

УДК 551.35:551.77(265.51)

Маргулис Е.А.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт» (ФГУП «ВНИГРИ»), Санкт-Петербург, Россия, ins@vnigri.ru

ЛИТОЛОГИЯ КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ РОССИЙСКОГО ШЕЛЬФА БЕРИНГОВА МОРЯ (СКВАЖИНА ЦЕНТРАЛЬНАЯ-1)

Описана литология кайнозойских отложений (российского шельфа), вскрытых в Анадырском заливе Берингова моря скв. Центральная-1. Охарактеризованы строение, вещественный состав, условия осадконакопления. Описанные отложения сопоставлены с другими изученными бурением кайнозойскими отложениями Берингоморского региона.

Ключевые слова: литология, стратиграфия, условия осадконакопления, кайнозойские отложения, Берингово море, российский шельф.

Скв. Центральная-1 – первая и единственная скважина, пробуренная в российском секторе Берингова моря, в акватории Анадырского бассейна (рис. 1). Анадырский бассейн шириной около 150 км простирается в субширотном направлении на 750 км от Чукотского полуострова на шельф Берингова моря. Его площадь около 55 тыс. км², в том числе акваториальная – 35 тыс. км². Наземная часть бассейна достаточно хорошо изучена (13 000 профилей МОГТ, 68 глубоких скважин).

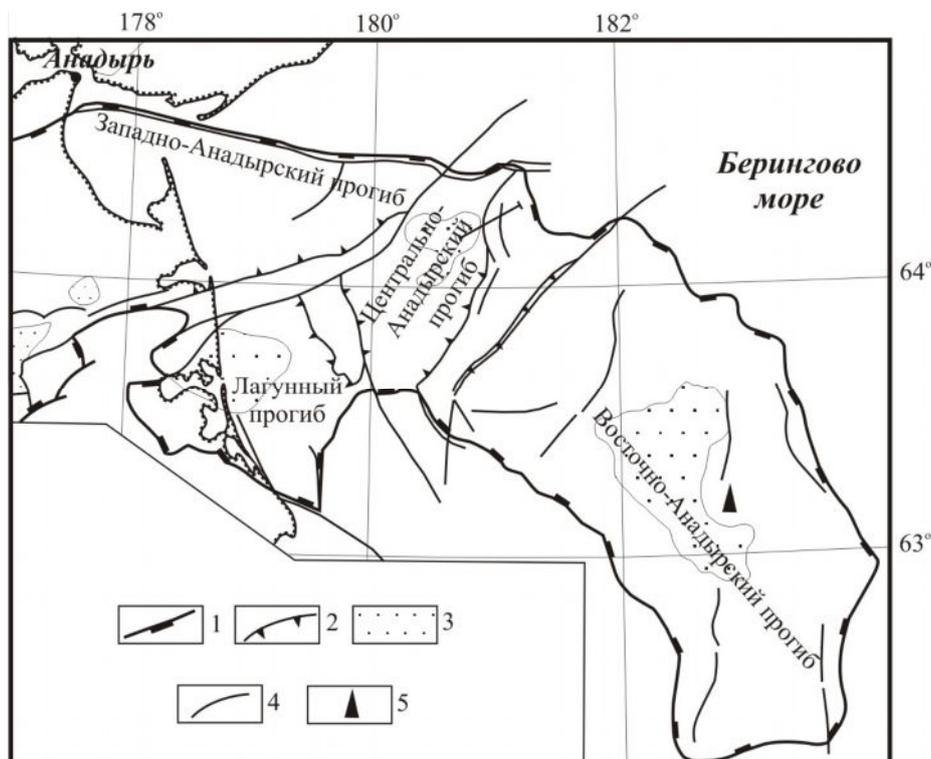


Рис. 1. Положение скв. Центральная-1

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.

Акватория Анадырского бассейна покрыта сетью комплексных геофизических и сейсмических профилей (более 25 000 пог.км), в её восточной части пробурена нефтепоисковая скважина Центральная-1. Строение и состав вскрытого скв. Центральная-1 разреза имеют важное значение не только для выяснения вещественного выполнения и нефтегазоносности Анадырского бассейна, но и для характеристики осадочного чехла всего шельфа Берингова моря.

Строение разреза

Вскрытый разрез (рис. 2) расчленен на несколько толщ, различающихся составом и условиями осадконакопления.

