

3. Άοδαθε Ο.Ά., Έτιοιδιαε- Ά.Υ., Ιεεοεαίει Ε.Ε., Ιεοι- ιία Ρ.Ε., Ινόδυε Ά.Ά., Οαδοό.Ά.Ι. Ιάειοιδυά çαείιιαδ- ιίνθε ðαçιαυαίεý è òñείλαéý òιθιεðίλααίεý çαεάæαé ιάð- òè è äαçà äιαçίçίηέεð ιòείæαίεýð Çαίαιί-Νεαéðñέίε Ιεçιαίίηòè è Νεαéðñέίε Ιεαòοιðιύ //Çαείιιαðίηòè ðαçιαυαίεý è òñείλαéý òιθιεðίλααίεý ιάðοýιύð è äαçιαύð ιαñoιðίæαáίεé Çαίαιί-Νεαéðñέίε Ιεçιαίίηòè. - Ορ- ιαίι, 1965. - Ν. 22-37. (Οð.ÇαίίΝεαίΕΆΕ, Άυι. 3).
4. Άοδαθε Ο.Ά., Ιεεοεαίει Ε.Ε., ΝòäñíñáεύòááΒ.Ç. Çαείι- ιαðίηòè ðαçιαυαίεý è òñείλαéý òιθιεðίλααίεý çαεάæαé ιάðòè è äαçà äιαçίçίηέεð Ιòείæαίεýð Çαίαιί-Νεαéð- ñέίε Ιεçιαίίηòè //Άεýγία ðáεοίηε-áñεéð ðáεοιðία ίá ιάðòáαçίιηίηòè. - Οριαίι, 1972. - Ν. 184-186. (Οð. ΝΙΕΕΆΕΙΝ, Άυι. 131).
5. Øτεευαίι Ά.Ε. Έτεε-áñòäáιύé Ιðίαιç ιάðòáαçίι- ηίηòè. - Ι.: Ιάáðá, 1982. -215 ñ.
6. Οáεοίηε-áñείá ñòðίáίεá è εñοιðεý ðáεοίηε-áñείá ðαç- áεòεý Çαίαιί-Νεαéðñέίε äáíηεíáεéεçυ äιαçίçία è εáεί- çία /Ά.Α. Έτιοιδιαε-, Νρ. Άεýγáá, Ά.Υ. Έτιοιδιαε- è äð. //Άáηεíáéý è äáιðεçεá. - 2001. - Õ.42. -¹ 11-12. - Ν. 1832-1845.
7. Έτιοιδιαε- Ά.Α., Άεýγáá Ν.ρ., Έτιοιδιαε- Ά.Υ. Έðεðá- ðèè εεáññεðèεáðèè Ιεαòοιðιαίιýð ñòðεòòð // Άáηεíáéý, äáιðεçεá è ðαçðááιðεá ιάðòýιýð è äαçιαύð ιαñoιðίæ- ááίεé. - 2004. -¹ 1. - Ν. 47-59.
8. Είηòðóεòéý ηι Ιðεíáíáίεð εεáññεðèεáðèè çáηáñía ίá-

- ñοιðίæááίεé, Ιáðñíaεèááιýð è Ιðίαιçίýð ðáñòðñía ιάðòè è áιðð-èð äαçία. - Ι., 1984. - 64 ñ.
9. Οáιοίááα Ο.Ι., ΆεýγááΝρ. Οñεíáéý ðαçιαυαίεý ιάðòý- ιýð è äαçιαύð ιαñoιðίæαáίεé ä Çαίαιί-Νεαéðñέίε Ιáð- ðááαçίιηίε Ιðίáεíεèè // Ιáððèáεú áηεéááía VII Ιáæ- áοíáðίáίηé είιòáðáιòèè «Ííaúá εááè á íáòεáð í Çáηεá». - Ι.: Οίεááðñεðáð «Έτεæιύé áηι», 2005. - Õ. 1. - Ν. 230.
10. ΆεýγááΝ.ρ., Οáιοίááα Ο.Ι. Οáεοίηε-áñεéé είιòðíεý εðòιíýð è äεááιòñεéð ιαñoιðίæαáίεé ιάðòè è äαçà á ñá- äáðίηε -áñòè Çαίαιί-Νεαéðñέίε äáíηεíáεééçυ //Άáηεíá- ίε-áñεáý γáηεðéý εεòιñòáðυ Οáιòðáεúí-Άçεáðñείá Ιááεæáηίá ηιγñá (ιò Ιεááía è είιòεíáιòð). - Έðεóòñε: Έçá-áη Έí-òá äáíáðáðèè Νί ÐÁÍ, 2004. - Õ.1.- Ν. 38^0.
11. Οáιοίááα Ο.Ι., Εóçíaοίá Ρ.Ο., Ιáððáεíá Ρ.Α. Οáεοί- ηε-áñεéé είιòðíεý ðαçιαυαίεý äεááιòñεéð è εðòιíýð Ιá- ñοιðίæαáίεé ιάðòè ίá ðáððεòιðèè ðááηεíáη Ιðεíáυý Çαίαιί-Νεαéðñέίε Ιáðòáαçίιηίε Ιðίáεíεèè // γáηεð- éý ðáεοίηε-áñεéð Ιðιáññía á εñοιðεé Çáηεé. Ιáððáεá- éý ηηεíááæáηε øεíεý-είιòáðáíεèè XXXVII ðáεοίηε-á- ñεíáη ηíááυαίεý. - Ι.: ΆÁÍΝ, 2004. - Ν. 105-108.
12. Οáιοίááα Ο.Ι., Εóçíaοίá Ð.Ι. Ιáεíοιðύá ðáεοιðύ, áεé- γðεá ίá ðáñιðááááίεá ιαñoιðίæαáίεé ιάðòè ίá ðáððé- òιðèè ðááηεíáη Ιðεíáυý Çαίαιί-Νεαéðñέίε äáíηεíáεéé- çυ //Ιáðòυ è äαçÇαίááίηé Νεαéðè. Ιáððáεáεú Ιáæá- ίáðίáίηé Ιáó-íι-ðáοίηε-áñείε είιòáðáιòèè (25-27 Ιεòýá- ðý 2005 á.). - Οριαίι, 2005. - Ν. 11-12.

ΟΆΕ 551.8:551.7

ΕÇΙΑΙΑΙΕΡ ΕΙΟΑΙΝΕΑΙΙΝΟΕ ΝΙΙΝΑ ΙΝΑΑΕΙΑ -
 ΙΝΙΑΙΙΕ ΟΑΕΟΙΘ ΙΑΔΑÇΙΑΑΙΕΡ ΙΝΑΑΙΧΙΥΟ ΕΙΙΙΕΑΕΝΙΑ
 (ΙΑ ΙΑΟΔΕΑΕΑ ΡΔΥ ÇΑΙΑΑΙΕ ÇΑΙΑΑΙΕ ΝΕΑΕΔΕ)

Α.Ε. Άáηçáεý
 (Έίηòεòòð äáηεíáεè ιάðòè è äαçà Νί ÐÁÍ)

Ðáññιòðáιý ñòðίáίεá ðαçðáçía è áεíáηεá εð ðαçáεòεý á ááòð εεð-á- áυò çíáð ηñááι-ííáι -áðεá: ίá ááι Ιáðεðáðèè è á çíá Ιáðáοίáá ιò είιòè- ίáιòáεúιýð ðáεèè è ιιòñεéι. Ιιòñεá ηñááι-ιύá øεéú γáεýðñý Ιðίεç- áíáιιé áεεðáεáεúιýð. Ά ðá Çαίááηé Νεαéðè áυááεáιý çεíεé, εááεí- ñεí-øáðáñηεéé, εéðáðáñεí-Ιαáιγíòεéé, εáεáεíñεí-áυιñεéé, εáíιòááñεí- Ιáεúøááñεéé è ááñðááηεéé ηñááι-ιύá είιηεáεñύ. Ά εð ñιñòáá á είιòè- ίáιòáεúιé ðáεáεúιé Ιáεáñòè Ιáñ-áíύá ðίεúε Ιáοíáγòñý áηεçò, á áεé- ίεñòύá - áááðòò, á á ιιðñέίε - Ιáíáíòιð.

A composition of sedimentary sections and dynamics of their development are considered in two key zones of the sediment cover in its periphery and in the sea-land interaction zone. Marine sedimentary cycles are derivates from alluvial ones. In the Jurassic of West Siberia several sedimentary complexes are estab- lished: Zimnyi, Levin-Sharapov, Kiterbyut-Nadoyakh, Laidin-Vym, Leontiev-Maly- shev, and Vasyugan. In their composition in continental cycles sands are at the bottom and clays are above; and in marine cycles - vice versa.

