

УДК 553.98(571.56)

**А.И. Крикунов, Л.А. Филиппова, Н.Ю. Канунникова**

## **Уточнение внутреннего строения верхнедагинских отложений на Южно-Кирином нефтегазоконденсатном месторождении с использованием циклостратиграфического анализа**

Наращивание ресурсной базы ПАО «Газпром» в восточных регионах Российской Федерации является приоритетной задачей, решение которой приведет не только к дальнейшему усилению и развитию самой компании, но и к обеспечению энергоносителями целого ряда промышленных районов, удаленных на значительное расстояние от основных центров добычи нефти и газа.

Особенно остро проблема снабжения горючим сырьем стоит сегодня перед Дальним Востоком, где в последние годы проводятся интенсивные поиски и разведка скоплений жидких и газообразных углеводородов. Наиболее перспективными в этом отношении являются территория о. Сахалин и акватория прилегающего к нему шельфа [1]. Первые официальные сведения о наличии нефти на Сахалине появились в 1880 г. В 1921 г. на Охинской площади получили первую нефть, а в 1923 г. одна из скважин дала уже промышленный приток нефти. Однако открытые в последующие десятилетия многочисленные залежи углеводородов не отличались существенными запасами горючих ископаемых.

Остров Сахалин – крупнейший на морских просторах России [2]. Длина его в меридиональном направлении составляет 948 км, максимальная ширина 160 км, минимальная – 26 км. От материка Сахалин по большей части отделяется Татарским проливом. Ширина водной глади в самом узком месте (пролив Невельского) составляет 7,3 км (рис. 1). Геологическое строение о. Сахалин и его шельфа включает метаморфизованные породы дислоцированного фундамента мезозойского и более древнего возрастов, а также кайнозойские отложения осадочного чехла (палеогеновая, неогеновая и четвертичная системы), которые представлены мощными, преимущественно терригенными, толщами. На гетерогенном фундаменте с угловым и стратиграфическим несогласием залегают породы кайнозойского возраста, которые на основе полученных в последнее время данных подразделяются на ряд горизонтов, а именно: снежинкинский (палеоцен-эоцен), краснопольевский и шебунинский (эоцен), аракайско-холмский (олигоцен), уйнинский (нижний миоцен), дагинский (нижний и средний миоцен), окобыкайский (средний и верхний миоцен), нутовский (верхний миоцен – нижний плиоцен), помырский (средний и верхний плиоцен) и дерюгинский (верхний плиоцен – четвертичные отложения) [3].

С точки зрения поисков залежей нефти и газа наиболее перспективным является верхнедагинский стратиграфический подгоризонт среднего миоцена. Представлен он в основном переслаиванием песчаников, алевролитов и глин: песчаники дагинского горизонта кварцевые, полевошпатово-кварцевые серые, зеленовато-серые, разнозернистые и обладают высокими фильтрационно-емкостными свойствами; алевролит – кварцевый и кварцево-полевошпатовый серый, светло-серый, с глинистым цементом порового типа, массивный, крепкий.

Породы окобыкайского горизонта играют роль региональной покрывки для залежей углеводородов в дагинских песчаниках. Горизонт представлен преимущественно глинами серыми, темно-серыми, вязкими, пластичными, мягкими и умеренно уплотненными. Алевролит – серый, темно-серый, достаточно рыхлый. В низах горизонта

**Ключевые слова:**

скважина, месторождение, седиментация, размыв, горизонт, корреляция, репер.

**Keywords:**

well, field, sedimentation, wash-out, horizon, correlation, reference point.



Рис. 1. Обзорная карта о. Сахалин

встречается прослой глауконитового песчаника, залегающего с размывом на верхнедагинских отложениях.

В тектоническом плане в пределах рассматриваемой территории можно выделить 3 главных периода орогенной активизации: ларамийский (граница мела и палеогена), алеутский (граница нижнего и среднего миоцена) и сахалинский (верхняя граница неогена). Морские условия седиментации установились здесь в среднем-позднем эоцене, когда и началось формирование осадочного чехла. Максимум развития морских толщ приходится на олигоцен и средний миоцен. В олигоцене нисходящие движения на Сахалине захватили максимальную площадь, а в миоцене накопилась основная масса осадков. На конец плиоцена — начало четвертичной эпохи приходится основной этап складчатости, который и привел к образованию современной структуры региона. На процесс осадконакопления, кроме тектонической активности, тесно связанной с образованием многочисленных блоков, оказывали влияние и эвстатические колебания уровня моря, что часто приводило к выводу образовавшихся пород на поверхность и к их дальнейшему размыву [4].

