

СОЧЕТАНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ И ВЕРТИКАЛЬНОЙ ИНВЕРСИИ ЦИКЛИТОВ В ОСАДОЧНЫХ БАССЕЙНАХ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Александр Леович Бейзель

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, тел. (383)334-33-26, e-mail: beiselal@ipgg.sbras.ru

Предложенная автором ранее модель горизонтальной инверсии циклитов дополнена положением о вертикальной инверсии, возникающей при крупных региональных трансгрессиях и регрессиях. Комбинация этих типов преобразования циклитов позволяет объяснить нарушения закономерного чередования песчаных и глинистых толщ на уровне региональных горизонтов, принятого в официальных стратиграфических схемах. Она допускает залегание песчаных горизонтов на песчаных, а глинистых – на глинистых в пределах переходных зон. Показана возможность пересмотра на этой основе объема, стратиграфического положения и корреляции некоторых свит и горизонтов на примере юры Западной Сибири.

Ключевые слова: циклиты, инверсия, фациально-циклический анализ, юра, Западная Сибирь.

THE COMBINATION OF HORIZONTAL AND VERTICAL INVERSION OF CYCLITES IN SEDIMENTARY BASINS: PROBLEMS AND SOLUTIONS

Alexander L. Beisel

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 3, Prospect Akademik Koptuyug St., Novosibirsk, 630090, Russia, Ph. D., Senior Researcher, phone: (383)334-33-26, e-mail: beiselal@ipgg.sbras.ru

The model of horizontal inversion of sedimentary cycles proposed by the author is supplemented by the provision on vertical inversion arising in large regional transgressions and regressions. The combination of these types of transformation of sedimentary cycles allows to explain the violation of the natural alternation of sand and clay strata at the level of regional horizons, adopted in the official stratigraphic schemes. It allows occurrence of sandy horizons on sandy, and clay – on clay within transition zones. The possibility of revision on this basis of the volume, stratigraphic position and correlation of some suites and horizons on the stratigraphic chart of the Jurassic of Western Siberia is shown.

Key words: sedimentary cycles, inversion, facies-cyclic analysis, Jurassic, Western Siberia.

Ранее автором была предложена новая модель образования циклитов (сиквенсов) и введено понятие инверсии циклитов в береговой барьерной зоне [1, 2]. Согласно этой модели, движущей силой циклогенеза являются географические циклы (ГЦ) – циклы преобразования рельефа. Последние состоят из двух фаз: (1) быстрые тектонические движения искажают рельеф, создавая горные сооружения как источники сноса материала и тектонические депрессии, а затем (2) экзогенные процессы в течение длительного времени этот рельеф выравнивают,

в результате чего в тектонических депрессиях формируются осадочные бассейны. Образуются два основных типа циклитов: в континентальных фациях это проциклиты (от грубых осадков к тонким) которые можно рассматривать как прямую запись ГЦ, а в морских бассейнах преобладают рециклиты («мелеющие вверх» циклиты). Циклиты обоих типов соответствуют друг другу по латерали, их границы едины и изохронны. Инверсия (трансформация, обращение) осадочных циклов происходит в береговой барьерной зоне, и в данном случае мы имеем дело с горизонтальной инверсией. В результате получается своего рода разнофациальный инверсионный сиквенс, который можно также назвать географическим – по лежащему в его основе географическому циклу.

Следует отметить, что автором используются здесь только однонаправленные циклиты и не применяется широко распространенный тип разнонаправленного прорециклита – так называемый трансгрессивно-регрессивный цикл. Это есть следствие применения концепции ГЦ. Исходный континентальный проциклит отражает неизменную направленность процесса сглаживания рельефа от одной тектонической фазы до другой (в пределах одного иерархического порядка). Морской рециклит является его производной и поэтому его вектор также постоянен. Разнонаправленные циклиты существуют (проре- и репроциклиты по Ю.Н. Карогодину [3]), но отражают совсем другую сторону процесса [2].