Άááááηεá

Ιðè áíáεèçá äáηεíáε-áñείáη Ιðιøεíáη ηñááι-ιύð ááññáεíá εíááð ιαñoι γáíáý Ιááηιðáίεá ðίεε είιòè- ίáιòáεúιýð Ιðιáññía á ιιðñεíη ηñááηíáðαçιαáίεè. Έηιηεáεñ ðáεοιðία, ááεñòáòðυεð á Ιðεáιιýð ιιð- ñεéð ááññáεíáð, ñ-εòááòñý ñáηίáñòáοι-ιύι äεý ηι- ñòðίáίεý Ιáυγñιεðáεúιýð ηíááεáé è áεíηòáç. Ιáεáí- εáá ðáðáεòáðιύι Ιðεíáðιι ðáεíáη ðίáá γáεýáðñý øε- ðίεí εçááñοíáý είιòáιòεý ñεεááíñ-ñòðáðεáðáðèè [33]. Ιðáεèè-áñεè áñá ηñòðίáίεý á γοίε είιòáιòεè áááòò-

ñý áηεðáá είιηεáεñá ηñááεíá Ιáðáðίá- ίηé çíιý ιò είιòεíáιòáεúιýð òñεíáεé è ιιðñεéι, á á εá-áñòáá áááòύááη ðáε- òíðá Ιðιñòðáíñòááίι-áðáíáííáη ááε- æáίεý ðáεèè Ιðεíεíáðñý εçιαíáίεý òðíáιý ηιðý. Ιáñιιòðý ίá òι, -ðι ηíη- áηε áυááεáίεý ñáεñιηεíηεáεñía è, á εííá-ιίη ñ-áòá, ñεεááíñía γáεýðñý ñáε- ñηε-áñεéá ááíιύá í ðáðáεòáðá Ιðεéááá- ίεý ñεíáá íá Ιáðεòáðèείηé -áñòè ηñááι- ííáι -áðεá, äáηεíáε-áñεíá ñòðίáίεá ðαç- ðáçía á γοίε -áñòè -áðεá á ñεεááíñ-ñòðá- òεáðáðèè ίá ó-εòύáááðñý. Ιáæáó ðáι γοίι ñòðίáίεá ηηεíñòυð ñíáεáñòáðñý ñ áυááεýáιιιé ñáεñιηεíηεáεñíaè è Ιáðίáεòñý ñ ηεíε á ðáñίηé áá- ίáðè-áñεέίε ñáýçε.

Άεááιυι Ιðιòεáιðá-εáι ηíááεáε ñεíáíáðαçιαá- ίεý, ηñíááιιýð εñεεð-εòáεúιí ίá είεáááίεýð òðíá- ίý ηιðý, ηíæáη ñ-εòáòυ òι Ιáñοιγðáεúñòáι, -ðι ηιð- ñεéá ðαçðáçυ á εò ðááεèðεíηίηé εíòáðιðáðáðèè ñáε- ááòáεúñòáòðò í Ιáεè-εè áυñòðύð ðááíñáðáññεè è Ιáá- εáιιýð ðááðáññεè, á ñòðίáίεá είιòεíáιòáεúιýð ðαç- ðáçía áηáηðεò í ðáçεèð Ιáááίεýð áαçεñá γοίçεè è Ιáá- εáιιιýð ááη ηíáυáíáð. Νεεááíñ-ñòðáðεáðáðεý áυðίáεò

из этого затруднительного положения за счет того, что «разводит» данные события во времени, выделяя границы сиквенсов для падения уровня моря и трансгрессивные поверхности для его подъема [32]. Остальные концепции так или иначе игнорируют эту проблему, поскольку не ставится вопрос о конкретной корреляции морских и континентальных циклитов. Их развитие рассматривается как независимое. Об этом можно судить на основании новейшей отечественной сводки по геологии осадочных бассейнов [23].

Следует отметить, что подошвы базальных конгломератов на континенте и крупных глинистых толщ в морских разрезах как литостратиграфические границы имеют некоторую эвристическую общность, заметную при самом общем анализе геологии бассейнов. Во-первых, они являются наиболее фундаментальными в своих фациальных областях. В континентальных сериях, начинающихся с конгломератов и заканчивающихся глинами, нет других поверхностей, кроме кровли и подошвы, которые можно было бы сопоставить с не менее фундаментальными трансгрессивными поверхностями синхронных морских серий. С другой стороны, в составе морских осадочных циклов нет границ, которые можно было бы рассматривать как свидетельство резких падений базиса эрозии, после которых происходит его медленный подъем. Во-вторых, эти рубежи сходны между собой еще и тем, что знаменуют собой крупные, почти внезапные высокоэнергетические события, которые выводят осадочную систему из равновесия, а затем следует длительный период релаксации и система постепенно возвращается в равновесное состояние.

Причина недооценки процессов, происходивших на суше, заключается, по-видимому, в том, что стратиграфия континентальных отложений по своей дробности и обоснованности значительно уступает таковой в морских разрезах. По сути, сейсмокомплексы, лежащие в основе сиквенс-стратиграфической шкалы, являются примером наиболее детальной корреляции разнофациальных разрезов в региональном масштабе. Традиционные методы корреляции (лито- и биостратиграфические) заметно отстают в этом отношении от сеймостратиграфии.

Чтобы оценить роль континентальных факторов в формировании упорядоченной структуры осадочного чехла, рассмотрим процессы слоеобразования в двух ключевых районах – на окраине осадочного чехла и в зоне перехода от континентальных фаций к морским.

Динамика накопления осадков в краевой зоне осадочного чехла

На окраине осадочного чехла динамика седиментационных процессов проявляется наиболее отчетливо. Эта зона ближе всего расположена к источникам сноса – горным и возвышенным системам, где происходят значимые для формирования чехла тектонические и климатические процессы. В строении разрезов здесь преобладают динамичные потоковые фации

(аллювиальные, делювиальные и т. д.), и в меньшей степени развиты застойные обстановки (пойменные, озерные и др.).

Циклическое строение осадочных толщ, формирующееся под воздействием тектонических процессов в области размыва, наиболее полно было освещено в работах В.П. Казаринова [10 и др.]. В качестве основной структурно-вещественной единицы в строении чехла этот автор выделял осадочную серию. Под ней он понимал мощную и сложную по составу толщу, отвечающую крупному единому седиментационному циклу, который начинался с момента поднятия горной страны и продолжался до каких-то конечных, обычно значительных степеней ее выветривания. Осадочная серия продолжалась до нового существенно поднятия, возобновляющего режим горной страны в областях денудации. В наиболее типичном выражении серия начинается с терригенных образований с грубозернистой базальной пачкой, выше по разрезу представлена карбонатными породами и завершается она хемогенными осадками и корой выветривания. В области развития преимущественно терригенных пород серия начинается с конгломератов, которые сменяются песчаниками, а в кровле представлена глинистой угленосной толщей.

Продемонстрировать строение разрезов в окраинных зонах можно на основе данных сейсмической стратиграфии, которые дают наиболее широкое представление о предмете, а также по результатам детальных геологических работ на некоторых ограниченных участках. Строение периферийных частей разрезов на основе анализа временных разрезов подробно рассмотрено в работе [27]. В Западной Сибири глубокопогруженные разрезы (от нижней половины мела и древнее) в периферийной области чаще всего ограничены дизъюнктивными нарушениями, а более молодые отложения залегают на небольшой глубине, что весьма ограничивает возможности прямого применения метода выделения сеймостратиграфических комплексов в регионе.