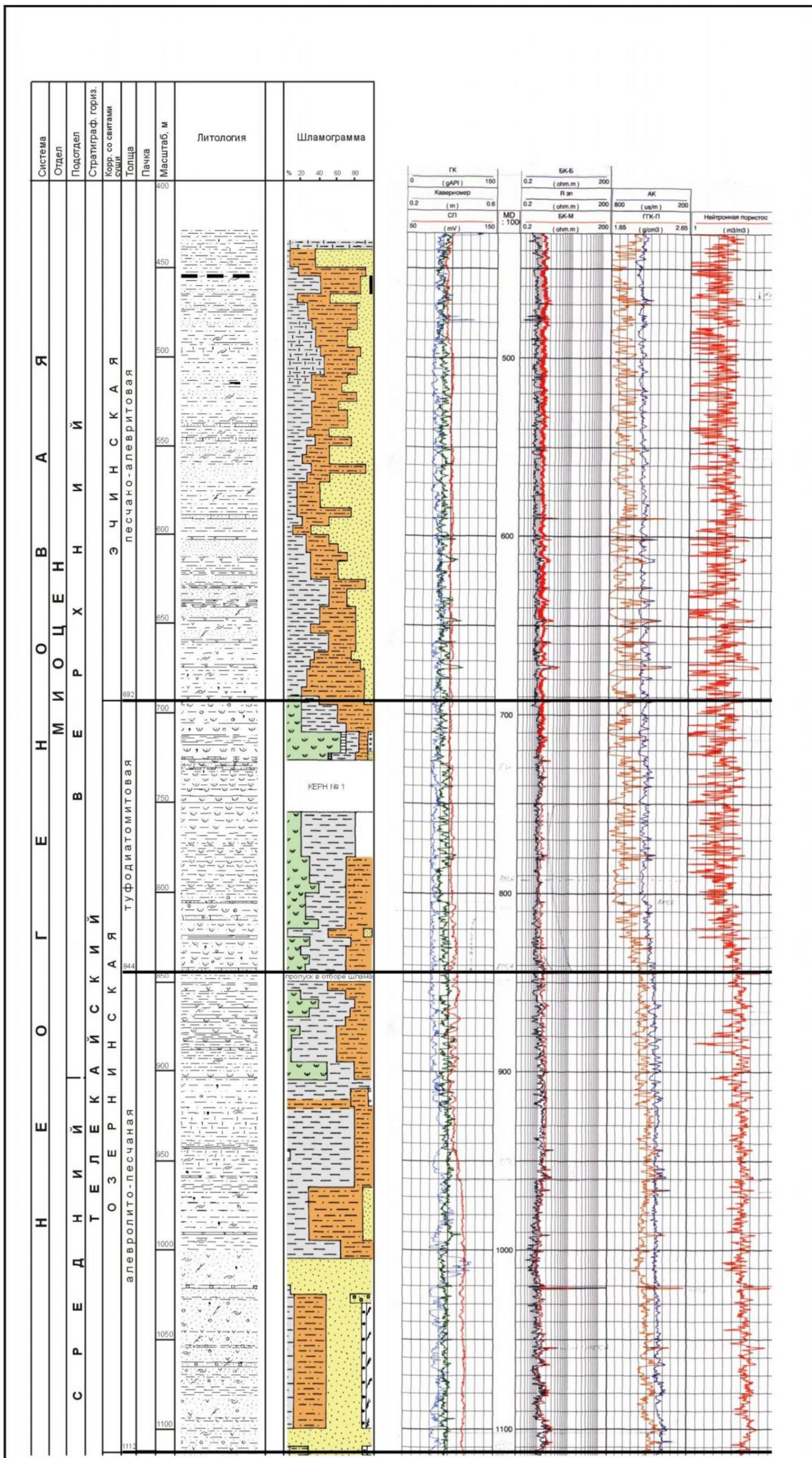
Скв. Центральная-1 прошла по кайнозойским отложениям 2785,0 м и остановлена в верхней части палеоцен-эоценового танюерского горизонта [Маргулис и др., 2001].