Сахалин и его шельф входят в состав Сахалинской нефтегазоносной области, отнесенной к Охотоморской провинции. В осадочном чехле выделяются 3 нефтегазоносных этажа: кайнозойский, позднемиоценовый и мезозойский. Залежи жидких и газообразных углеводородов связаны с отложениями кайнозойского нефтегазоносного этажа. В нем выделяются и используются на практике местные стратиграфические подразделения (свиты). На шельфе, где в силу фациальной специфики свиты не различаются, горизонты и подгоризонты являются основными стратиграфическими подразделениями. Наряду с кайнозойским нефтегазоносным этажом на рассматриваемой территории выделяются позднемиоценовый и мезозойский нефтегазоносные этажи. Относятся они сегодня пока лишь к перспективным объектам нефтегазогеологических исследований.

В 1992 г. в пределах Киринского блока, который расположен на шельфе примерно в 30 км восточнее о. Сахалин, было открыто газоконденсатное месторождение Киринское. В 2010 г. в 6 км к юго-востоку от него в рамках проекта «Сахалин-3» открыто Южно-Киринское нефтегазоконденсатное месторождение (НГКМ) (рис. 2). Перед постановкой поискового бурения на Южно-Киринской структуре проводилась 3D-сейсморазведка. Затем в границах месторождения были последовательно пробурены 6 скважин (рис. 3). Первые две скважины дали промышленные притоки только пластового газа. Результаты бурения последующих четырех скважин позволили говорить о том, что на северо-восточном шельфе о. Сахалин открыто крупное нефтегазоконденсатное месторождение.

Скопления жидких и газообразных углеводородов на Южно-Киринском НГКМ приурочены к терригенным отложениям верхнедагинского подгоризонта среднего миоцена. Для того чтобы выяснить внутреннее строение этого подгоризонта, в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» на основе циклостратиграфического анализа с использованием промыслово-геофизических данных и материалов исследования ядра по всем шести скважинам были составлены 4 корреляционные схемы (рис. 4–7).

Согласно этим схемам в разрезах скважин, пробуренных на Южно-Киринском месторождении, в верхнедагинском подгоризонте выделяются и прослеживаются по всей территории как минимум 4 седиментационных цикла (А, Б, В и Г). Каждый цикл осадконакопления