По материалам работ [21, 27] составлен рис. 1. На нем представлена схема формирования последовательности из трех осадочных циклов в краевой зоне чехла. Циклы в данном случае соответствуют сейсмокомплексам. За время формирования каждого отдельного цикла происходит постепенное расширение площади седиментации, и если трансгрессивно налегают на породы субстрата. Пронумерованными точками показано положение края осадочной толщи на конец отложения каждого слоя. Этот тип залегания слоев по отношению к границам осадочного комплекса в сеймостратиграфии называется «прилеганием» (onlap). По окончании формирования первого осадочного цикла и в начале следующего эта точка резко смещается назад по направлению сноса материала. В плане это выражается в сокращении площади седиментации и отступании края осадочного чехла внутрь бассейна. Краевые участки, которые в конце предыдущего цикла были зоной аккумуляции, превращаются в область

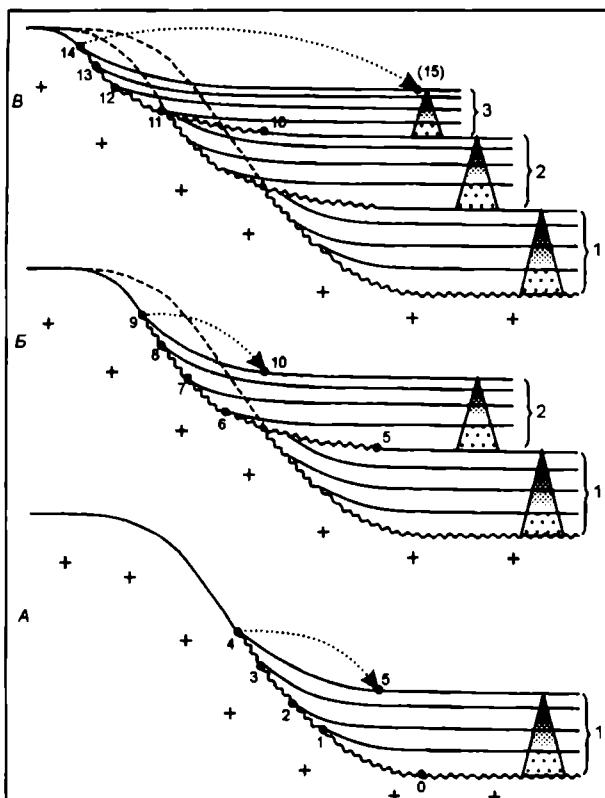


Рис. 1. Принципиальная схема формирования последовательности из трех циклитов в краевой зоне осадочного чехла:

А, Б, В – последовательные стадии образования циклитов; 1 – несогласные (эрозионные) границы, 2 – точки края осадочного чехла на конец образования каждого слоя, 3 – перемещение точки края осадочного чехла в начале образования очередного циклита, 4 – границы эродированных склонов за время образования второго и третьего циклитов, 5 – символы проциклитов (от грубых осадков внизу до тонких вверху)

эрозии. Здесь господствует площадная денудация, и образуются системы врезанных речных долин. В это время за счет размыва части нижележащих отложений формируется поверхность несогласия, разделяющая смежные комплексы. По направлению сноса это несогласие переходит в согласную границу. Через некоторое время после начала формирования нового осадочного цикла процесс расширения чехла возобновляется, врезанные долины заполняются осадками, и осадочный чехол распространяется за пределы, достигнутые в конце предыдущего цикла. На третьем цикле все повторяется сначала. Образовавшиеся осадочные тела отвечают отдельным импульсам сноса (см. далее). Последовательность показанных на схеме осадочных циклов образует так называемый суперцикл [4], т. е. единицу более высокого порядка.

По сравнению с сейсмостратиграфической и сиквенс-стратиграфической моделями [21, 32] в данную схему на основании геологических данных добавлен существенный элемент: выделяемые на периферии чехла сейсмокомплексы сопоставлены с осадочными циклами, которые имеют так называемую прогрессив-

ную (трансгрессивную) структуру, т. е. состав слагающих их осадков меняется снизу вверх от грубых разностей к более тонким. Эти осадочные циклы идентичны сериям В.П. Казаринова. На рис. 1 они показаны треугольниками с песчаниками в основании и глинами в верхней части. Суперцикл обладает тем же свойством убывания интенсивности, когда первая фаза наиболее «сильная», а последующие образуют затухающий ряд.

Такое поведение краевой точки – постепенное продвижение вверх по склону в процессе накопления седиментационного цикла и резкое смещение в обратном направлении на границе со следующим циклом – характерно для всего осадочного чехла и практически не знает исключений. Об этом можно судить по сиквенс-стратиграфической шкале мезокайнозой [31]. Траектория движения краевой точки осадочного чехла во времени и пространстве показана в этой схеме линией берегового (седиментационного) налегания (coastal onlap), которая составляет основу всей шкалы. Последняя насчитывает 125 сиквенсов за геологическое время 250 млн лет от триаса до настоящего времени, и все они имеют описанное асимметричное строение. Смещение краевой точки в сторону бассейна в начале каждого цикла показано в хроностратиграфической схеме горизонтальными отрезками кривой берегового налегания, что подчеркивает изохронность или, точнее говоря, одномоментность этих событий. Таким образом, сейсмическая картина берегового налегания представляет собой свидетельство фундаментальных процессов, происходящих на окраине осадочного чехла и лежащих в основе его формирования.

Как же выглядит эта, по существу, геометрическая картина в свете традиционных геологических данных? В Западной Сибири за примерами следует обратиться к разрезам более молодых осадков – верхнемеловых и кайнозойских. Только их краевые части сохранились от последующего размыва в дизъюнктивных блоках. Ритмически построенные толщи разнофациальных отложений и системы врезанных долин подробно описаны в работах А.В. Лейпцига, А.П. Левиной и их соавторов [5, 18 и др.], посвященных геологическому строению, стратиграфии и бокситоносности верхнего мела и палеогена Южного Зауралья и Тургайского прогиба. На основе изучения разрезов осадков, выполняющих врезанные долины, названными авторами выделены осадочные ритмы и соответствующие им колебательные циклы малоамплитудных тектонических движений. Каждый цикл начинается с быстрого поднятия территории, размыва образовавшихся ранее осадков и образования на поверхности приподнятых равнин разнообразных эрозионных и эрозионно-карстовых форм рельефа. Вторая более продолжительная часть каждого цикла выражена нисходящими движениями, накоплением комплекса осадков, разрез которых отражает постепенное выравнивание рельефа континента и представлен переходом от грубых осадков к более тонким. Каждый ритм завершается образованием коры вы-

ветривания, которая в начале следующей фазы подвергается размыву. За счет перераспределения продуктов кор выветривания в базальных частях ритмов образуются промышленные залежи бокситов. В сводном разрезе мела и палеогена Тургая наборы осадочных ритмов образуют ряды, демонстрирующие затухание интенсивности колебаний. А.В. Лейпциг и его соавторы подчеркивают, что описанные ими осадочные ритмы могут отличаться по строению разреза и составу слагающих их пород, но строго синхронны в пределах Тургайского прогиба и обрамляющих его структур.

На наш взгляд, осадочные ритмы Тургая есть не что иное, как проявление рассмотренных выше процессов формирования сейсмостратиграфических комплексов и связанных с ними осадочных циклов в краевой зоне чехла (см. рис. 1). Поскольку стратиграфия континентальных отложений в силу объективных причин разработана менее детально, чем морских, осадочные ритмы получились здесь укрупненными. В целом они соответствуют суперциклам (сиквенсам второго порядка) сиквенс-стратиграфической шкалы. Однако интерпретация этих явлений в Тургайском регионе совершенно иная. Специалисты по бокситам в своих работах ни словом не упоминают о колебаниях уровня моря. Впрочем, авторы сиквенс-стратиграфии и сами прямо указывают, что механизм накопления осадков тылового комплекса контролируется положением уровня моря лишь косвенно или совсем не зависит от него [27, с. 131].

Таким образом, строение разрезов в периферийной части осадочного чехла показывает, что седиментационный процесс носит циклический характер, обладающий рядом особенностей. Край осадочного чехла испытывает асимметричные возвратно-поступательные движения, согласующиеся с осадочными циклами. В начале каждого цикла энергия сноса обломочного материала скачкообразно возрастает, а затем в течение всего цикла постепенно снижается. Есть основания полагать, что описанная картина обусловлена термодинамическими законами, определяющими процессы получения и рассеяния (диссипации) энергии открытыми системами, каковой является осадочная оболочка Земли.

Вопрос о непосредственных причинах изменений интенсивности сноса остается открытым. В принципе, таких причин может быть только две: либо изменение углов наклона местности («омоложение» рельефа и его последующая пенеппенизация – образование осадочных серий, по В.П. Казаринову), либо колебания режима увлажнения ландшафтов, т. е. изменения количества атмосферных осадков и водного стока (климатический фактор). Есть данные как в пользу того, так и другого фактора. По-видимому, они каким-то образом действовали совместно. В настоящее время в рамках МПГК реализуется проект № 476 «Эволюция муссонов и связь между тектоникой и климатом в Азии». Эти исследования, проводимые на кайнозойском материале, вполне могут пролить свет

на природу аналогичных процессов в мезозое и более древних эпохах.

