ракушняковая песчаниково-алевролитовая толща (1226–1390 м). Верхняя и нижняя границы толщи отвечают опорным сейсмическим отражениям 2А и 2 соответственно. Подошва толщи проводится по поверхности среднемиоценового структурного несогласия – важного стратиграфического репера в данном регионе.

В нижней части толщи (1350–1390 м) выделяется существенно песчаниковая пачка, базальный слой которой представлен рыхлыми мелкозернистыми песчаниками с глауконитом мощностью около 10 м. Выше залегают рыхлые песчаники, алевролиты с гравием и раковинным детритом. Мощность пачки 40–50 м. В центральной части толщи (1260–1350 м) преобладают алевролиты, глины и ракушняки, в верхней (1360–1226 м) – алевролиты, рыхлые мелкозернистые песчаники и ракушняки. Общая мощность ракушняковой песчаниково-алевролитовой толщи составляет 164 м.

В верхней половине данной толщи (1226–1275 м) обнаружен обильный и разнообразный комплекс фораминифер (слои с *Cibicides fletcheri*–*Glabratella opercularis*). Для самой нижней части слоев характерны *Naplophragmoides kakerten-*

sis *Serova*, *Asanospira carinata* (Cushman et Renz). Выше в разрезе появляется большее количество представителей рода *Cibicides*: *C. fletcheri* (Galloway et Wissler), *C. conoideus* (Galloway et Wissler) и *Cibicides* sp., встречены здесь также *Islandiella islandica* (Norvang), *Glabratella opercularis* (Orbigny) и *Hanzavaia depaploi* Finger et Lipps. Виды комплекса отмечены в средне-верхнемиоценовых отложениях севера Тихоокеанской провинции (Серова, 1978; Finger, 1990, 1992; Narayan et al., 2005).

Такой же возраст определяется и по динофлагеллатам (глубины 1260, 1330 м), где найдена форма *Impagidinium aqueductum* (Piasecki) Lentin et Williams (Matsuoka, Bujak, 1988).

Угленосная толща (1390–2471 м) занимает более трети объема вскрытых отложений. Она разделяется на три пачки, различающиеся в основном характером цикличности. В верхней (1390–1983 м) и нижней (2276–2471 м) пачках циклы мелкие (до 50 м), в средней (1983–2276 м) – крупные (60–130 м). В основании циклов залегают разнозернистые песчаники и гравелиты, в кровле – аргиллиты, углистые аргиллиты и бурые угли; встречены прослойки туфов и туфогенных пород.

В угленосной толще установлено 47 пластов угля, 27 из которых залегают в верхней пачке. Преобладают маломощные угольные пласты; в верхней и нижней пачках встречены два трехметровых, пятиметровый и восьмиметровый (1730 м) пласты. Самый мощный (20 м) угольный пласт залегают в средней пачке на глубине 2050 м (сейсмический горизонт 3).

По своему составу обособляется нижняя пачка, имеющая достаточно отчетливые границы. Ее мощность 195 м. Пачка сложена в основном тонкообломочными породами: аргиллитами, глинами с прослоями углей и углистых аргиллитов; пласты песчаников и особенно гравелитов имеют резко подчиненное развитие.

Общая мощность угленосной толщи 1081 м.

В угленосной толще отмечено семь уровней остатков морских водорослей (рис. 4). В нижней пачке найдены динофлагеллаты *Thalassiphora delicata* Williams et Downie sensu Manum (поздний палеоцен–эоцен), *Corrudinium incompositum* (Drugg) Stover et Evitt (средний эоцен–нижний олигоцен). Присутствие вида *Aerosphaeridium diktyoplokum* Alb. сужает возрастной диапазон этой толщи до позднего эоцена (Matsuoka, Bujak, 1988).

Нижняя пачка угленосной толщи отражает крупный этап существования теплолюбивых палинофлор, свойственных эоцену северо-восточных регионов России (Болотникова, 1979; Федорова, 1981; Брутман, 1986; Братцева, Зырянов, 1991). На глубине 2385 м отмечено последнее появление пыльцы *Pistillipollentis mcgregori* Rouse – вида, неизвестного в отложениях моложе эоцена.