Решающее значение в выборе морской производной от континентального проциклита имеет решение вопроса о том, что является аналогом границы сиквенсов, определяемой по сейсмическим шифтам на периферии осадочного чехла. Этот вопрос вообще является камнем преткновения в сиквенс-стратиграфии. Разные варианты ответа создают многочисленные вариации в рамках некогда единого научного направления, и уже есть работы, посвященные их классификации.

Концепция ГЦ решает этот вопрос однозначно: периферийная граница сиквенсов соответствует в морском бассейне началу регрессии. Массовое поступление терригенного материала в осадочный бассейн в начале ГЦ сразу создает положительный баланс материала в береговой зоне. Как результат, начинается проградация – сначала медленно, а потом все быстрее. Таким образом, в категориях сиквенс-стратиграфии аналогом границы сиквенсов в морских разрезах является поверхность максимального затопления (*maximum flooding surface - mfs*).

В спектре разновидностей сиквенс-стратиграфии авторской модели инверсионных (географических) сиквенсов наиболее близка модель генетической сиквенс-стратиграфии У. Галлоуэя [4]. В морской фациальной области этот автор выделял сиквенсы точно так же – по *mfs*. Правда, тип циклита у него регрессивно-трансгрессивный (репроциклит по Карогодину), но это не принципиально. Главное – сиквенс начинается с регрессии. Отметим, что Галлоуэем не рассматривал вопрос о соотношении его генетических сиквенсов и их составных частей с понятиями сейсмической стратиграфии.

В последнее время выяснилось, что одной горизонтальной инверсии для понимания циклического строения разрезов недостаточно. На ее основе оказалось невозможным построение региональных стратиграфических схем. Как известно, смена континентальных и морских фаций в региональном масштабе происходит

не только по латерали, но и по разрезу – как результат крупных трансгрессий и регрессий. Соответственно, в вертикальном направлении должны меняться упомянутые типы циклитов, что можно назвать вертикальной инверсией.

Поясним это с помощью двух рисунков. Первичная авторская модель инверсии циклитов приведена на рис. 1. Здесь аллювиальным базальным песчаникам соответствуют морские глины, а континентальным глинам – морские песчаники. В обеих частях схемы песчаные и глинистые горизонты чередуются между собой. Однако все попытки автора обозначить положение известных свит в правой (континентальной) части, в области проциклитов, потерпели неудачу. Основных трудностей здесь две. Во-первых, любой «сдвиг» цепочки региональных литостратонов будет ограничен какими-то пределами внизу и вверху. Для юры нижним ограничением является триас, а верхним ограничением – морская верхняя юра и келловей, твердо зафиксированные биостратиграфией. Если смещать цепочку вверх, то внизу на границе с триасом возникнет пустая ячейка, а вверху на «стыке» тюменской и васюганской свит произойдет наложение одного стратона на другой. Во-вторых, в нижней юре имеется такой стратон как тогурская свита, которая надежно привязана к нижнему тоару, и любые попытки ее передатировки с помощью циклических построений встречают обоснованные возражения.

Горизонт	Ямало-Гыданская фациальная область		Обь-Иртышская фациальная область	
	Литотип	РГЦ	Литотип	РГЦ
Малышевский	•••••	•••••	■	▲
Леонтьевский	■	▲	•••••	■
Вымский	•••••	•••••	■	▲
Лайдинский	■	▲	•••••	■
Надояхский	•••••	•••••	■	▲
Китербютский	■	▲	•••••	■
Шараповский	•••••	•••••	■	▲
Левинский	■	▲	•••••	■
Зимний	•••••			

Рис. 1. Принципиальная циклическая схема соотношения песчаных и глинистых толщ на уровне региональных стратиграфических горизонтов в нижней и средней юре Западной Сибири [1]

Решение возникших проблем найдено путем введения понятия вертикальной инверсии, которая органично дополняет горизонтальную (рис. 2). Здесь зона постоянных морских рециклитов в левой части и зона постоянных континентальных проциклитов в правой взяты из схемы на рис. 1. Между ними добавлена переходная зона, представляющая собой территорию развития региональных трансгрессий и регрессий. В ней происходит смена фациальных условий по разрезу, что неизбежно влечет за собой смену типов циклитов. Это и есть вертикальная инверсия.