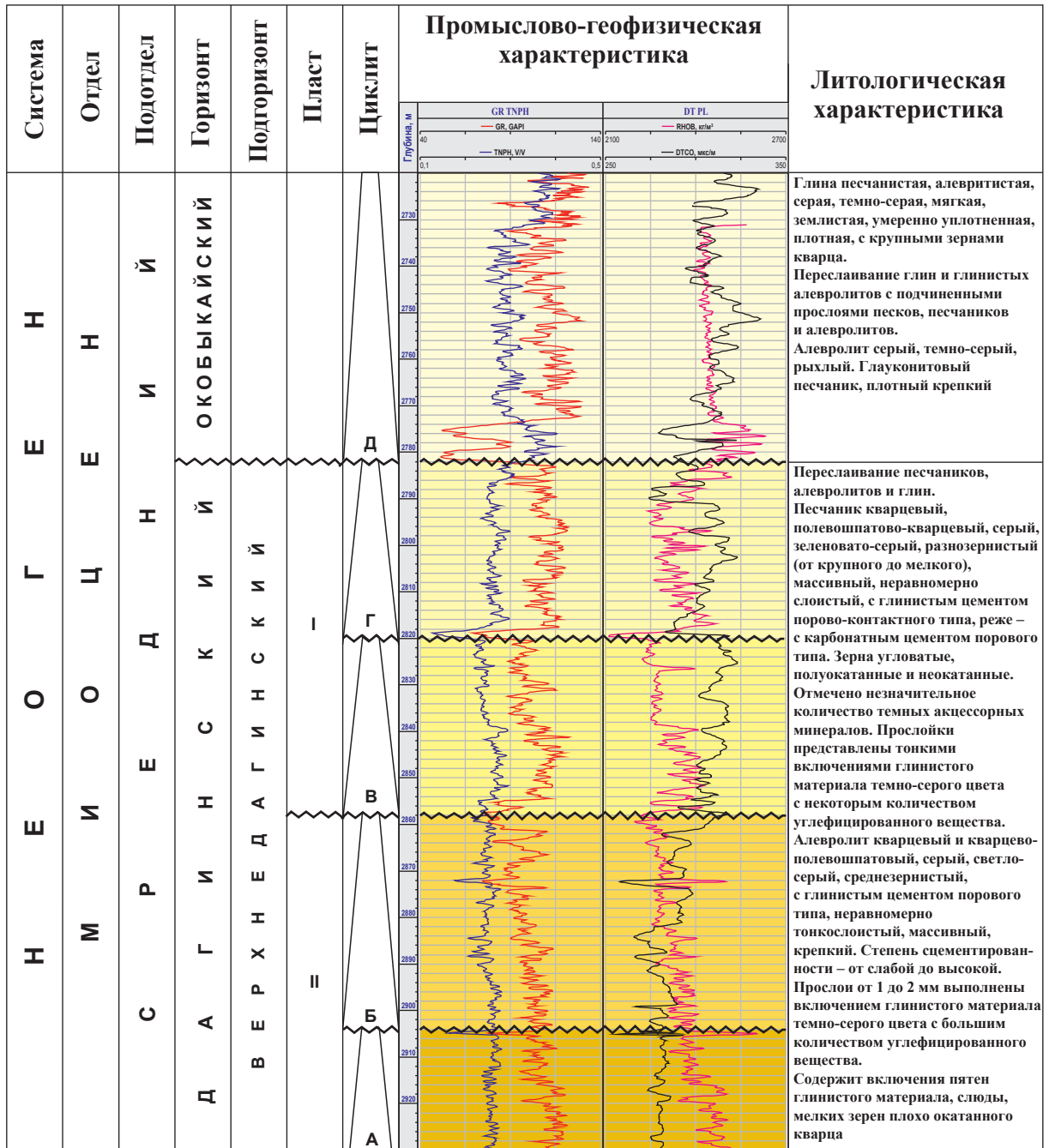
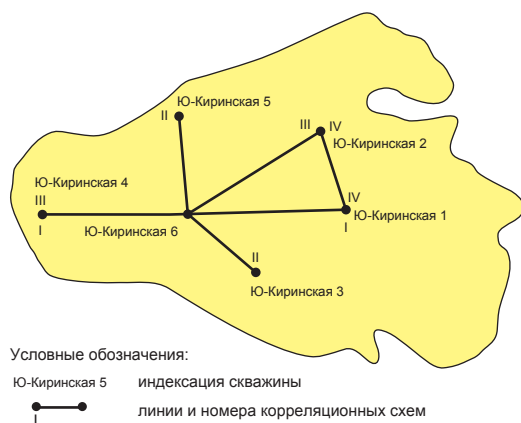


Рис. 2. Южно-Киринское НГКМ: сводный разрез среднемиоценовых отложений: здесь и далее на рисунках GR, TNPH, RHO<sub>B</sub>, DTCO, GR\_CAL, RHOZ – различные методы промыслово-геофизического каротажа

начинается с грубообломочных пород, залегающих на эродированной кровле предыдущего циклита, и протягивается до следующей поверхности размыва. На корреляционных схемах поверхности размывов имеют индексы Б1, В1, Г1 и Д1.

В каждом седиментационном цикле выделены и прослежены по латерали с помо-

щью промыслово-геофизических и литологических данных синхронные реперные горизонты. В циклите А выделяются 8 реперов (А0, А1, А2, А3, А4, А5, А6 и А7). В скв. 4 репер А7 размыт (см. рис. 4, 6). В скв. 5 размыву подвергаются реперы А6 и А7 (см. рис. 5). В циклите Б выделено 5 реперов (Б2, Б3, Б4, Б5 и Б6). В скважинах 2 и 4 реперы Б5 и Б6 размыты



**Рис. 3. Южно-Кириновское НГКМ: схематическая карта района работ**

(см. рис. 4, 6, 7). В скважинах 3, 5 и 6 размыт репер Б5 (см. рис. 4, 5, 6). В **циклите В** выделено 3 реперных горизонта (В2, В3 и В4), которые просматриваются во всех шести скважинах, где меняется лишь их толщина. В **циклите Г** выделено 4 репера (Г2, Г3, Г4 и Г5). В скважине 2 репер Г5 размыт (см. рис. 6, 7).

По принятому на сегодняшний день нефтегазгеологическому расчленению разрезов скважин в верхнедагинских отложениях выделяются 2 пласта (I и II). В настоящей статье, чтобы избежать трудностей в восприятии излагаемого материала и терминологической путаницы, подобная индексация сохраняется, хотя здесь логичнее было бы говорить не о наличии двух пластов, а о двух независимых и гидродинамически не связанных друг с другом залежах углеводородов.