Плохо охарактеризована органическими остатками нижняя часть средней пачки, но в ее верхах, примерно с глубины 2080 м, появляются новые таксоны умеренно теплолюбивой флоры миоцена (*Tilia*, *Amurensis*, *Ulmus*, *Parthenocissus*). К миоцену же относится и спорово-пыльцевой комплекс верхней пачки.

Песчаниково-аргиллитовая толща (2471–2635 м) хорошо выделяется в разрезе как по составу, так и по каротажной характеристике. Верхняя и нижняя границы толщи отчетливы, нижняя связана с поверхностью структурного несогласия.

Толща состоит из пяти регрессивных циклов примерно равной мощности (25–40 м). Более мощные нижние части циклов сложены в основном темно-серыми известковистыми аргиллитами, участками тонкослоистыми (“книжными”), верхние части циклов представлены песчаниками и алевролитами мощностью до 10 м. Песчаники, судя по шламу, в основном рыхлые, но часто крепкие известковистые, мелко- и среднезернистые, с включениями гравия и углефицированной древесины. Анализ распределения угольного шлама позволяет предполагать, что регрессивные алевролиты-песчаниковые звенья циклов содержат либо крупные обломки, либо тонкие прослойки угля. Существование угольных слоев с большей вероятностью устанавливается для двух нижних циклов, где в шламе угольная крошка (иногда с янтарем) составляет 5–10% пробы. Преобладающие в толще аргиллиты состоят преимущественно из каолинита, гидрослюда и хлорита, чем резко отличаются от вышележащей нижней пачки угленосной толщи, где в составе глинистой фракции преобладает монтмориллонит. Общая мощность песчаниково-аргиллитовой толщи 164 м.

Рассматриваемая толща выделяется по комплексу спор и пыльцы с *Liriodendron*–*Liliacidites*–*Gothanipollis*–*Trudopolis pompeckii*, характеризующему самое большое разнообразие в развитии эоценовой палинофлоры в разрезе скважины. Примерно в средней части толщи (2540 м) обнаружены динофлагеллаты *Deflandrea oebisfeldensis* Alb., *Heteraulacacysta* sp., *Disphaeria* sp. (палеоцен–эоцен).

Вулканогенно-осадочная толща (2635–2785 м) залегает под поверхностью структурного несогласия, установленного пластовым микроимиджем по резкому изменению элементов залегания слоев смежных толщ. Ее кровля представлена каолинитовой корой выветривания мощностью первые метры. В разрезе толщи преобладают туфы и туффиты андезитобазальтов от мелко- до грубозернистых; присутствуют вулканомиктовые гравелиты, прослойки алевролитов, глин, тонкие слои и линзы углистых аргиллитов и углей. Наибольшая угленасыщенность с мощностью пластов до 2 м установлена на глубине 2698–2704 м. В

интервале 2682–2690 м скважина пересекла андезитобазальты. Вскрытый разрез составляет 150 м.

В нижней части вулканогенно-осадочной толщи (2785–2765 м) выделен обедненный спорово-пыльцевой комплекс, виды-индексы из которого наиболее характерны для палеоценовых отложений, а иногда характеризуют и маастрихт-датские палинофлоры. Верхняя же часть (2745–2635 м) охарактеризована значительно полнее. Здесь появляются динофлагеллаты (два уровня). К первому уровню (2745 м) с *Thalassphora* sp. приурочена существенная перестройка в составе палинофлоры и появление 18 новых палинотаксонов среди покрытосеменных растений. Этот уровень четко фиксируется практически по всем группам микрофитофоссилий. Здесь впервые появляется пыльца *Pistillipollentis mcgregori* Rouse, характерного для эоцена многих регионов мира. Несколько выше средней части вскрытого разреза выделен спорово-пыльцевой комплекс с *Cercidiphyllites*–*Azonia recta*, а в верхней части (выше второго уровня динофлагеллат) – комплекс с *Liriodendron*. Первый комплекс имеет переходный состав от маастрихта–палеоцена к эоцену. Определенный здесь *Anacolosidites* выбран Н.Я. Брутман (1986) как вид-индекс для палинозоны в палеоцене Сахалина. Второй комплекс является руководящим для эоцена (Болотникова, 1979).