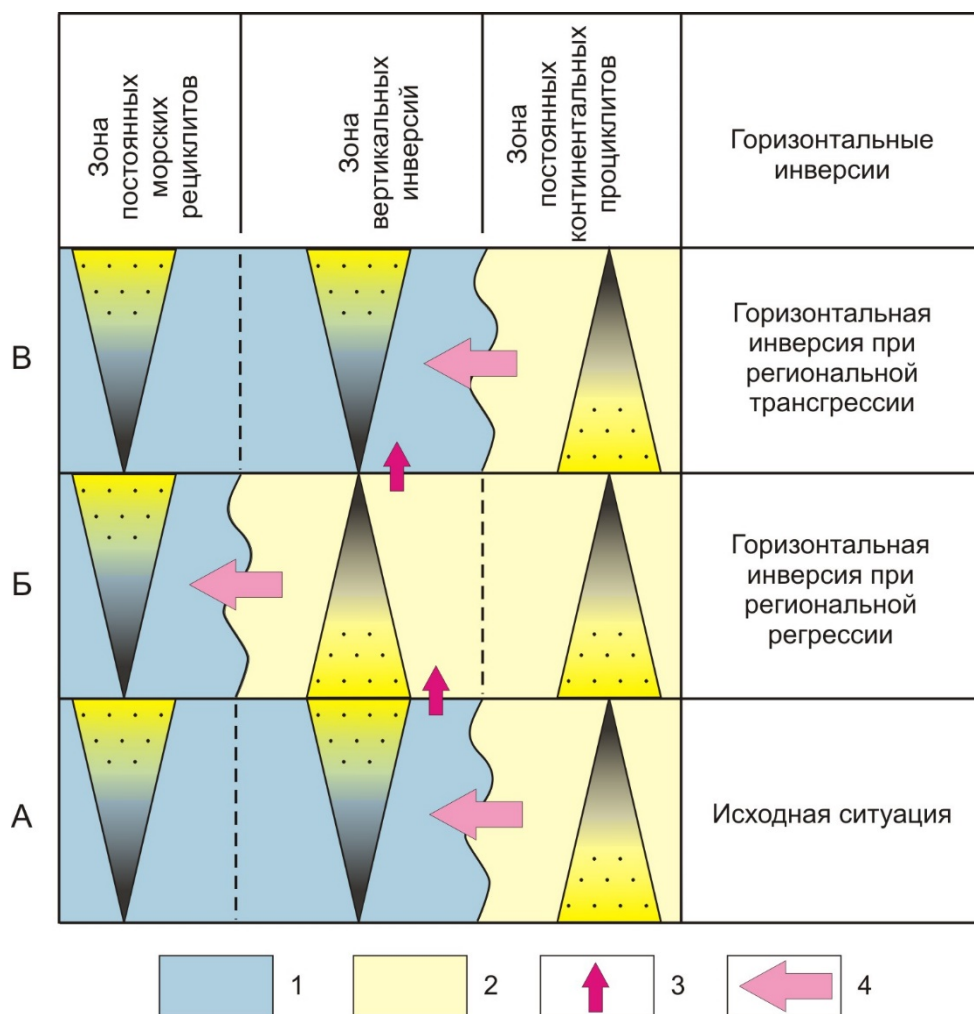


Рис. 2. Принципиальная схема сочетания вертикальных и горизонтальных инверсий циклитов при смене фациальных обстановок:

1 - морская фациальная область, 2 - континентальная фациальная область, 3 - вертикальная инверсия, 4 - горизонтальная инверсия

На первый взгляд, в этом нет ничего примечательного. Однако при внимательном рассмотрении мы видим интересную особенность, на которую до сих пор никто не обращал внимания: в переходной зоне нарушается закономерный порядок чередования горизонтов. Песчаные горизонты могут залегать на песчаных, а глинистые – на глинистых. Первый вариант реализуется в случае ре-

гиональной регрессии, а второй – при трансгрессии. Для обоих случаев есть примеры в юре Западной Сибири.