Инверсия циклитов в береговой барьерной зоне

Теперь необходимо проследить, что происходит с осадочными циклами, формирование которых описано в краевой зоне осадочного чехла, в приемном морском бассейне. Для этого рассмотрим динамику процессов слоеобразования во втором ключевом районе – в зоне перехода от континентальных осадков к морским. Именно здесь происходит инверсия вертикальной и латеральной направленности изменения свойств осадков в пределах циклически построенных осадочных тел. Для объяснения этого процесса предложена модель инверсии циклитов в береговой барьерной зоне [1, 2].

В основу модели инверсии положен известный фактор действия берега как барьера на пути осадков из аллювиальной системы в приемный морской бассейн. Согласно данным современной океанологии, большая часть влекомых частиц, взвешенных и растворенных компонентов речного стока, не достигает открытого моря, а осаждаются в пределах речных дельт. До 90 % и более твердого стока отлагается в узкой зоне устьев рек и устьевого взморья [17, 19]. Иными словами, аллювиальные осадочные процессы только доставляют материал к берегу, а волны и морские течения уже перераспределяют его по бассейну. Береговая зона в этом случае служит своеобразным барьером. Существует понятие о балансе осадков в пределах этой зоны, в котором приходную часть составляет поступление материала с речным стоком, а расходную – переработка его бассейновыми процессами [9].

Принцип действия береговой зоны как барьера иллюстрируется рис. 2. В соответствии с представлениями о двучленном строении циклитов (песчаноглинистые либо глинисто-песчаные) можно выделить две стадии их формирования – начальную и конечную. На рис. 2 показано распределение скоростей водных потоков вдоль условного гипсометрического профиля для этих двух стадий.

На начальной стадии в пределах континента господствуют высокие скорости потоков, при которых возможно осаждение только песчаных и более грубых фракций. Большая часть илисто-глинистого материала, согласно приведенной установке современной океанологии о береговом барьере, не попадает сразу в море, а сгружается в устьевой зоне. Здесь происходит торможение речных потоков, и их несущая способность падает практически до нуля. Так как количество тонкого материала велико и по своей абсолютной величине, в береговой зоне устанавливается положительный баланс осадков (осадкоизбыточная стадия). Тип берега в данном случае аккумулятивный, происходит его наращивание в сторону бассейна (проградация береговых фаций, регрессия). Перерабатывающие бассейновые процессы имеют дело только с тонким материалом, и он осаждаются по всему бати-

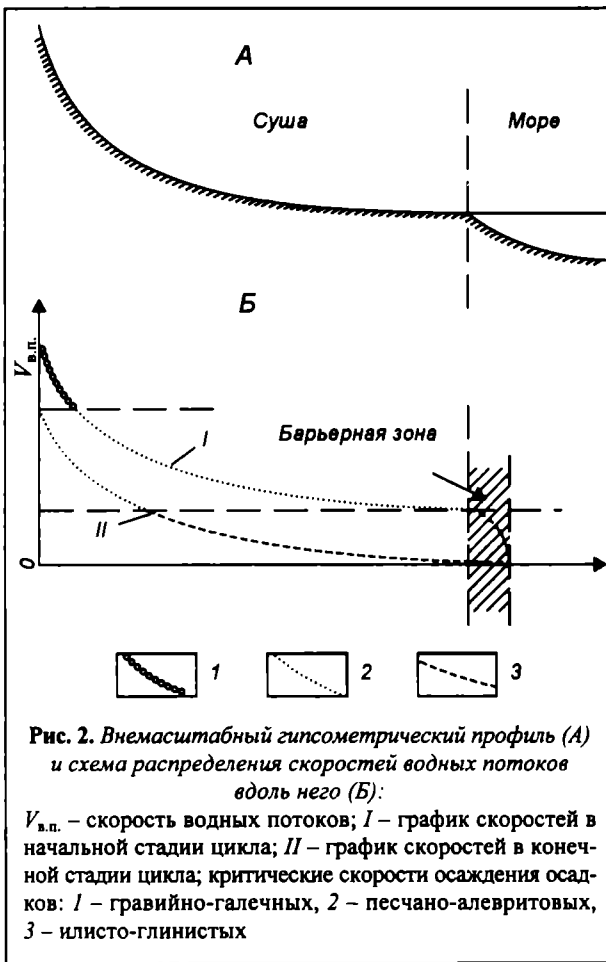


Рис. 2. Внемасштабный гипсометрический профиль (А) и схема распределения скоростей водных потоков вдоль него (Б):

$V_{в.п.}$ – скорость водных потоков; I – график скоростей в начальной стадии цикла; II – график скоростей в конечной стадии цикла; критические скорости осаждения осадков: 1 – гравийно-галечных, 2 – песчано-алевритовых, 3 – илесто-глинистых

условий отмечается во многих случаях в современной субтропической зоне, когда сочетаются низкоэнергетический берег с поступлением большого количества тонкодисперсного материала [27]. В умеренном поясе в устьях рек во время интенсивного стока образуется так называемый ореол заиливания [20].

Таким образом, чем интенсивнее снос, тем больше глинистых осадков отлагается в устье и тем более мощная и выдержанная глинистая толща формируется в морском бассейне. В результате на начальной стадии осадочного цикла в континентальных условиях формируется базальный грубозернистый пласт, а в морском бассейне идет накопление толщи глин.

В условиях положительного баланса материала, когда его приход в береговую зону с речным стоком превышает расход на перераспределение по бассейну, сформировавшиеся на определенном участке высотного-батиметрического профиля береговые барьеры, пляжевые и т. п. песчаные фации продвигаются в сторону бассейна. Формируется песчаный пласт покровного характера, который, беря свое начало от базального пласта в аллювиальном прогрессивном цикле, далеко перемещается в сторону бассейна и одновременно «омолаживается» в возрасте. Действие берегового барьера не позволяет песчаному пласту переходить из континентальной фации осадков (ФО) в морскую, оставаясь при этом на одном и том же фиксированном стратиграфическом уровне. Он обязательно должен «подниматься вверх». Таким образом происходит переход песчаного пласта из нижнего базального положения (в континентальном цикле) в верхнее регрессивное (в морском цикле), а сами осадочные циклы претерпевают инверсию. В континентальной ФО образуется прогрессивный осадочный цикл, а в морской – регрессивный. Их формирование происходит одновременно. Совокупность разнофациальных осадков, отложившихся за время реализации импульса седиментации, образует осадочный комплекс (рис. 3).

метрическому профилю, включая мелководный шельф. Изобилие илесто-материала сказывается еще и в том, что оно существенно снижает энергию волн. Это способствует отложению тонких частиц на мелководье, а также приводит к замедлению проградации береговых фаций на первой стадии цикла [9]. Набор таких

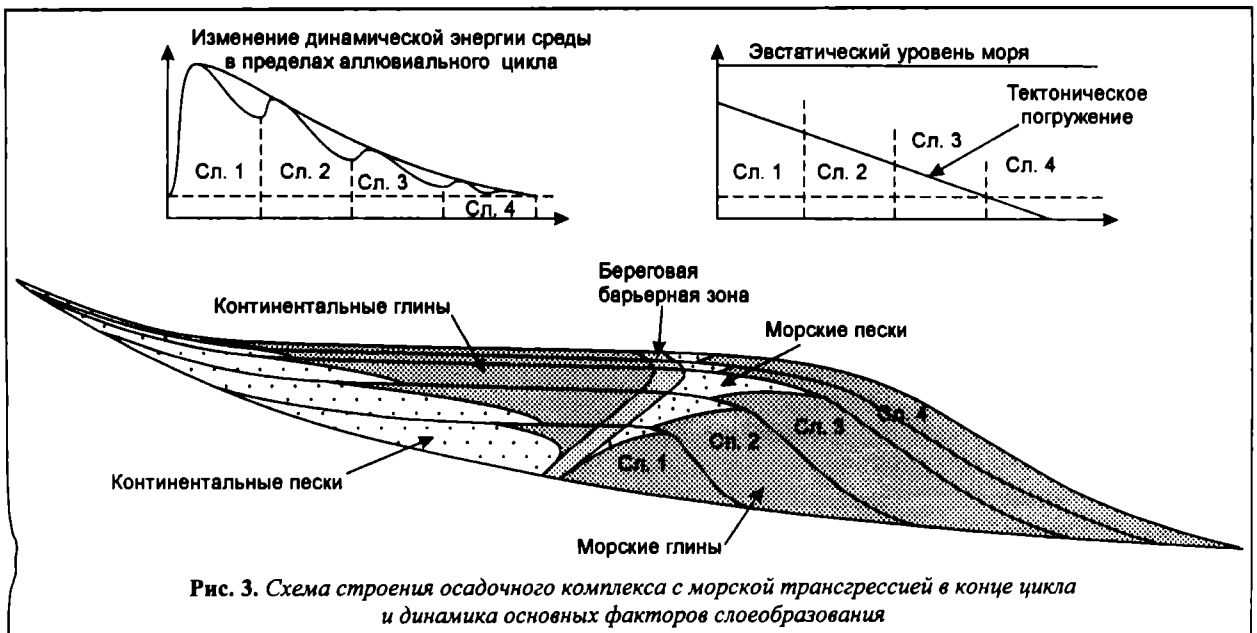


Рис. 3. Схема строения осадочного комплекса с морской трансгрессией в конце цикла и динамика основных факторов слоеобразования