Возраст отложений скважины Центральная-1 и их корреляция со стратонами суши

В разрезе скважины намечено несколько биостратиграфических реперов, которые позволяют определить возраст отложений.

По органическим остаткам возраст верхней части разреза, примерно до глубины 700 м, определяется в диапазоне позднего миоцена–раннего плиоцена, а отложения интервала 721–1000 м датируются поздним миоценом. Здесь (721–735 м) обнаружен комплекс диатомей, датируемый 5.5–5.7 млн. лет. Несколько ниже (875–960 м) выделяется спорово-пыльцевой комплекс термофильных вечнозеленых растений, что позволяет отнести формирование отложений ко второму миоценовому климатическому оптимуму – началу позднего миоцена (Решения..., 1998).

Примерно с глубины 1000 м и до кровли угленосной толщи (1390 м) фораминиферы и палинологические данные позволяют датировать отложения средним–поздним миоценом.

Достаточно спорным является возраст отложений верхней половины угленосной толщи. Примерно до глубины 2080 м отложения содержат споры умеренно теплолюбивой флоры, характерной для миоцена, а глубже 2385 м устанавливается появление пыльцы растений не моложе эоцена. По имеющимся данным в разрезе отсутствуют

микрофитофоссилии холодного климата, свойственные олигоценовым осадкам.

Самое большое разнообразие эоценовых палинофлор характерно для песчаниково-аргиллитовой толщи (2471–2635 м), в ее средней части обнаружены палеоцен-эоценовые динофлагеллаты. Вскрытая на забое вулканогенно-осадочная толща по остаткам спор и пыльцы и динофлагеллатам датируется палеоценом—эоценом. Граница палеоценовых и эоценовых отложений предполагается примерно на глубине 2745 м, где наблюдается существенная перестройка в составе палинофлор.

Несмотря на достаточно представительный палеонтологический материал, возраст некоторых частей разреза и особенно корреляция выделенных пачек с региональными стратонами суши остаются недостаточно обоснованными. Важную роль при стратиграфической корреляции разрезов моря и суши и соответственно в уточнении возраста толщ играют сейсмические данные. На анадырском шельфе откартированы опорные отражающие горизонты, которые привязаны к разрезу скважины Центральная-1 и хорошо сопоставляются с сейсмическими горизонтами суши. Отметим главные сейсмостратиграфические и литологические реперы разреза.

- Структурное несогласие (сейсмическое отражение 1') в верхах вскрытого разреза (в скважине глубина 380 м), уверенно трассируемое сейсморазведкой, на суше является основанием александровского стратиграфического горизонта (верхний плиоцен—квартер) (Агапитов, 1991; Решения..., 1998). Так как на акватории масштабы размыва уменьшаются, верхняя часть разреза скважины (111.5–380 м) отнесена к плиоцену—квартеру, а нижележащая песчано-алевритовая толща, с учетом палеонтологических данных, — к верхнему миоцену—нижнему плиоцену (?).

- Уровень максимального миоценового затопления территории (отражение 2А, в скважине глубина 1226 м) сравнивается с основанием среднемиоценовой елисеевской свиты (нижняя часть телекайского стратиграфического горизонта) (Агапитов, 1991; Бурлин и др., 2008).

- Главный сейсмостратиграфический репер региона (отражение 2, в скважине глубина 1390 м) соответствует хорошо картируемой поверхности среднемиоценового несогласия. На суше он отвечает основанию автаткульского стратиграфического горизонта.

- Континентальные угленосные образования, подстилающие автаткульский горизонт, по составу и положению в разрезе сопоставляются с верхней (гагаринской) свитой собольковского стратиграфического горизонта.