В верхнем пласте (I) на корреляционных схемах выделяются три поверхности размыва (В1, Г1 и Д1) и соответственно два цикла седиментации (В и Г). Самый верхний перерыв в осадконакоплении фиксируется в основании довольно мощной пачки глауконитовых песчаников, залегающих на границе двух стратиграфических горизонтов между дагинским циклитом Г и окобыкайским циклитом Д.

Подтверждением наличия размыва Д1 служит описание образцов керн, отобранного с глубины 2767,28–2768,36 м (2770,38–2771,46 м)<sup>1</sup> в скв. 6: песчаники мелко-среднезернистые, серые, зеленовато-серые, глина алевролитовая се-

рая с частыми включениями зеленовато-серого глауконита. Текстура: почти однородная, массивная, косослоистая, нарушенная ходами роющих организмов, имеются следы взмучивания. На нижней границе отмечаются глинистые окатыши-интракласты – следы взлома слоев. Граница с нижележащим слоем четкая, неровная, эрозивная.

Следующая поверхность размыва (Г1) может быть подтверждена наличием крупнозернистого песчаника с хорошо окатанными интракластами размером до 7 мм в скв. 2 в интервале глубин 2724–2730 м (2724,5–2730,5 м). Кроме того, в скв. 6 на глубине 2805,1–2805,26 м (2808,2–2808,36 м) встречены серый конгломерат и песчано-гравийно-галечная порода. Галька хорошо окатанная, обломки в большинстве темноцветных пород основного состава и, возможно, алевролитов с редкой примесью кварца, размер гальки до 2×7 см, галька преимущественно уплощенная. Текстура однородная, массивная.

Размыв В1 в кровле циклита Б между выделяемыми сегодня пластами I и II подтверждается наличием крупнозернистых гравийных песчаников серого цвета, плохо сортированных в интервале глубин 2748,3–2749,0 м (2750,3–2751 м) скв. 1 (см. рис. 4, 7). Слой переполнен мелкой и средней галькой кремнистых пород, доля которых достигает 15–20 %. Галька округлая, хорошо окатанная, размер 1–5 см. В скв. 2 (см. рис. 6, 7) в интервале 2789,13–2792,7 м (2789,63–2793,2 м) встречены гравелиты и конгломерат. В скв. 5 на глубине 2861,3–2861,6 м (2862,3–2862,6 м) встречен 30-сантиметровый прослой гравелита и грубообломочного песчаника.

Седиментационный цикл Б характеризуется наличием не одного, а сразу двух размывов. Один размыв (Б1), как и в остальных циклитах, расположен в основании цикла осадконакопления, а второй (Б6) – в скв. 3, 5, 6 выделяется в его кровельной части (см. рис. 4, 5, 6). Нижняя поверхность размыва Б1 охарактеризована керном только в скв. 2. Здесь в интервале глубин 2820,5–2830,15 м (2821,0–2830,65 м) встречено переслаивание мелкозернистого песчаника и глин. Толщина прослоев песчаника составляет до 5 см, мощность слоев глин – до 10 см. Порода слоистая, параллельно слоистая, горизонтально слоистая. Текстуры косо- и волнисто слоистые, наблюдаются взмучивания слоев, оползания осадка.

<sup>1</sup> Здесь и далее в скобках приведены глубины, уточненные после увязки керн с промыслово-геофизическими данными и его исследования, выполненного в ООО «Газпром ВНИИГАЗ».