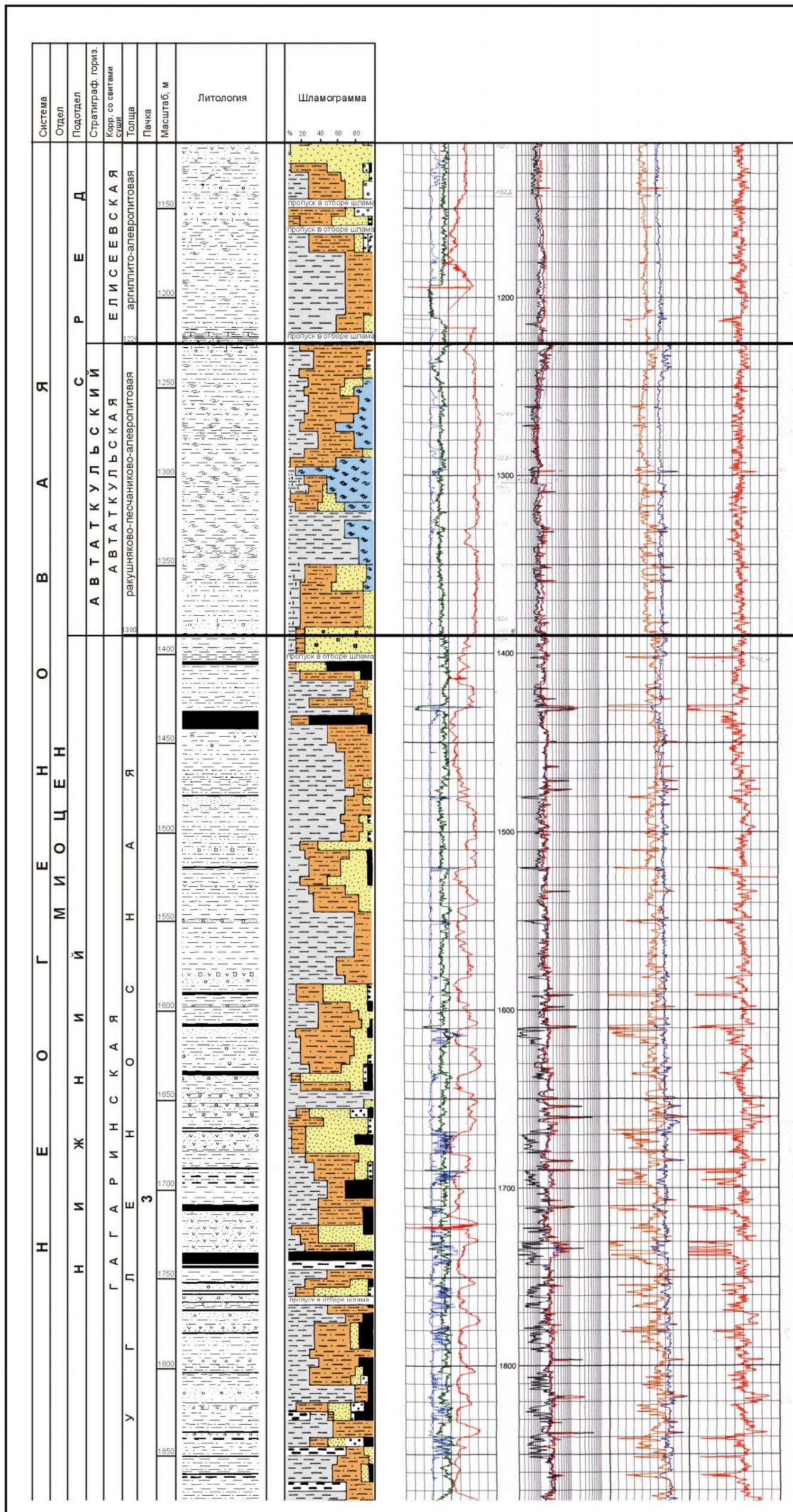
Вулканогенно-осадочная толща (палеоцен-нижний эоцен, танюерский горизонт) вскрыта на глубине 2635,0 м. Ее вскрытая мощность составляет 150 м. Толща представлена пачками (5-40 м) грубообломочных туфов и туффитов андезито-базальтов, мощность которых увеличивается вниз по разрезу. Вулканогенно-осадочные пачки разделены пакетами тонкого переслаивания глин с алевролитами, также обогащенными пирогенным материалом основного-среднего состава. Переслаивание алевролитов и глин тонкое, горизонтальное; толщина слоев не превышает 1 см. В нижней половине вскрытого разреза по шламу и каротажу устанавливаются три пласта угля. Наиболее достоверен пласт угля мощностью около 4 м на глубине 2698,0 м. Его присутствие подтверждается углистыми глинами, поднятыми боковым грунтоносом из почвы этого пласта.

Условия накопления отложений танюерского горизонта определяются с одной стороны присутствием в его разрезе угольных пластов, включений обломков угля и остатков углефицированных тканей, с другой-постоянным присутствием глауконита и двух слоев с динофлагеллятами, что позволяет предположить мелководно-морскую обстановку.

На глубине 2683,0 м разрез расчленен пластом миндалекаменных андезито-базальтов мощностью, превышающей 8 м.