На основе представленной модели появилась возможность разработки непротиворечивых региональных циклических стратиграфических схем нового поколения. Прототип такой схемы для юры Западной Сибири представлен на рис. 3. Можно видеть, насколько радикально он отличается от широко известной трансгрессивно-регрессивной схемы А.А. Нежданова [5]. Другие варианты в этом плане за прошедшее время не предлагались. Рассмотрим основные особенности схемы снизу вверх.

Положение зимнего горизонта в циклической схеме остается пока неясным. Есть много данных в пользу того, что крупнейшее событие омоложения рельефа произошло на рубеже нижнего и верхнего плинсбаха (так называемое домерское событие). В этом случае нижний регоциклит может быть разнонаправленным прорециклитом и этим будет отличаться от всех остальных.

Левинско-шараповский и тогурский РГЦ имеют вид типичных бассейновых рециклитов. Поэтому тогурская свита остается на своем месте в основании тоара, но выше нее возникает место для новой свиты песчаного состава, которая должна отвечать надояхскому горизонту. Анализ каротажных диаграмм некоторых скважин в Томской области (Южно-Пыжинская 1) показал, что регрессивные морские песчаники, связанные с тогурскими глинами постепенным переходом, в разрезе имеют [6]. Они отделены от салатских песчаников несогласием. Эти песчаники необходимо выделить в отдельную свиту, которой предлагается дать временное оперативное название «надтогурская» свита.

На рубеже нижней-средней юры имеет место региональная регрессия. «Надтогурскую» свиту перекрывают аллювиальные базальные песчаники салатской свиты и ее аналогов. Таким образом, мы получаем залегание одного песчаного горизонта на другом, что и является примером вертикальной инверсии. В европейских разрезах этот уровень примерно соответствует контакту лейаса и доггера в Англии, или черной и коричневой юры в Германии.

Лайдинско-вымский и леонтьевско-малышевский регоциклиты остаются в том виде, как они показаны на рис. 1. Здесь проявлена горизонтальная инверсия. Тюменская свита леонтьевско-малышевского РГЦ рассматривается как имеющая двучленное строение, и в верхней ее части развит глинистый горизонт [7]. Тем самым решается проблема наложения одного горизонта на другой.

Далее следует келловой-верхнеюрская трансгрессия, нижневасюганские морские глины ложатся на континентальные глины тюменской свиты. Здесь происходит вторая вертикальная инверсия мезоциклитов в юре Западной Сибири. Широко известный песчаный пласт Ю₂ вместе с пластом Ю₂⁰ (пахомовская пачка) есть не что иное как регрессивные песчаники наступающего моря. Они входят в состав циклитов низшего порядка и должны быть отнесены к тюменскому мезоциклиту. Начало нового ГЦ отвечает началу нового этапа интенсивного поступления материала, что в морских условиях знаменует начало регрессии. Поэтому васюганская свита должна начинаться не с трансгрессивных сис-

темных трактов, а с мощной пачки глин. В практическом плане это означает возврат к старому варианту выделения свиты до 1991 г.

Отдел	Ярус	Ямало-Гыданская фациальная область н.-с. юры (морская)			Обь-Иртышская фациальная область н.-с. юры (комплексная)		
		Горизонт	Свита	Циклит	Основные свиты	Циклит	
Верхняя юра	Оксфорд-кимеридж-волга	Баженовский	Баженовская		Яновстанская		
		Георгиевский	Абалакская		Верхне-сиговская подсвита		
		Васюганский					
Средняя юра	Келлов.	Мальшевский	Мальшевская		Тюменская		
		Леонтьевский	Леонтьевская				
	Аален	Вымский	Вымская		Салатская	Радомская пачка	
		Лайдинский	Лайдинская				
		Надояхский	Надояхская			"Надтогурская"	
Нижняя юра	Тоарский	Китербютский	Китербютская		Тогурская		
		Шараповский	Шараповская				
	Плинсбах	Левинский	Левинская		Урманская		
		Зимний	Зимняя				