В то время как в морской ФО происходит проградация, в континентальных условиях область накопления песчаных и более грубых осадков непрерывно отступает к периферии осадочного чехла. Это происходит вследствие постоянного ослабления динамики среды осадконакопления в аллювиальных системах и общего снижения скоростей водных потоков. Таким образом, песчаные пласты в морской и континентальной ФО при формировании осадочного цикла как бы разбегаются в противоположные стороны (см. рис. 3).

Проградация береговых песчаных фаций в морской ФО может продолжаться до самого конца осадочного цикла, если баланс материала в береговой зоне остается все это время положительным. Однако в определенных условиях в конечной стадии цикла расход материала на перераспределение по бассейну может превысить его поступление с речным стоком, и баланс изменяется. Как следствие проградация береговых фаций сменяется их ретроградацией, а регрессия – трансгрессией (см. рис. 3).

Пространственно-временное движение песчаных пластов продолжается до тех пор, пока не начнется новый импульс седиментации того же или более высокого порядка. Описанный процесс повторяется снова, но добавляется один важный элемент: в краевой зоне осадочного чехла происходит размыв верхней части осадков, накопившихся в конце предыдущего этапа. Поскольку эта часть разреза сложена преимущественно тонкодисперсным материалом (нередко это коры выветривания), этот материал переотлагается в подошве морской глинистой толщи нового осадочного цикла.

Итак, осадки в морском бассейне отлагаются в обратной последовательности относительно континентального прогрессивного циклита: сначала формируется глинистая пачка, а затем – песчаная. В этом состоит главное содержание модели инверсии осадочных циклов – преобразования аллювиальных проциклитов в морские рециклиты за счет действия берега как барьерной зоны. Она устанавливает связь между осадочными циклами в континентальных разрезах, хорошо выраженными на периферии чехла, и циклически построенными толщами в морских разрезах, объединяя их в единые тела – осадочные комплексы.

Осадочный комплекс – основной составляющий элемент строения чехла

Термин «осадочный комплекс» (ОК) перенят из русского издания работы [27]. В оригинале используется термин *sequence*, который позднее стал применяться в отечественной геологической литературе без перевода (секвенс, секвенция и т. д.). Таким образом, подчеркивается близость понятия осадочного комплекса, как он принимается в настоящей работе, к *сиквенсу* американских авторов. Однако их сходство является скорее морфологическим, а в главном своем качестве – генетической интерпретации – они принципиально различаются.

Основное определение понятия «осадочный комплекс» лишено генетического аспекта – это согласная последовательность взаимосвязанных слоев, ограниченная в кровле и подошве поверхностями несогласия или эквивалентными им согласными поверхностями. По способу своего образования ОК – это совокупность разнофациальных осадков (континентальных, переходных и морских), отложившихся за время единичного импульса сноса материала (см. рис. 3). Импульсы сноса асимметричны – они начинаются с бурной активизации эрозии и сноса, за которой следует длительный период постепенного ослабления и затухания этих процессов. Попутно можно отметить такую эмпирически установленную особенность – асимметрия более ярко выражена у крупных циклов, чем у мелких. Интервал времени возрастания активности по сравнению со временем ее спада относительно короче у более крупных циклов, чем у мелких. Иными словами, чем крупнее цикл, тем резче он наступает.

В рамках предлагаемой модели эвстатический уровень моря принимается за константу, а тектоническое погружение рассматривается как равномерное в пределах одного или нескольких смежных комплексов (см. рис. 3). Характер тектонического погружения понимается здесь точно так же, как в концепции *сиквенс-стратиграфии*. Однако в сравнении с последней ведущий и третьестепенный факторы поменялись местами.

Импульсы сноса непосредственно отражены в разрезах континентальных фаций краевой части осадочного чехла. Они представлены в вертикальном разрезе переходом от грубых осадков к тонким, и осадочные циклы такого типа можно назвать прямыми. В литературе их называют проциклитами [11], осадочными сериями [10] и т. д. По латерали в пределах прямого осадочного цикла происходит смещение участков накопления псаммитового материала в направлении от дистальных частей фациального ряда к проксимальным. В начальной стадии цикла, характеризующейся наибольшей динамикой водных потоков и соответственно максимальным объемом сноса материала, осадки песчаной размерности продвигаются наиболее далеко от источников сноса, но не далее берега приемного бассейна. По мере ослабления динамики водной среды участки преимущественного накопления песчаных фаций отступают назад. Это связано как с выволаживанием гипсометрического профиля (выработкой профиля равновесия), так и с уменьшением общего водного стока с водосборных бассейнов.

В морских разрезах тренды изменения свойств осадков противоположны: по вертикали происходит опесчанивание разреза снизу вверх, а по латерали песчаные фации проградируют в сторону бассейна. В результате здесь образуются так называемые рециклиты [11], т. е. циклиты регрессивной направленности. В иностранной литературе их часто называют *shallowing-up* или *coarsening-up cycles* – мелеющие вверх или грубеющие вверх циклы. Они формируются в результате проградации песчаных фаций пляжа, берего-

вых валов и т. д. в сторону бассейна [28]. В сейсмо-стратиграфии прилегание проградирующего комплекса к подстилающим породам обозначается термином *downlap* (подошвенное налегание). В рамках предлагаемой модели эти циклы можно назвать обратными или инверсионными. Генетически они самым непосредственным образом связаны с прямыми циклами и являются их продолжением в приемных бассейнах. Формирование прямых и обратных осадочных циклов происходит одновременно, и они перекрыты едиными границами несогласия (или соответствующими им согласными поверхностями).

В общем высотно-батиметрическом профиле прямые и обратные циклиты разделены участками береговой барьерной зоны. Очевидно, что сама по себе эта переходная зона должна представлять собой участок с «хаотичным» строением разрезов, т. е. с неопределенной циклической структурой. В конечном счете, прямые и обратные циклиты, а также переходные разрезы разделяющей их барьерной зоны образуют осадочные комплексы, т. е. тела, сформировавшиеся за счет единичных импульсов сноса осадочного материала.

Из генетического определения ОК следует, что границы комплексов должны быть изохронны, поскольку в результате бурной активизации процессов эрозии и сноса материала в начальной фазе цикла условия осадконакопления изменяются одновременно во всей осадочной системе – от верховьев рек до относительно глубоководных участков морей. Следовательно, ОК можно использовать как стратиграфические единицы. Особое значение предлагаемая модель имеет в том отношении, что она позволяет напрямую сопоставлять события на периферии осадочного чехла, где они запечатлены в разрезах континентальных осадков, с морскими разрезами. Это дает возможность на основании изучения морских разрезов судить о событиях, происходящих в удаленных зонах на периферии чехла, а также с высокой точностью датировать эти события.

С большой долей уверенности можно полагать, что иерархия событий в указанных фациальных областях в пределах единых осадочных систем также совпадает. То есть более мощным толщам конгломератов должны отвечать более крупные и выдержанные глинистые морские пачки, и наоборот. Наборы ОК образуют суперциклы (см. рис. 1), а сами осадочные комплексы, в свою очередь, состоят из колебательных циклов более низкого порядка (см. рис. 3). Это придает модели дополнительную прогностическую ценность при построении новых корреляционных схем или оценке уже существующих.

Трансгрессии и регрессии в рамках модели осадочных комплексов приобретают особую интерпретацию. Смещение береговой линии в ту или иную сторону зависит от баланса осадков в береговой зоне – соотношения прихода осадков с речным стоком и их расхода на распределение бассейновыми процессами. В общем случае трансгрессии развиваются в конце

описанных циклов и отражаются, соответственно, в верхней части осадочных комплексов. Условия для развития регрессий, напротив, создаются в начале циклов. Аналогичные соотношения были отмечены еще В.П. Казариновым [7, с. 214], однако он не исходил из осадочного баланса.