Вскрытые скважиной танюерские отложения интенсивно каолинитизированы в кровельной части разреза. Кровельные породы танюерского горизонта - это каолины мощностью до 10 м. Они сложены высокоструктурированным упорядоченным каолинитом (каолинит 1А), достигающим 100% объема породы. Наложная каолинитизация в отдельных прослоях сохранила структуру замещенных пород, что позволяет идентифицировать их как псаммитовые витрокластические и грубозернистые кристаллолитокластические туфы и туффиты андезито-базальта.





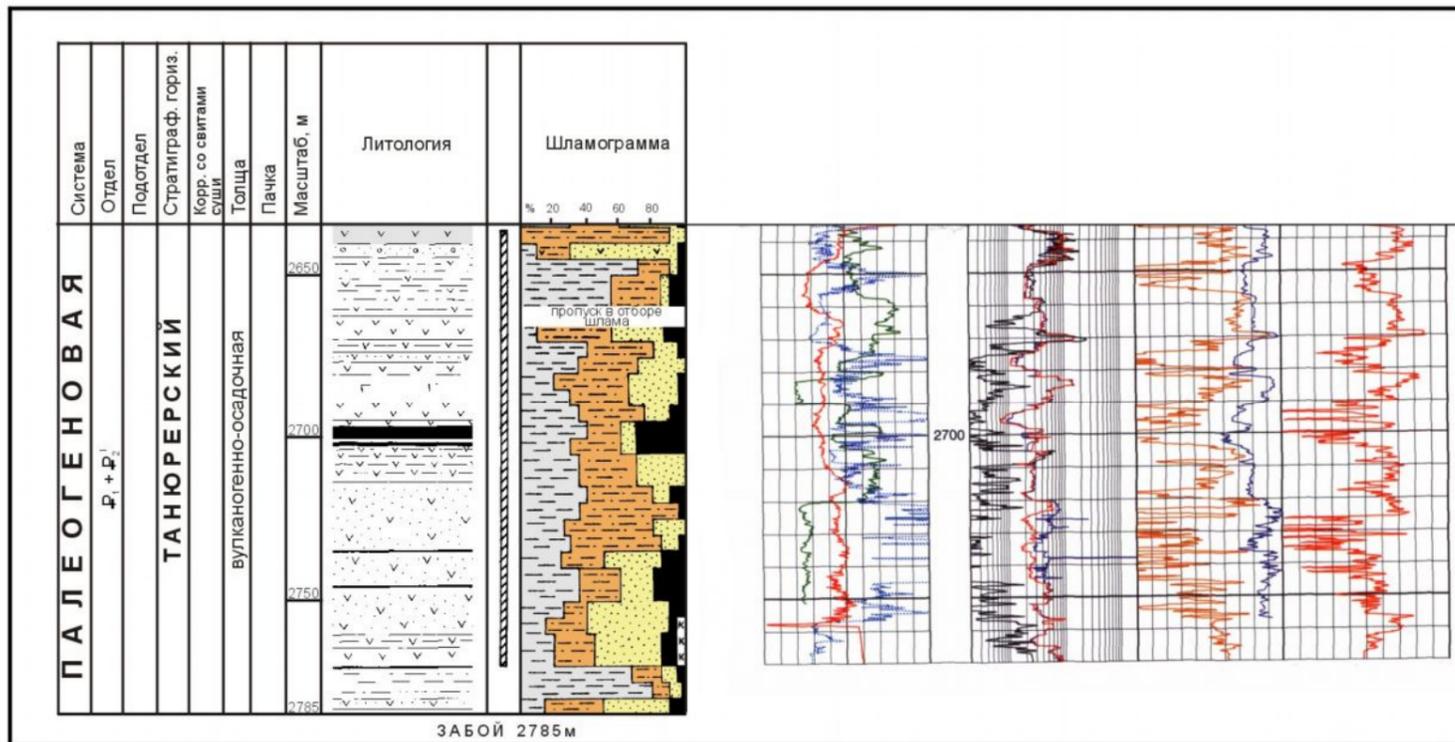


Рис. 2. (на 4 листах) Литологический разрез скв. Центральная-1 (Берингово море)

Содержание этого каолинита в более глубоких горизонтах сокращается, но сохраняется высоким до уровня эффузивного пласта (интервал 2683 м), не затронутого каолинитизацией. Очевидно, на глубине 2635 м вскрыта кора выветривания танюерских отложений, на которой с глубоким размывом и угловым несогласием залегает эоценовая песчаниково-аргиллитовая толща.