- Песчаниково-аргиллитовая толща (2471–2635 м), соответствующая палеогеновой транс-

грессии, сопоставляется с эоценовой нижнемайницкой подсвитой суши.

- Вулканогенно-осадочная толща, вскрытая в призабойной зоне, по вещественному составу, присутствию коры выветривания, несогласной верхней границе аналогична образованиям палеоцен-нижнеэоценового танюерского стратиграфического горизонта.

Таким образом, палеонтологические, сейсмостратиграфические и литологические данные позволяют провести стратиграфическое сопоставление вышеописанных толщ разреза скважины Центральная-1 со стратонами суши и определить их возраст (рис. 5). Менее определенным остается возраст пограничных слоев нижней и средней пачек угленосной толщи (2080–2385 м). По палеонтологическим данным нижняя и средняя пачки отнесены соответственно к эоцен-олигоценовому майницкому и нижнемиоценовому собольковскому стратиграфическим горизонтам. Отложения содержат споры и пыльцу теплолюбивых растений, в них не встречены микрофитофоссилии холодного климата, свойственные олигоценовым осадкам. Это дает основание предполагать отсутствие во вскрытом разрезе верхней (олигоценовой) части майницкого горизонта, что может быть объяснено размывом отложений на рубеже палеогена и неогена. Такой размыв широко развит на суше Анадырского бассейна (Агапитов, 1991; Решения..., 1998).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сопоставление кайнозойского разреза скважины Центральная-1 со стратонами суши (рис. 5) позволяет говорить о сохранении общих черт строения кайнозойского чехла в пределах всего Анадырского бассейна при существенной фациальной изменчивости толщ. Данные по акватории подтвердили расчленение кайнозойских образований поверхностями несогласий на четыре структурно-стратиграфических комплекса: палеоцен-эоценовый танюерский, эоцен-нижнемиоценовый майницко-собольковский, среднемиоценовый—нижнеплиоценовый (?) автаткульско-телекайский и плиоцен-четвертичный. По сравнению с полными разрезами суши, где майницкий и собольковский стратиграфические горизонты представлены морскими образованиями, в скважине Центральная-1 практически весь разрез палеогена—нижнего миоцена содержит угольные пласты. Это роднит его с разрезами суши северной периферии бассейна (район Анадырского бурогольного месторождения). Напротив, на уровне верхнемиоценовой части телекайского стратиграфического горизонта в акватории происходит переход угленосных толщ (тымнинская толща, озернинская, эчинская свиты) в морские образования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агапитов Д.И.* Новые данные о стратиграфии палеогеновых и неогеновых отложений Анадырской впадины // Геология и стратиграфия кайнозойских отложений Северо-Западной Пацифики. Владивосток: ДВО АН СССР, 1991. С. 70–95.
- Агапитов Д.И., Митрофанова Л.И.* Стратиграфия неогеновых отложений Хатырской впадины (Чукотка) // Тихоокеанская геология. 1999. Т. 18. № 2. С. 123–133.
- Болотникова М.Д.* Спорово-пыльцевые комплексы третичных отложений западного побережья Японского моря. М.: Наука, 1979. 195 с.
- Братцева Г.М., Зырянов Е.В.* Палинология // Эоцен Западной Камчатки. М.: Наука, 1991. С. 63–69.
- Брутман Н.Я.* Палиностратиграфия палеоген-неогеновых отложений Сахалинской нефтегазоносной области. Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. Ленинград, 1986. 25 с.