На границе осадочных циклов возможны два варианта сочетания трансгрессий и регрессий. Если в конце предшествующего этапа развивалась регрессия, то она сменяется новой регрессией, несмотря на то, что в разрезе происходит смена песчаных осадков на глинистые. Если же в конце первого цикла имела место трансгрессия, то с новым импульсом сноса она сразу прекращается и сменяется регрессией.

Геологические приложения модели осадочных комплексов

Центральное звено предлагаемой концепции осадочных комплексов составляет разработанная автором модель инверсии циклитов в береговой барьерной зоне. Все остальные элементы ОК в отдельности известны в литературе. Поэтому обоснование ОК фактическим материалом должно быть направлено, прежде всего, на поиск свидетельств в пользу существования инверсии. Для этого нужны примеры прямого сопоставления континентальных проциклитов и морских рециклитов с переходными разрезами между ними в едином осадочном бассейне. В настоящее время единственным примером такого рода в юре Западной Сибири является васюганский горизонт (келловей–оксфорд). В его составе имеется латеральный ряд свит с полным спектром фаций от континентальных до глубоководных морских – тяжинская, наунакская, васюганская и частично абалакская. Первая из них сложена типично континентальными фациями и представляет собой серию осадков от конгломератов внизу до глин вверху, вторая имеет переходный характер, третья – типично морская с глинами внизу и песчаной толщей вверху, а четвертая сложена монотонными глинистыми осадками морского глубоководья. Снизу и сверху васюганский горизонт ограничен хорошо выраженными поверхностями несогласия и соответствующими им согласными изохронными границами. В юго-восточной части Западной Сибири имеются данные о размывах в периферической части распространения горизонта на его нижней границе (в кровле тюменской свиты) и в кровле наунакской и тяжинской свит [12, 25, 26]. Необходимые характеристики этих подразделений для интерпретации их как элементов ОК можно найти в официальных стратиграфических схемах, а также в ряде сводных и региональных работ [3, 13, 29, 31 и др.]. Главным элементом, превращающим васюганский горизонт в осадочный комплекс, является переход песчаного пласта из нижнего базального положения в верхнее регрессивное в переходной зоне от континентальных разрезов к морским. Такой переход показан В.А. Конторовичем с соавторами на материале детальных корреля-

ционных профилей скважин в Чузикско-Чижапской зоне нефтегазонакопления (Томская область) [16].

Вышележащие отложения георгиевского и баженковского горизонтов (кимеридж-титон) трудно интерпретировать в отношении их адекватности модели ОК, поскольку в них весьма слабо представлены континентальные фации. Это было время минимального поступления терригенного материала и как следствие максимальной морской трансгрессии в Западно-Сибирском бассейне.

Нижележащие отложения средней и нижней юры, напротив, весьма благоприятны для апробации модели осадочных комплексов, поскольку в них широко представлен полный спектр фаций терригенных осадков эпиконтинентального осадочного бассейна. Более того, в этом отношении данная толща вообще представляет собой уникальный объект, равных которому трудно найти в мировой литературе.

Геологическому строению, стратиграфии, палеогеографии и другим аспектам познания нижней и средней юры Западной Сибири посвящена обширная литература [6, 8, 13, 29–31 и др.]. Общая схема строения этих отложений основана на выделении существенно песчаных и глинистых толщ, чередующихся между собой. Этим толщам присвоен ранг стратиграфических горизонтов. При этом песчаных горизонтов насчитывается пять (зимний, шараповский, надояхский, вымский и мальшевский), а глинистых – четыре (левинский, тогурский, лайдинский и леонтьевский)*. Среди специалистов широко приняты представления о единстве песчаных и глинистых горизонтов в пределах континентальной, переходной и морской фациальных областей (ФО). Иными словами, при корреляции разнофациальных разрезов песчаные толщи сопоставляются с песчаными, а глинистые – с глинистыми. Обосновывается это трансгрессивно-регрессивным подходом, и схемы иногда сопровождаются кривыми колебания уровня «сибирских морей» [6] либо эвстатическими кривыми [31]. Однако при этом упускается из вида, что структура разрезов этих областей в корне различна. Неодинаковый характер границ глинистых горизонтов в морской ФО подробно описан в работе [31, с. 236, 239]. Показано, что нижняя их граница резкая, «квазизохронная», а верхняя – постепенная, «полихронная». Если бы аналогичное описание было сделано для разрезов континентальной ФО, где с характером границ все обстоит как раз наоборот, то появились бы предпосылки для сомнений в правильности корреляции горизонтов.

Следует отметить, что принятый в РСС вариант корреляции вызывает вопросы и с общегеологических позиций. По сути дела, осадочные циклы в корреляции не участвуют вовсе – ни по своим границам, ни по направленности. И если с направленностью ничего поделаться нельзя, то на корреляцию границ надо

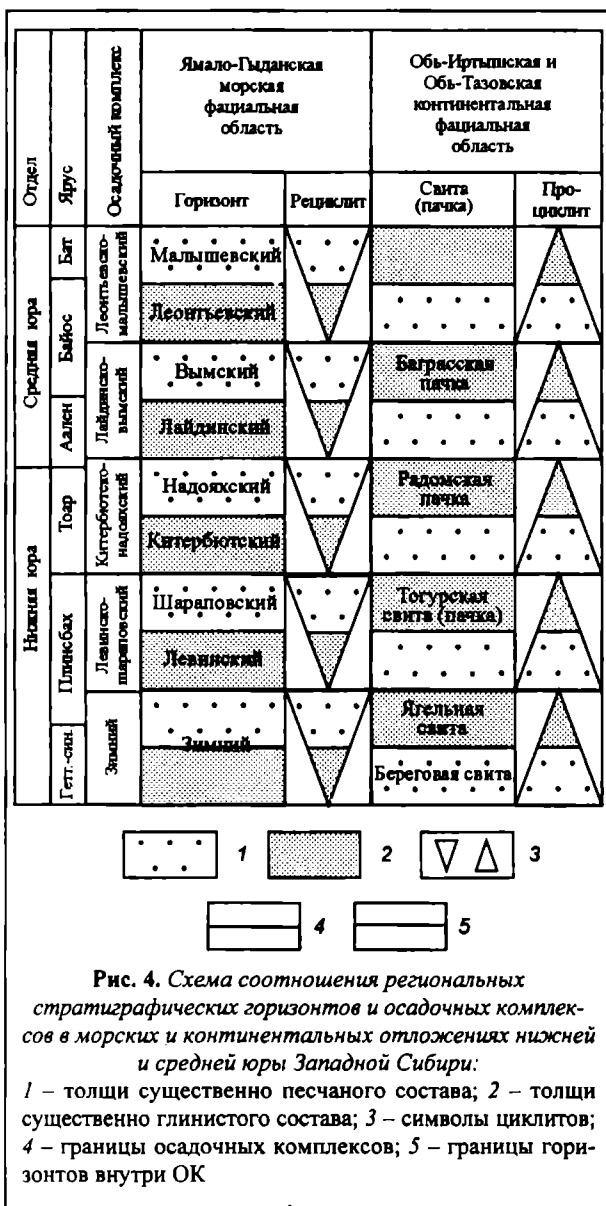
обратить самое серьезное внимание. Можно сказать, что в настоящее время в корреляции указанных горизонтов примат отдан толщам, а не их границам. Фундаментальные границы осадочных циклов в морском разрезе, подчеркнутые поверхностями несогласия и выпадением части разреза, ничему не соответствуют в континентальном разрезе. С другой стороны, поверхности региональных несогласий в континентальной фациальной области, показанные волнистой линией, приходится в середину морских циклитов и там теряются.

В работе [22] выделены пары горизонтов, образующие региональные циклиты (РГЦ) или просто трансгрессивно-регрессивные толщи [6]. Принято считать, что глинистые толщи отвечают трансгрессивному этапу, а песчаные – регрессивному. Но это представление основано на морских разрезах. В континентальных разрезах те же самые толщи объединять в пары указанным способом нельзя. Для этого придется, например, пачку 2 (перевальную) глинистого состава худосейской свиты Часельского и Приенисейского районов в РСС-2004 [26] объединить в пару с вышележащей нижней подсвитой тюменской свиты песчаного состава и сказать, что первая из них означает трансгрессию, а вторая – регрессию, а вместе они составляют РГЦ. Одновременно надо проигнорировать характер границ: перевальная пачка генетически связана с нижележащей селькупской, и граница между ними постепенная («полихронная»); верхняя же граница перевальной пачки по своим характеристикам близка к региональному несогласию. Излагая результат в терминах региональных горизонтов, получаем надояхско-лайдинский и вымско-леонтьевский РГЦ, что, на наш взгляд, противостоит естественно.