Песчаниково-аргиллитовая толща (эоцен, нижняя часть майницкой свиты)* (интервал 2471-2635 м). На каротажных диаграммах майницкая свита характеризуется слабо дифференцированными кривыми КС, ПС и ГК, на фоне которых выделяются 5 высокоомных песчаных пластов, мощностью 5-8 м. В этих интервалах шлам обогащен обломками известковистых светлых голубовато-серых песчаников, крупнозернистых алевролитов и крупными кусками угля размером до 10 см.

Основной объем песчаниково-аргиллитовой толщи сложен частым переслаиванием тонкозернистых разностей пород: серыми алевролитистыми глинами со скоплениями углефицированных водорослей на плоскостях наслоения, темно-серыми тонкослоистыми («книжными») аргиллитами и светло-серыми мелкозернистыми известковистыми алевролитами.

Разрез песчаниково-аргиллитовой толщи имеет отчетливое ритмичное строение. Ритмы регрессивные, их мощность варьирует от 25 до 40 м. Каждый из пяти ритмов начинается с частого чередования морских глин и аргиллитов, сменяющимся вверх по разрезу алевролитами, прибрежно-морскими песчаниками и, наконец, в нижних ритмах - углями. Общая мощность песчаниково-аргиллитовой толщи 164 м.

Угленосная толща (эоцен-нижний миоцен) (интервал 1390-2471 м) занимает почти половину объема вскрытых отложений, ее мощность превышает 1000 м (интервал 1081 м). Она имеет трехчленное строение, различающееся соотношением типов пород и угленасыщенностью разреза, и разделяется на три пачки: нижнюю (эоцен, верхняя часть майницкой свиты), среднюю (нижний миоцен, гагаринская?- собольковская? свиты) и верхнюю (нижний миоцен, гагаринская свита).

Нижняя пачка (интервал 2276-2471 м) в основании представлена частым переслаиванием мелкозернистых алевролитов, известковистых аргиллитов и глин. Остальной разрез представлен переслаиванием тонкослоистых мелкозернистых алевролитов и углей, чередующихся с достаточно мощными пластами мелко-среднезернистых песчаников (до 20 м). В кровле разреза мощности песчаных пластов сокращаются, одновременно возрастает их грубозернистость, появляется гравий. В составе гравия (2-5 мм)

* Здесь и далее названия свит применяются для предполагаемого сопоставления толщ и пачек вскрытого разреза со стратонами анадырской суши.

окатанные и угловатые зерна кварца, пирокласты плагиоклазов и основных эффузивов. Присутствие пирокластического материала подчеркивается очень высоким содержанием монтмориллонита в составе глинистого материала. Описанная часть разреза содержит 7 пластов угля, два из которых достигают мощности 3 и 5 м.

Описанная нижняя пачка имеет переходный характер между подстилающей эоценовой песчаниково-аргиллитовой толщей и вышележащим разрезом. С подстилающей толщей она сходна тонкообломочным строением, с вышележащим разрезом – большей угленосностью и обильным монтмориллонитом в составе глин. Общая мощность пачки – 195 м.

Средняя пачка (интервал 1983-2276 м) характеризуется крупной ритмичностью с мощностью отдельных ритмов 60-130 м; мощность ритмов сокращается вверх по разрезу. В основании ритмов залегают разномасштабные песчаники с гравием мощностью 15-30 м и прослоями гравелитов; вышележащий разрез - переслаивание мелкозернистых алевролитов, аргиллитов и углей мощностью 20-65 м. В составе грубозернистого обломочного материала также устанавливается присутствие пирокластов плагиоклазов и эффузивов; цементирующий глинистый материал в песчаниках состоит в основном из каолинита, а алевроито-глинистые пачки обогащены монтмориллонитом. В пачке присутствует свыше 10 пластов угля. Наиболее мощный пласт (около 20 м) залегает на глубине 2050 м. Уголь черного цвета, тускло-блестящий, с раковистым изломом, однородный, плотный, относится к сапропелито-гумитовым углям марки Б2-3.

Общая мощность пачки 293 м.

Верхняя пачка (интервал 1390-1983 м) венчает разрез угленосной толщи и достаточно уверенно сопоставляется с гагаринской свитой суши. В ее кровле фиксируется глубокий размыв, нижняя граница согласная, но выражена на каротажных кривых отчетливой сменой петрофизических параметров.