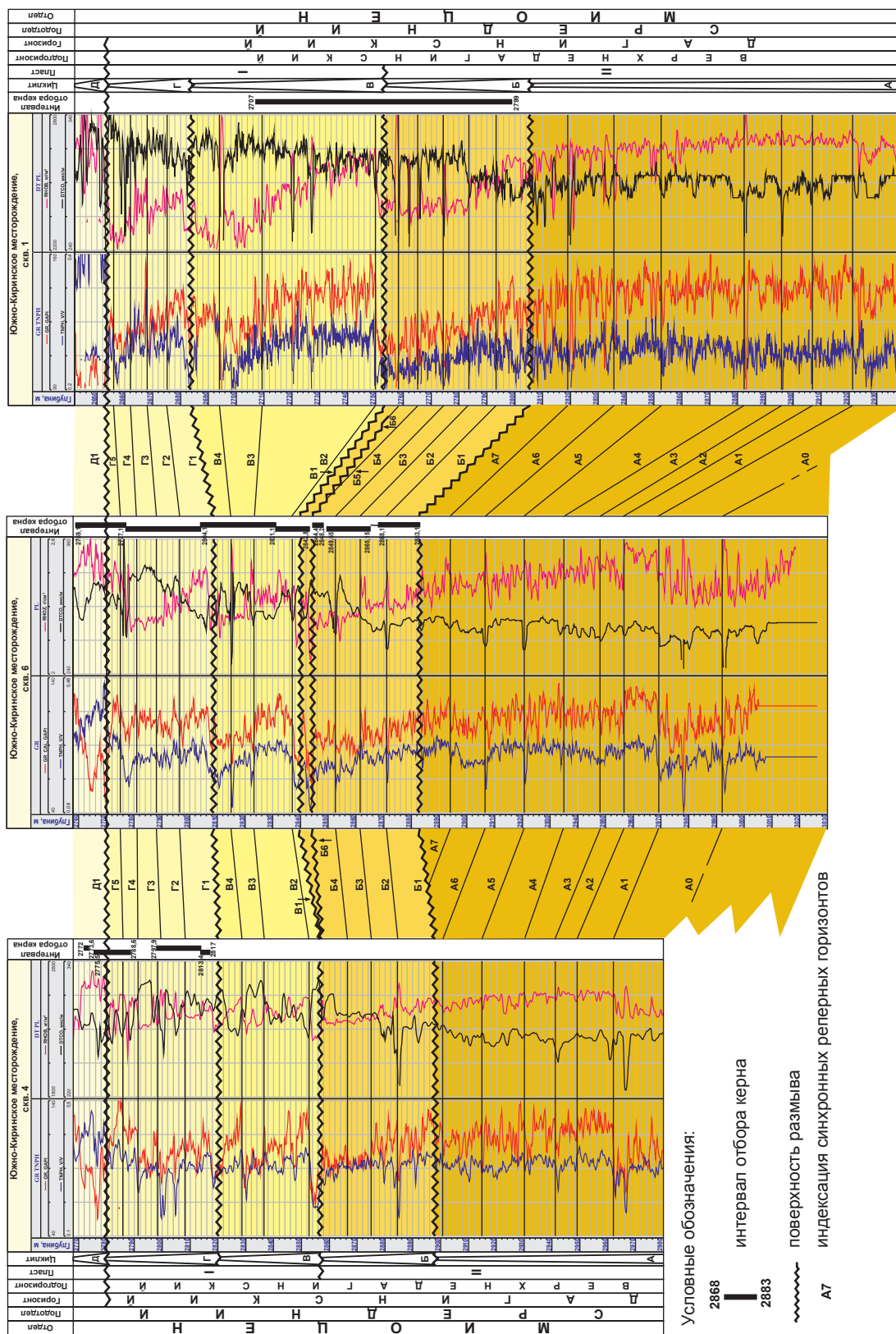


Рис. 4. Южно-Киринское месторождение. Корреляционная схема по линии скв. 4–6–1

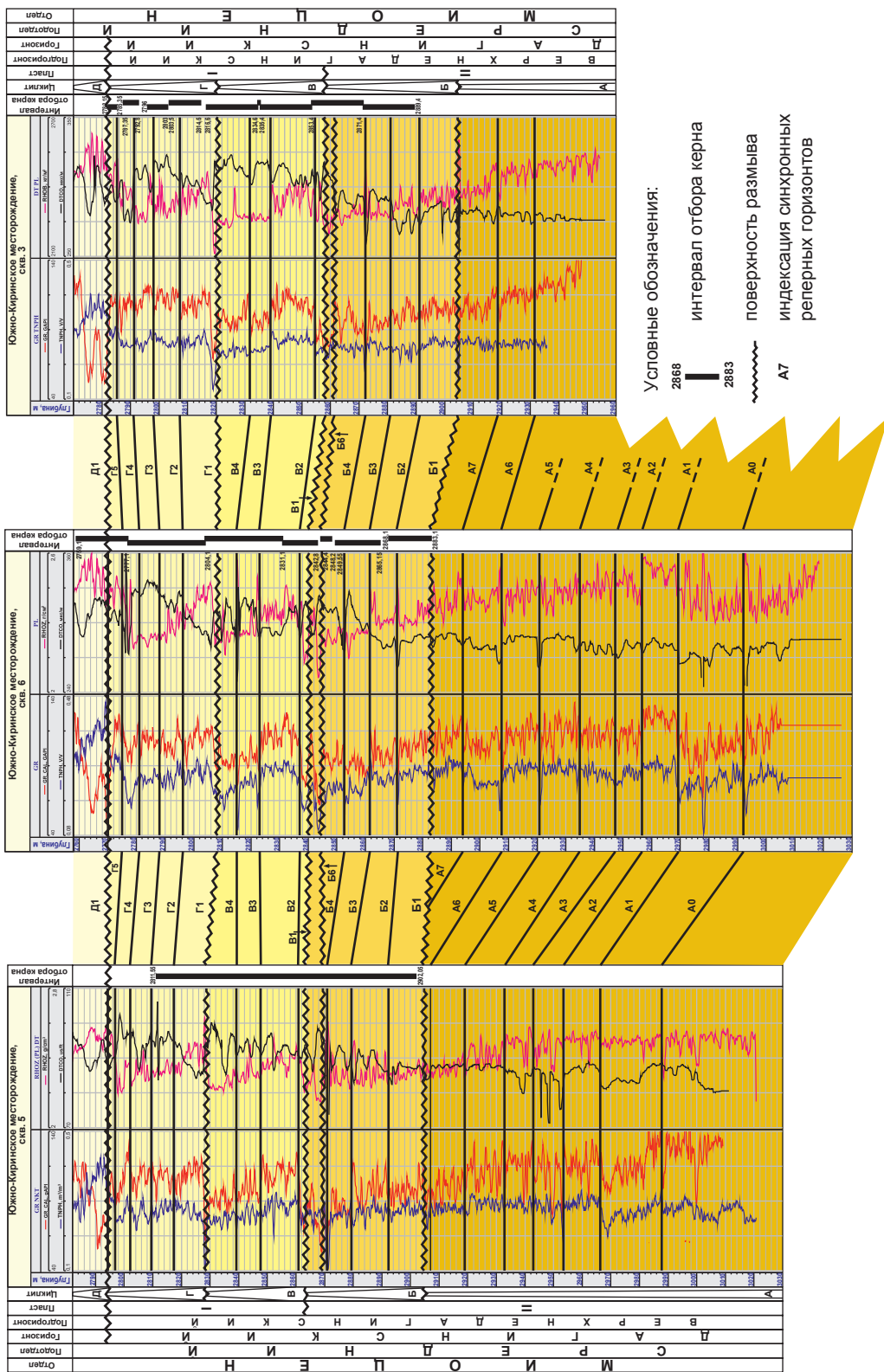


Рис. 5. Южно-Киринское месторождение. Корреляционная схема по линии скв. 5–6–3

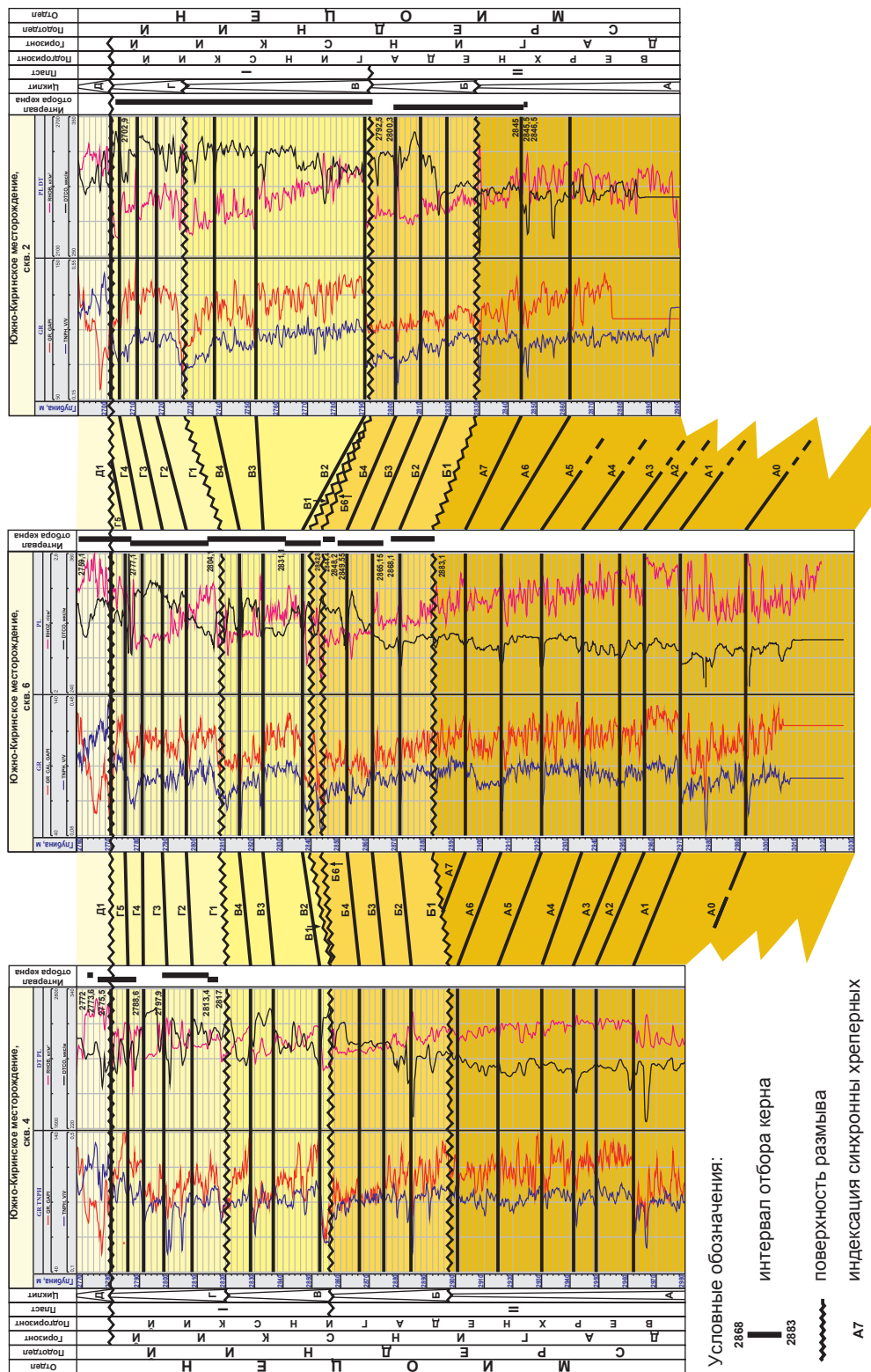


Рис. 6. Южно-Киргиское месторождение. Корреляционная схема по линии скв. 4–6–2

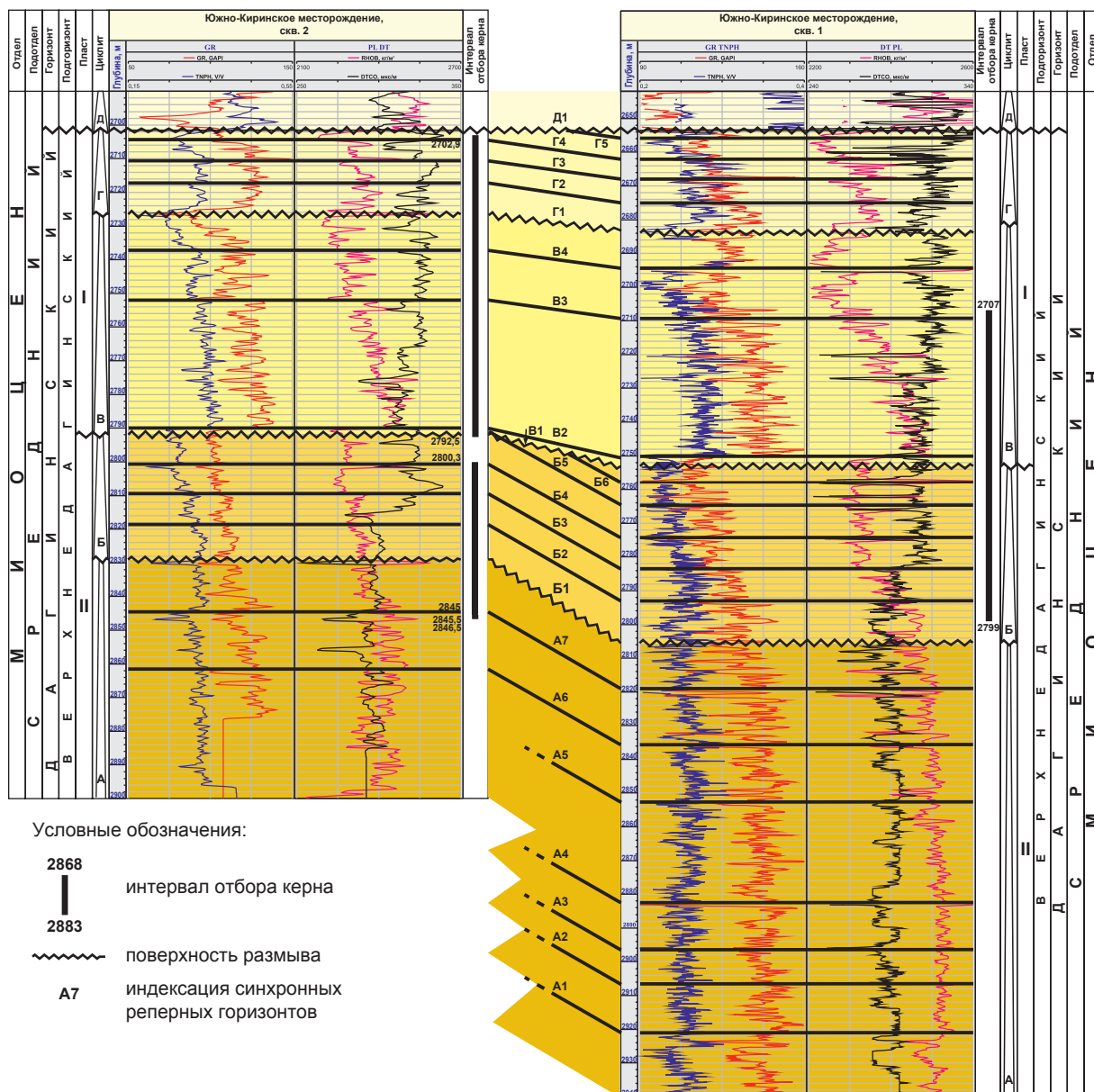


Рис. 7. Южно-Кириновское месторождение. Корреляционная схема по линии скв. 2–1

Активно развита биотурбация. Выделяются прослои и линзы сидерита. Присутствуют единичные интракластовые обломки глинистых пород. В других скважинах, там где выделяется репер Б1, керн не отбирался. О наличии размыва в прикровельной части циклита Б в скв. 5 на глубине 2868,0–2868,33 м (2869,05–2869,38 м) свидетельствует присутствие в песчаном матриксе крупнообломочного конгломерата. Порода серая, коричнево-серая. Обломки