В итоге в юре Западной Сибири можно выделить следующие осадочные комплексы: зимний, левинско-шараповский, китербютско-надояхский, лайдинско-вымский, леонтьевско-мальшевский, васюганский, георгиевский и частично баженковский (верхи последнего находятся в мелу) (рис. 4 – для нижней и средней юры). Для морской фациальной области такое объединение горизонтов традиционно, однако в континентальных разрезах глинистым морским уровням отвечают песчаные толщи, а песчаным – глинистые. В пределах названных ОК, в свою очередь, могут быть выделены составляющие их комплексы более низкого порядка, имеющие аналогичную природу. В их составе будут находиться индексированные песчаные пласты ($Ю_1^{1-4}$, $Ю_2$, $Ю_3$ и т. д.). Здесь опять же следует иметь в виду, что каждый такой пласт, выделенный, допустим, в континентальной ФО, будет отвечать глинистой перемычке между песчаными пластами в морском разрезе, и наоборот. Поэтому нельзя построить единую схему индексации продуктивных горизонтов для всех фациальных областей юры Западной Сибири.

Предложения по реформированию юрской части РСС Западной Сибири (а в перспективе и других схем) с применением концепции ОК должны рассматриваться в специальной работе, а пока можно отметить

* Никто из специалистов не обращает внимания на непарность количества песчаных и глинистых горизонтов. С точки зрения любой генетической модели, в том числе модели ОК, это вряд ли допустимо.



ны леонтьевско-мальшевского ОК. На периферии осадочного чехла подошвенной части этой свиты должна соответствовать хорошо выраженная пачка конгломератов, с резким несогласием залегающая на породах доюрского основания. Вниз по склону она должна переходить в песчаную толщу, также хорошо выдержанную на площади. Этим условиям отвечает тюменская свита в западной части Западной Сибири, в пределах Внешнего тектонического пояса, где она залегают на породах доюрского основания [15]. Поскольку подошва тюменской свиты в настоящее время сопоставлена с подошвой вымского горизонта, ее в пределах Внешнего тектонического пояса надо не опускать, а поднимать на один шаг вверх, чтобы она совпала с подошвой леонтьевской свиты. Во внутренних районах, скорее всего, опорный уровень отвечает подошве среднетюменской подсвиты, ниже которой залегают угольный пласт У₁₀. На юго-востоке Западной Сибири имеются данные в пользу того, что подошва средней подсвиты имеет больший геологический вес, чем подошва тюменской свиты в целом [14]. Если принять такой вариант, то в данном случае смещение границы горизонтов не требуется.

На рис. 4 количество песчаных и глинистых горизонтов одинаково, т. е. все они парные. В морской части дополнительный глинистый уровень возник в нижней части схемы (в составе зимнего горизонта), а в континентальной – в верхней. Мальшевский горизонт в континентальных условиях представлен преимущественно глинистыми фациями, чему есть немало подтверждений в литературе.

Выводы

Таким образом, главный механизм образования осадочных циклов связан с режимом работы источников сноса. Последние функционируют пульсационно, в результате чего интенсивность поступления материала в бассейн периодически резко усиливается, а затем постепенно ослабевает. Импульсы сноса непосредственно отражаются в осадочных сериях в краевой части осадочного чехла в виде прямых осадочных циклов (переход от грубых осадков внизу к тонким вверх). В приемных бассейнах они трансформируются в обратные циклы (от тонких осадков к грубым). Инверсия направленности циклов происходит в береговой барьерной зоне.

Осадки, сформировавшиеся в результате отдельных импульсов сноса и включающие прямые циклы окраинных разрезов, инверсионные циклы приемных бассейнов, а также осадки переходных между ними зон образуют осадочные комплексы. Границы несогласий и соответствующие им согласные поверхности, ограничивающие снизу и сверху генетически связанные последовательности слоев осадочного комплекса, образуются практически одновременно в пределах всей осадочной системы, включая области денудации, транспортировки и аккумуляции осадков. Это приводит к формированию изохронных физических

несколько дискуссионных моментов, возникающих в связи с приведенной на рис. 4 схемой. Если принять зимний горизонт в качестве двойного, то к нему будут относиться береговая и ягельная свиты континентальной ФО. Тогурская свита предшествует китерботской, и если последняя датируется ранним тоаром, то тогурская должна относиться к терминальному плинсбаху*. Тогурская свита завершает осадочный цикл, а китерботская формировалась в начальной стадии цикла – это было известно и без модели инверсии.

Наиболее сложные вопросы возникают в интервале тюменской свиты и ее возрастных аналогов. Здесь нужно определиться с опорным уровнем, соответствующим подошве леонтьевской свиты морской ФО. Эта свита представляет собой крупную глинистую толщу с резкой нижней границей и постепенной верхней. Она составляет нижнюю часть морской полови-

* Так оно и было в РСС-61 [24].

стратиграфических поверхностей, позволяющих считать осадочные комплексы полноценными стратиграфическими единицами. В континентальной фациальной области границы несогласий находятся в основании базальных грубозернистых пачек, а в морских фациях коррелятивные им поверхности проводятся в основании крупных, выдержанных по простиранию глинистых толщ.

Трансгрессии и регрессии береговой линии имеют вторичный характер и определяются балансом осадков в береговой зоне. Начальная осадкоизбыточная стадия создает условия для проградации береговых фаций (регрессия). В конце циклов нарастание дефицита осадков приводит к трансгрессии, которая прекращается с началом нового импульса сноса. В условиях постоянно избыточного сноса осадкодефицитная стадия в конце цикла может и не возникнуть. В этом случае в начале нового цикла проградация продолжается, несмотря на то, что происходит резкая смена состава осадков с песчаного на глинистый.

Использование концепции ОК в стратиграфическом анализе нижней и средней юры Западной Сибири позволяет высказать предположения по поводу изменения региональной стратиграфической схемы. Существенно глинистые и песчаные горизонты, сменяющие друг друга по разрезу, не являются единичными для континентальной и морской ФО. Они чередуются в «шахматном порядке» – глинистые морские уровни отвечают песчаным континентальным, и наоборот. Для получения такой схемы большинство границ свит в континентальной и переходной фациальных областях в РСС-2004 нужно сместить вниз на один горизонт. Все песчаные и глинистые уровни становятся «парными», поскольку они находятся в составе ОК. При этом в морской ФО возникает дополнительный глинистый уровень в нижней части схемы (он был известен и ранее в составе зимнего горизонта), а в континентальной ФО такой уровень появляется в самой верхней части схемы. Последний глинистый уровень является новым и ранее в схемах не выделялся.

Предлагаемая модель образования осадочных циклов, основанная на импульсах сноса материала, значительно повышает оценку роли цикличности в седиментогенезе. Надо иметь в виду, что эвстатический фактор, будучи принятым за основу колебательных построений, является для нашей территории чисто внешним. Вода из океана приходит в эпиконтинентальное море и потом уходит, оставляя свидетельства своего пребывания в геологической летописи. Сами по себе эти эпизоды никак не связаны с другими местными процессами. Модель осадочных комплексов ставит во главу угла именно местные процессы, которые тем самым приобретают фундаментальное значение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бейзель А.Л. Роль берега как барьерной зоны при формировании осадочной цикличности // Вестник Томского государственного университета. Сер. «Науки о Земле». – 2003. – № 3 (1). – С. 36–38.

2. Бейзель А.Л. Новая модель формирования осадочных циклитов в разрезах морских терригенных отложений (на примере юры Западной Сибири) // Перспективы нефтегазоносности Западно-Сибирской нефтегазовой провинции. Материалы научно-практической конференции, посвященной 60-летию образования Тюменской области. Тюмень, 2004. – С. 101–106.

3. Белозеров В.Б., Брылина Н.А., Даненберг Е.Е. Литостратиграфия отложений васюганской свиты юго-востока Западно-Сибирской плиты // Региональная стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Новосибирск: СНИИГТумС, 1988. – С. 75–83.

4. Вейл П.Р., Митчем Р.М. мл., Томпсон С.И. Относительные изменения уровня моря по береговому подошвенному налеганию // Сейсмическая стратиграфия. – М.: Мир, 1982. – С. 127–159.