Разрез верхней пачки отличается от разреза подстилающих отложений более четко выраженной и мелкой ритмичностью и представлен частым переслаиванием гравелитов, песчаников с гравием, алевролитов, глин, углистых глин и углей. Мощность ритмов варьирует от 1 до 30 м вверх по разрезу. Каждый ритм начинается с песчаников и гравелитов, а венчается углями и углистыми аргиллитами. Вверх по разрезу происходит постепенная смена гранулометрического состава и кровельная часть пачки (выше 1500,0 м) сложена тонким переслаиванием глин, алевролитов и углей. В глинах глубже 1700 м преобладает каолинит, вверх по разрезу они имеют пестрый хлорит-монтмориллонит-гидрослюда-каолинитовый состав.

В керне (интервал 1909-1917,5 м) песчаники характеризуются горизонтальной и косою линзовидной слоистостью, содержат обломки угля, глауконит, пирит, линзовидные

конкреции сидерита и включения рабдописситов (смоляных палочек). Алевролиты мелко- и крупнозернистые, тонкогоризонтальнослоистые и комковатые с многочисленными скоплениями обугленных растительных остатков, линзовидными сидеритовыми конкрециями и включениями рабдописситов. Глины тонкослоистые, с отпечатками растительной ткани и мелкими шаровидными (от 1,5 до 2,5 см в диаметре) сидеритовыми конкрециями и скоплениями пирита. Угли черные, марки Б2-Б3, горизонтальнослоистые, поперечно-трещиноватые, зольные, с линзочками витринита толщиной до нескольких миллиметров, нередко с включениями янтаря.

Верхняя пачка насыщена маломощными пластами углей (1-2 м). Наиболее мощный восьмиметровый пласт расположен на глубине 1730,0 м. Угли бурые, марки Б2-Б3.

Общая мощность верхней пачки 593 м.

Угленосная толща имеет, очевидно, паралический характер. Присутствие в ее разрезе слоев морского генезиса маркируется глауконитом и остатками динофлагеллат.

Ракушняковая песчаниково-алевролитовая толща (средний миоцен, автаткульская свита) (интервал 1226-1390 м) сложена шельфовыми песчано-глинистыми породами. Она трансгрессивно залегает на угленосной толще; ее подошва маркирует основание среднего миоцена.

Толща имеет трехчленное строение, отражающее разные этапы развития среднемиоценовой трансгрессии. Базальная часть толщи мощностью около 30 м содержит в основании пласт крупнозернистого песчаника (до 10 м) и сложена мелкозернистыми известковистыми алевролитами с прослоями серых и черных глин.

Средняя часть толщи состоит из чередования тонкослоистых известковых глин с пластами ракушняков. Ракушняки сложены целыми и разломанными створками тонкостенных раковин, сцементированных крупнозернистым известковистым песчаником. Мощность пластов ракушняков колеблется в пределах 5-10 м. Вверх по разрезу до глубины 1270 м наблюдается нарастание доли глин и прослоев черных кремнистых аргиллитов.

Верхняя часть толщи имеет уже регрессивный характер. Здесь устанавливается постепенное сокращение скоплений фауны моллюсков до их полного исчезновения и замещение аргиллитов и глин мелкозернистыми алевролитами. Кровля толщи венчается пачкой переслаивания песчаников с гравием и крупнозернистых алевролитов с тонкими прослоями витрокластических туфов андезита.

Аргиллито-алевролитовая толща (средний миоцен, елисеевская свита) (интервал 1112,0-1226,0 м) содержит наиболее глубоководные морские образования вскрытого кайнозойского разреза. В её подошвенной части располагаются глины максимального расцвета среднемиоценовой трансгрессии (интервал 1210-1226 м). Анализ шламового

материала показал, что этот конденсированный интервал разреза, соответствующий уровню максимального затопления, представлен черными тонкослоистыми глинами, переслаивающимися с известковистыми алевролитами. Выше уровня максимального затопления глины обогащаются алевритовым материалом, в разрезе появляются единичные прослои песчаников и, иногда, слои, обогащенные гравием. Разрез толщи приобретает регрессивное строение, и его верхняя часть (с глубины – 1150 м) сложена песчаниками с прослоями алевролитов. Здесь, наряду с присутствием остатков морской фауны, постоянным компонентом являются мелкие обломки обугленной древесины. Отложения верхней части толщи обогащены пирокластическим материалом.

Мощность аргиллито-алевролитовой толщи – 114 м.