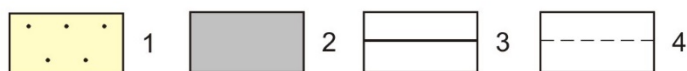


Рис. 3. Принципиальная инверсионная схема соотношения песчаных и глинистых толщ на уровне региональных стратиграфических горизонтов в юре Западной Сибири:

1 - преимущественно песчаные отложения, 2 - преимущественно глинистые отложения, 3 - границы циклитов, 4 - границы горизонтов и пачек внутри циклитов

Наибольшие трудности вызывает интерпретация положения в структуре мезоциклитов георгиевского горизонта. В некоторых известных схемах он рассматривается как трансгрессивный этап георгиевско-баженковского цикла [5]. Однако, следуя принятой автором логике, морской циклит надо начинать с регрессии. Очевидно, она началась с основания яновстанской свиты, т. е. с баженковского горизонта. Куда же тогда отнести георгиевский этап? На деле он представляет собой трансгрессивный ряд регрессивных циклитов, индексированных на северо-востоке Западной Сибири как пласты СГ₁₋₄. В принципе, такую трансгрессию следует считать финальной и в этом случае объединять с васьганским мезоциклом. Здесь, однако, георгиевский горизонт выделен в качестве самостоятельного объекта, вне мезоциклов, поэтому на рис. 3 он выглядит слегка необычно.

Баженковский мезоциклит установлен в объеме яновстанской свиты – вместе с регрессивными песчаниками в кровле, относящимися уже к мелу. Примечательно, что аналоги баженковской свиты, выделяемые на периферии бассейна по радиоактивному каротажу, занимают в этом мезоциклите срединное положение.

Таким образом, совместное использование горизонтальной и вертикальной инверсии циклитов позволяет адекватно решать задачи разработки региональных циклических схем, корреляции разнофациальных отложений и т.д., и тем самым значительно расширяет возможности фациально-циклического метода.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бейзель А. Л. Роль берега как барьерной зоны при формировании осадочной цикличности // Вестник Томского гос. ун-та. Серия «Науки о Земле». – 2003. – № 3 (1). – С. 36–38.
2. Бейзель А. Л. Модель формирования нефтегазового резервуара на основе концепции географического цикла // Изв. Томск. политех. ун-та. - 2010. - Т. 316. - № 1. - С. 52-57.
3. Карогодин Ю.Н. Седиментационная цикличность. - М.: Недра, 1980. - 242 с.
4. Galloway, W. Genetic stratigraphic sequences in basin analysis I: architecture and genesis of flooding surface bounded depositional units // AAPG Bulletin.- 1989. - V. 73. - P. 125-142.
5. Нежданов А. А. Некоторые теоретические вопросы циклической седиментации // Литмологические закономерности размещения резервуаров и залежей углеводородов. – Новосибирск: Наука. – 1990. - С. 60-79.
6. Бейзель А. Л. Основные аспекты фациально-циклического анализа терригенных разрезов (на примере юры Западной Сибири) // Современные проблемы седиментологии в нефтегазовом инжиниринге: Труды III Всероссийского научно-практического совещания. ТПУ.- Томск: Изд-во ЦППС НД, 2017. - С. 15-19.
7. Итоги изучения фаций и палеогеографии мезо-кайнозоя для прогноза нефтегазоносных толщ на севере Западной Сибири / Галеркина С. Г., Веренинова Т. А., Чирва С. А., Крохин И. П., Рейнин И. В., Лазуков Г. И. // Геология и нефтегазоносность севера Западной Сибири. Труды ВНИГРИ, 1963. Вып. 225. – С. 121-166.

© А. Л. Бейзель, 2019