- Бурлин Ю.К., Корнюшина Е.Е., Свистунов Е.П., Донцов В.В.* Состав и условия образования кайнозойских нефтегазоносных отложений Анадырского бассейна // Вестник МГУ. Сер. 4. Геология. 2008. № 1. С. 50–58.
- Волубева В.И., Белая Б.В., Долматова Л.М. и др.* Опорный разрез морского неогена Северо-Востока Азии на острове Карагинском. Ч. I. Стратиграфия. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1992. 109 с.
- Волошинова Н.А., Кузнецова В.Н., Леоненко Л.С.* Фораминиферы неогеновых отложений Сахалина. Л.: Недра, 1970. 304 с.
- Гладенков Ю.Б., Сальников Б.А., Баринев К.Б. и др.* Экосистемы кайнозоя Охотоморского региона. Опорный разрез палеогена и неогена Северного Сахалина (п-ов Шмидта): стратиграфия, палеогеография и геологические события. М.: ГЕОС, 1999. 132 с.
- Дмитриева Т.В.* Зональная шкала по бентосным фораминиферам продуктивных отложений палеогена и неогена Охотской нефтегазоносной провинции // Стратиграфия и ее роль в развитии нефтегазового комплекса России. СПб.: ВНИГРИ, 2007. С. 376–395.
- Жидкова Л.С., Архипова А.Д., Брутман Н.Я. и др.* Биостратиграфическое расчленение верхнепалеогеновых и неогеновых отложений Шмидтовского разреза (о-в Сахалин) // Кайнозой Дальнего Востока СССР. Л.: ВНИГРИ, 1981. С. 22–34.
- Преображенская Т.В.* Фораминиферы и стратиграфия палеогеновых и неогеновых отложений Нижне-Анадырской впадины. Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. Свердловск, 1978. 18 с.
- Решения Рабочих Межведомственных региональных стратиграфических совещаний по палеогену и неогену восточных районов России – Камчатки, Корякского нагорья, Сахалина и Курильских островов. Объяснительная записка к стратиграфическим схемам. М.: ГЕОС, 1998. 147 с.
- Серова М.Я.* Стратиграфия и фораминиферы неогена Камчатки. М.: Наука, 1978. 176 с.
- Федорова В.А.* Палинологическая характеристика палеогеновых отложений Западной Камчатки (разрезы по рр. Снатол, Морошечная) // Кайнозой Дальнего Востока СССР. Л.: ВНИГРИ, 1981. С. 46–54.
- Фрегатова Н.А., Дмитриева Т.В.* Биостратиграфия олигоцен-миоценовых отложений Ичинского района Западной Камчатки по фораминиферам // Тезисы докладов XLVIII сессии Палеонтологического общества при РАН. СПб., 2002. С. 147–148.
- Barron J.A., Gladenkov A.Y.* Early Miocene to Pleistocene diatom stratigraphy of Leg 145 // Proc. ODP, Sci. Results. Eds. Rea D.K., Basov I.A., Scholl D.W., Allan J.F. College Station, TX (Ocean Drilling Program). 1995. V. 145. P. 3–19.
- Finger K.L.* Atlas of California Neogene Foraminifera // Cushman Foundation for Foraminiferal Research. 1990. Spec. Publ. № 28. 271 p.
- Finger K.L.* Atlas of Miocene Foraminifera from the Monterey and Modelo Formations, Central and Southern California // Cushman Foundation for Foraminiferal Research. 1992. Spec. Publ. № 29. 179 p.
- Matsuoka K., Bujak J.P.* Cenozoic dinoflagellate cysts from the Navarin Basin, Norton Sound and St. George Basin, Bering Sea // Bull. of the Faculty of Liberal Arts, Nagasaki University, Natural Science. 1988. V. 29. № 1. P. 1–147.
- Narayan Y.R., Barnes R.C., Johns M.J.* Taxonomy and biostratigraphy of Cenozoic foraminifers from Shell Canada wells, Tofino Basin, offshore Vancouver Island, British Columbia // Micropaleontology. 2005. V. 51. № 2. P. 101–168.
- Yanagisawa Y., Akiba F.* Refined Neogene diatom biostratigraphy for the northwest Pacific around Japan, with an introduction of code numbers for selected diatom biohorizons // J. Geol. Soc. Japan. 1998. V. 104. № 6. P. 395–414.

Рецензенты Ю.Б. Гладенков, Т.В. Орешкина