Алеврито-песчаная толща (средний-верхний миоцен, озернинская свита) (интервал 844-1112 м) имеет трансгрессивное строение и может быть расчленена на две части: нижнюю - преимущественно песчаную (интервал 1000-1112 м) - и верхнюю - алеврито-глинистую (интервал 844-1000 м). Нижняя часть мощностью 112 м сложена мощными пачками крупнозернистых песчаников и песков, обогащенными гравием, остатками тонкостенной фауны, пиритом, глауконитом, и, в отдельных слоях, мелким растительным детритом. Мощные песчаные пачки расчленены прослоями алевролитов и алевритистых аргиллитов.

Верхняя часть толщи отделяется от подстилающего разреза резкой смене песчаных пород на глинистые и алевритовые. Она сложена чередованием алевритистых глин с прослоями черных битуминозных аргиллитов, остатками тонкостенной морской фауны и мелкозернистых алевролитов с фауной, глауконитом и пиритом; пласты глин обогащены известковым материалом. В кровле толщи залегает пачка, переходная к туфодиатомитовой толще и сложенная переслаиванием туфодиатомитов, алевролитов и глин. По всему разрезу толщи встречаются тонкие прослои витрокластических и кристалловитрокластических туфов андезита. Формирование рассматриваемой толщи происходило на внешнем шельфе в условиях его углубления.

Мощность алеврито-песчаной толщи 268 м.

Туфодиатомитовая толща (верхний миоцен, озернинская свита) имеет достаточно выдержанное строение и сложена чередованием песчаных и алевритовых разностей туфодиатомитов. В нижней ее части разрез усложняется прослоями алевролитов, реже песчаников с галькой; по всему разрезу встречаются прослои черных плитчатых и серых глин, содержащих тонкий водорослевый детрит, а также тонкие слои розовых псаммитовых туфов. Присутствуют многочисленные обломки раковин с сохранившимся перламутром.

Туфодиатомиты, поднятые в керне, алевритовые, реже псаммитовые – горизонтальнослоистые, с ровными поверхностями наслоения. На плоскостях наслоения -

отпечатки водорослей, скопления псефитового материала, крупные остатки древесины. Все разности туфодиатомитов содержат остатки диатомей, фауну пеллеципод, гастропод и фораминифер, гравий андезито-базальтов, гранодиоритов, пегматитов и других изверженных пород. Отмечаются прослой плотных пелитовых туфодиатомитов на обильном тонкозернистом кальцитовом цементе, имеющих копьевидный излом. Мощность карбонатизированных прослоев – около 0,3 м.

Отложения туфодиатомитовой толщи сформированы на внутреннем шельфе, глубина которого в период их накопления менялась мало. Расцвет диатомовой флоры, обеспечившей накопление диатомовых осадков, был связан скорее всего с активным привносом вулканического пепла. Общая мощность толщи – 152 м.

Песчано-алевритовая толща (верхний миоцен, эчинская свита) (интервал 380-692 м) - неравномерное чередованием пачек песков и песчаников, алевролитов и аргиллитов мощностью от 5 до 15 м. Песчаники и пески известковые, мелкозернистые, иногда содержат гравий изверженных пород. Алевролиты светло-серые мелкозернистые, известковистые. Постоянно присутствуют, помимо некрепких серых глин, плотные скорлуповатые светло-бежевые и черные тонкослоистые крепкие аргиллиты. Разрез насыщен остатками морской фауны и мелкими обломками обугленной растительной ткани. В верхней части отмечаются одиночные углистые прослой. Общая мощность толщи – 312 м.

Сейсмическими данными в пределах всей Анадырской впадины прослеживаются только два верхних комплекса. Досреднемиоценовые отложения характеризуются по данным Л.С. Маргулиса невыдержанностью сейсмических параметров, связанной, очевидно, с резким латеральным изменением фаций, определяющим заметно различающееся строение отложений, вскрытых скважиной Центральная-1, и их одновозрастных аналогов, изученных на суше впадины.

Беринговоморские впадины, смежные с акваторией Анадырской впадины – Нортон, Святого Матвея – Холл и Наваринская – также характеризуются различием состава и условий осадконакопления выполняющих их кайнозойских отложений. **Во впадине Нортон** с мощностью кайнозойских осадков до 3-5 км, отделенной от Анадырской впадины поднятием Святого Лаврентия, до среднего олигоцена (?) существовало два депоцентра, разделенных узким Юконским горстом. В западном депоцентре – Святого Лаврентия – досреднеолигоценовые (палеоген – средний олигоцен?) отложения накапливались преимущественно в морских условиях в диапазоне глубин воды от прибрежных до верхнебатиальных [Региональная геология..., 2002]. В этот же период восточный – Стюарта – депоцентр заполняется песками дельтовых конусов выноса.