5. Верхнемеловые отложения Южного Зауралья (район Верхнего Притоболья). Свердловск: УрО АН СССР, 1990. – 223 с.

6. Стратиграфия и палеогеография ранней и средней юры Западно-Сибирской плиты / Ф.Г. Гурари, И.В. Будников, В.П. Девятков и др. // Региональная стратиграфия нефтегазоносных районов Сибири. Новосибирск: СНИИГТумС, 1988. – С. 60–75.

7. Гурова Т.И., Казаринов В.П. Литология и палеогеография Западно-Сибирской низменности в связи с нефтегазоносностью. – М.: Гостоптехиздат, 1962. – 352 с.

8. Девятков В.П., Казаков А.М. Морская нижняя и средняя юры Западной Сибири // Геология и нефтегазоносность триас-среднеюрских отложений Западной Сибири. – Новосибирск, СНИИГТумС, 1991. – С. 40–59.

9. Долотов Ю.С. Динамические обстановки прибрежно-морского рельефообразования и осадконакопления. – М.: Наука, 1989. – 269 с.

10. Казаринов В.П. Мезозойские и кайнозойские отложения Западной Сибири. – М.: Гостоптехиздат, 1958. – 324 с.

11. Карогодин Ю.Н. Седиментационная цикличность. – М.: Недра, 1980. – 242 с.

12. Карогодин Ю.Н., Гайдебурова Е.А. Системные исследования слоевых ассоциаций нефтегазоносных бассейнов. – Новосибирск: Наука, 1985. – 112 с.

13. Геология нефти и газа Западной Сибири / А.Э. Конторович, И.И. Нестеров, Ф.К. Салманов и др. – М.: Недра, 1975. – 679 с.

14. Конторович В.А. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности байос-батских отложений юго-востока Западной Сибири // Геология и геофизика. – 2001. – Т. 42, № 3. – С. 484–490.

15. Тектоническое строение и история развития Западно-Сибирской геосинеклизы в мезозое и кайнозое / В.А. Конторович, С.Ю. Беляев, А.Э. Конторович и др. // Геология и геофизика. – 2001. – Т. 42, № 11–12. – С. 1832–1845.

16. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности келловей-волжских отложений Чузыкско-Чижанской зоны нефтегазоаккумуляции / В.А. Конторович, Л.М. Калинина, С.А. Бердникова и др. // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2006. – № 1. – С. 4–11.

17. Кортаев В.Н., Чистяков А.А. Процессы седиментации в устьевых областях рек // Вестник МГУ. Сер. 5. География. – 2002. – № 5. – С. 3–7.

18. Лейпциг А.В. Малоамплитудные колебательные движения и особенности мелового-кайнозойского бокситонакопления платформенных областей СССР // Бюл. МОИП. Отд. геол. – 1985. – Т. 60. – Вып. 2. – С. 19–31.

19. Лисицын А.П. Лавинная седиментация и перерывы в

- осадконакопления в морях и океанах. – М.: Наука, 1988. – 309 с.
20. Седиментологические исследования в ТОИ / Ф.Р. Лихт, А.Н. Деркачев, О.В. Дударев и др. // Вестник ДВО РАН. – 2003. – № 2. – С. 108–117.
21. Митчем Р.М. мл., Вейл П.Р., Томпсон С.И. Осадочный комплекс как основная единица при стратиграфическом анализе // Сейсмическая стратиграфия. – М.: Мир, 1982. – С. 108–126.
22. Нежданов А.А. Сейсмостратиграфия и стратиграфия в узком смысле (*sensu stricto*) // Актуальные проблемы нефтегазовых бассейнов. Новосибирск: Изд-во НГУ, 2003. – С. 43–51.
23. Осадочные бассейны: методика изучения, строение и эволюция. (Под ред. Ю.Г. Леонова, Ю.А. Воложа). – М.: Научный мир, 2004. – 526 с.
24. Решения и труды Межведомственного совещания по уточнению и доработке унифицированной и корреляционной стратиграфических схем Западно-Сибирской изменности. – Л., 1961. – 465 с.
25. Решения V Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозойским отложениям Западно-Сибирской равнины (Тюмень, 1990 г.). – Тюмень, 1991. – 54 с.
26. Решения VI Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозойским отложениям Западно-Сибирской равнины (Новосибирск, 2003 г.). – Новосибирск, 2004. – 105 с.
27. Сейсмическая стратиграфия. Использование при поисках и разведке нефти и газа. – М.: Мир, 1982. – Ч. 1. – 375 с.
28. Селли Р.Ч. Древние обстановки осадконакопления. – М.: Недра, 1989. – 294 с.
29. Детальная корреляция нефтегазовых отложений келловоя и верхней юры северных районов Западной Сибири / Г.Г. Шемин, А.Л. Бейзель, М.А. Левчук и др. // Геология и геофизика. – 2000. – Т. 41, № 8. – С. 1096–1109.
30. Высокорастворяющая стратиграфия нефтегазовых отложений нижней и средней юры северных районов Западной Сибири / Г.Г. Шемин, Л.В. Рябкова, Б.Н. Шурыгин, А.Л. Бейзель и др. // Геология и геофизика. – 2001. – Т. 42, № 5. – С. 749–765.
31. Стратиграфия нефтегазовых бассейнов Сибири. Юрская система / Б.Н. Шурыгин, Б.Л. Никитенко, В.П. Девятков и др. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2000. – 480 с.
32. Haq В.У., Hardenbol J., Vail P.R. Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level change // С.К. Wilgus et al. (Eds.). Sea-level changes: An integrated approach. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Tulsa, Okla., Spec. Publ. – 1988. – Vol. 42. – P. 71–108.
33. Sea-level changes: An integrated approach. / Ed. by С.К. Wilgus, B. Hastings, C. Ross, H. Posamentier, J. Van Wagoner, and C. Kendall // Society of Economic Paleontologists and Mineralogists: Spec. Publ. – 1988. – Vol. 42. – 407 p.

УДК 550.4:552.578.2(571.1)

РОЛЬ ПРОЦЕССОВ БИОДЕГРАДАЦИИ В ФОРМИРОВАНИИ СОСТАВА НЕФТЕЙ И КОНДЕНСАТОВ ИЗ НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Е.А. Фурсенко, Л.С. Борисова
(Институт геологии нефти и газа СО РАН)

На основе результатов модельных экспериментов и исходя из опыта нахождения микроорганизмов непосредственно в геологических телах было установлено, что состав нефтяных флюидов существенно изменяется под действием биодegradации.

This paper shows that the physicochemical and hydrocarbon composition of oils and condensates changes greatly under the influence of biodegradation processes. Herewith, the genetic indicators of hydrocarbon composition of oils and condensates almost do not change.

Изучению состава нефтей и выявлению закономерностей их изменения под воздействием различных геохимических процессов посвящено значительное количество исследований. Основными факторами, определяющими состав и свойства нефтей, большинство геохимиков-нефтяников (Ботнева Т.А., Вассоевич Н.Б., Гусева А.Н., Ильинская В.В., Конторович А.Э., Неручев С.Г., Петров А.А., Стасова О.Ф., Успенский В.А. и др.) считают исходный тип нефте-материнского органического вещества и среду в осадке в диагенезе. Вместе с тем сопоставление состава и свойств нефтей с геолого-геохимическими условиями их залегания, специальные лабораторные исследования показали, что значительные вторичные преобразования и даже разрушение нефтей связаны с процес-

сами гипергенеза, в том числе и с биодegradацией. Такие исследования в разные годы проводились как российскими учеными (Вассоевич Н.Б., Конторович А.Э., Курбский Г.П., Петров А.А., Розанова Е.П., Успенский В.А. и др.), так и зарубежными исследователями (Джобсон А.М., Дэвис И.В., Филиппи Г.Т., Хант Дж. и др.)

Опираясь на результаты модельных экспериментов и на опыт нахождения микроорганизмов непосредственно в геологических телах, авторы работ [2, 5, 7–9] показали, что состав нефтяных флюидов существенно изменяется под действием биодegradации. Основными необходимыми условиями для жизнедеятельности микроорганизмов считаются нормальные рН-условия, наличие питания и температуры не выше 70 °С. Незначительные температуры, способствующие развитию бактериальной флоры, в пределах нефтегазовых бассейнов характерны для отложений на малых глубинах, а питание в виде углеводородов предоставляют нефтяные залежи. Известно, что в Западной Сибири процессы биодegradации нефтей развивались главным образом в залежах из отложений апт-