хорошо окатанные, вытянутые, плохо отсортированные. Размер единичных обломков достигает 10 см в диаметре. Текстура однородная, массивная. В скв. 6 в интервале глубин

2839,43–2841,10 м (2843,93–2845,6 м) выделяется мелко-среднезернистый серый песчаник. Текстура однородная, массивная. Отмечаются включения гальки окатанной и вытянутой. В направлении к нижней границе пропластка количество гальки возрастает.

Анализ корреляционных схем (см. рис. 4–7) свидетельствует о том, что во время формирования отложений седиментационных циклов А и Б тектоническая активность в пределах Южно-Кириновского месторождения была наиболее ярко выражена. Об этом говорят резкие изменения углов наклона выделяемых циклитов и существенные размывы их прикровельных



частей. Внутри самих седиментационных циклов толщины между синхронными реперными горизонтами остаются практически постоянными на протяжении всего времени осадконакопления. В последующем вплоть до завершения образования дагинских отложений осадконакопление продолжалось в относительно спокойных условиях. Вертикальные подвижки не отличаются существенными амплитудами, и только на востоке Южно-Киринской структуры в районе скв. 1 и 2 при формировании цикла В происходило значительное увеличение его толщины (см. рис. 4, 6).

Подводя итог всему сказанному, следует констатировать, что геологическая модель верхнедагинских отложений Южно-Киринского НГКМ отличается очень сложным строением. Инструментарий циклостратиграфического анализа позволил выявить и проследить в разрезах скважин пространственное положение разновозрастных отложений пяти седиментационных циклов и сопутствующих им двадцати синхронных реперных горизонтов. Наряду с выявленными и показанными на корреляционных схемах (см. рис. 4–7) поверхно-

стями размывов в разрезах скважин имеются свидетельства присутствия дополнительных локальных размывов, которые не затрагивали одновременно всю территорию месторождения. Скорее всего, это связано с наличием многочисленных тектонических блоков, вертикальные подвижки которых происходили в разное время, и гидродинамическую связь между которыми следует еще тщательно изучить.

### Список литературы

1. Российская газовая энциклопедия / под ред. Р.И. Вяхирева. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2004. – С. 527.
2. Александров С.М. Остров Сахалин / С.М. Александров. – М.: Наука, 1973. – С. 183.
3. Галушкин Ю.И. Термическая история литосферы северо-восточного шельфа Сахалина и оценка перспектив его нефтегазоносности / Ю.И. Галушкин, К.А. Ситар, А.В. Куницына // Геология нефти и газа. – 2009. – № 2. – С. 61–66.
4. Харахинов В.В. Нефтегазовая геология Сахалинского региона / В.В. Харахинов. – М.: Научный мир, 2010. – С. 276.