В позднеолигоцен-плиоценовое время впадина развивалась как единый бассейн, где

над среднеолигоценовым (по номенклатуре американских геологов) несогласием накапливались шельфовые пески, пески подводных конусов выноса и - в центре впадины – бассейновые осадки.

Впадина Святого Матвея – Холл также отделена от Анадырской впадины поднятием Святого Лаврентия. Во впадине выделяется два депоцентра – северный и южный. В основании северного депоцентра сейсмическими работами установлен грабен, заполненный палеоцен - раннеолигоценовыми субконтинентальными (?) терригенными отложениями мощностью около 3,0 км. Остальные особенности строения предполагаются сходными с вышеописанной впадиной Нортон.

Наваринская впадина на юго-западе ограничена бровкой шельфа, а на севере и северо-западе отделена от Анадырской впадины одноименным с последней хребтом. Осадочный чехол превышает 10 км и сформирован двумя трансгрессивно-регрессивными комплексами, разделенными несогласием. Нижний комплекс преимущественно палеогеновый, верхний – неогеновый. Возраст несогласия датируется в разных схемах по-разному – от среднего миоцена до раннего олигоцена [Tuner, Martin, Flett, 1985; Worall, 1991]. По условиям осадконакопления Наваринская впадина отличается от Анадырской преобладанием морских отложений.

Таким образом, несмотря на слабую изученность литологических и фациальных особенностей вышеописанных берингоморских впадин, отчетливо проявляется автономность формирования их осадочных чехлов. Более того, как это наблюдается во впадинах Анадырской и Нортон, в разных депоцентрах одной впадины накапливаются кайнозойские толщи разного состава и фациального облика. Во всех впадинах в строении чехла существенную роль играли вулканогенные и вулканокластические породы. Во всех впадинах установлены газовые сипы и плюмы, что позволяет предполагать значительную раскрытость недр.

Литература

Маргулис Л.С., Аганитов Д.Д., Маргулис Е.А., Пылина Л.М., Гладенков А.Ю., Жидкова Л.С., Дмитриева Т.В., Федорова В.А., Фрегатова Н.А. Первые данные о кайнозойском разрезе Чукотского шельфа Берингова моря // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2011. – Т. 19. - № 2. – С. 103-114.

Региональная геология Берингова моря / Western Geco SRS. - Лондон, 2002. - 31 с.

Tuner R.F., Martin G.C., Flett T.O. Geological report for the Navarin basin planning area, Bering Sea, Alaska // U.S. Minerals Management Service. – Ocs Report mms 85-0045. – 1985. – 156 p.

Worall D.M. Tectonic history of Bering Sea and evolution of the Bering Shelf // Geol. Soc. Am. Spec. Paper. – 1991. – Vol. 257. – 120 p.

Margulis E.A.

All-Russia Petroleum Research Exploration Institute (VNIGRI), Saint Petersburg, Russia, ins@vnigri.ru

**LITHOLOGY OF CENOZOIC DEPOSITS –
RUSSIAN SHELF OF BERING SEA (WELL CENTRAL-1)**

The lithology of Cenozoic deposits (Russian shelf), exposed in the Gulf of Anadyr (Bering Sea) by well Central-1 is described. The structure, composition and sedimentation conditions of Cenozoic deposits are characterized. The described deposits are compared with other Cenozoic sediments of the Bering Sea region, studied by drilling.

Keywords: *lithology, stratigraphy, sedimentation conditions, Cenozoic deposits, Bering Sea, Russian shelf.*

References

Margulis L.S., Agapitov D.D., Margulis E.A., Pylina L.M., Gladenkov A.Yu., Zhidkova L.S., Dmitrieva T.V., Fedorova V.A., Fregatova N.A. *Pervye dannye o kaynozoyском razreze Chukotskogo shel'fa Beringova morya* [The first data on the Cenozoic section of the Chukchi shelf of the Bering Sea]. Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya, 2011, vol. 19, no. 2, p. 103-114.

Regional'naya geologiya Beringova morya [Regional geology of the Bering Sea]. Western Geco SRS. London, 2002, 31 p.

Tuner R.F., Martin G.C., Flett T.O. Geological report for the Navarin basin planning area, Bering Sea, Alaska. U.S. Minerals Management Service. Ocs Report mms 85-0045, 1985, 156 p.

Worall D.M. Tectonic history of Bering Sea and evolution of the Bering Shelf. Geol. Soc. Am. Spec. Paper, 1991, vol. 257, 120 p.

© Маргулис Е.А., 2013