

ФАЦИАЛЬНЫЕ НЕСОГЛАСИЯ И ФАЦИАЛЬНЫЕ СЕРИИ В СЕКВЕНС-СТРАТИГРАФИИ

М. В. Лебедев

ООО «Тюменский нефтяной научный центр», г. Тюмень, Россия

Аннотация. Секвенс-стратиграфия в настоящее время является, с одной стороны, лидирующим направлением исследования внутренней структуры осадочных бассейнов, с другой стороны, творчески развивающейся дисциплиной, понятийная база которой находится в стадии становления. Одно из самых непростых понятий секвенс-стратиграфии — понятие «системный тракт». В соответствии с классическим определением это латеральный ряд фаций, в соответствии с современными определениями — геологическое тело, ограниченное секвенс-стратиграфическими поверхностями. При этом остается неясным, сохранилась ли в современном определении идея латеральной упорядоченности системного тракта.

Для ответа на поставленный вопрос автором работы был выполнен анализ двух известных секвенс-стратиграфических моделей Depositional Sequence II and Depositional Sequence IV. В основу анализа были положены понятия «фациальное несогласие» и «фациальная серия». Также автором выполнено построение собственного варианта секвенс-стратиграфической модели осадочного бассейна. По результатам ее анализа предложено включить понятие «фациальная серия» в теоретическую базу секвенс-стратиграфии. Системный тракт рекомендуется рассматривать как геологическое тело, ограниченное генетическими фациальными несогласиями.

Ключевые слова: секвенс-стратиграфия; системный тракт; фациальное несогласие; фациальная серия; фациальное моделирование

FACIAL UNCONFORMITIES AND FACIAL SERIES IN THE SEQUENCE STRATIGRAPHY

M. V. Lebedev

LLC «Tyumen Oil Research Center», Tyumen, Russia

Abstract. The sequence stratigraphy is currently, on the one hand, a leading approach in the study of the internal structure of sedimentary basins, on the other hand, a creatively developing discipline, the conceptual basis of which is being developed. The concept of a «system tract» is one of the most questionable concepts of sequence stratigraphy. According to the classical definition, system tract is a lateral sequence of facies, in accordance with modern definitions system tract is a geological body bounded by sequence-stratigraphic surfaces. It remains unclear: whether the idea of the lateral ordering of the system tract has been preserved in the modern definition.

The author of the article has performed an analysis of two well-known sequence-stratigraphic models to answer this question. It is model Depositional Sequence II and model Depositional Sequence IV. The concepts of «facial unconformities» and «facial series» became the basis of the analysis. The author has constructed his own version of the sequence-stratigraphic model for the sedimentary basin. According to the results of its analysis, the author proposes to include the concept of «facial series» in the theoretical basis of sequence stratigraphy. The concept of a «system tract» is recommended to consider as a geological body bounded by genetic facial unconformities.

Key words: sequence stratigraphy; system tract; facial unconformity; facial series; facial modelling

Введение

«Секвенс-стратиграфия рассматривается многими исследователями как одна из последних концептуальных революций в области геологии осадочных образований, изменившая методологию стратиграфического анализа» [1]. Так, совершенно

справедливо, по мнению автора, характеризуют секвенс-стратиграфическую концепцию ее лидеры.

Вместе с тем секвенс-стратиграфия продолжает оставаться живым и творчески развивающимся направлением исследований. Как следует из литературных данных, в последние годы ее сторонники продолжают дискуссии о самых основаниях дисциплины [1, 2], в частности о содержании понятия «системный тракт».

В соответствии с классическим определением (Brown and Fisher, 1977) системный тракт — это «связка одновременных осадочно-породных систем, формирующая подразделение секвенса» [2]. В этом определении отражена геологическая суть понятия: его можно интерпретировать как латеральный фациальный ряд [3]. Поскольку фациальные ряды обладают очень важным свойством (латеральной упорядоченностью), они являются основой для прогноза литологии в межскважинном пространстве. Иными словами, латеральные ряды фаций — это основное средство фациального моделирования осадочных бассейнов.

Однако последние из известных автору определений понятия «системный тракт» существенно отличаются от классического толкования.

- «Системный тракт является относительно согласной последовательностью генетически взаимосвязанных слоев, ограниченной согласными или несогласными секвенс-стратиграфическими поверхностями» [2];

- «Системные тракты — стратиграфические подразделения, ограниченные секвенс-стратиграфическими поверхностями, формирующие подразделения секвенса» [4].

Эти определения содержат в себе указания на границы определяемых геологических тел, соответственно, они позволяют выделять системные тракты в геологическом пространстве. Но возникает вопрос: сохранилась ли в них геологическая суть рассматриваемого понятия?

Для дальнейшего анализа поставленной проблемы необходимо упомянуть о двух важных открытиях, без которых, по мнению автора, невозможно фациальное моделирование осадочных толщ и которые в секвенс-стратиграфии, по-видимому, пока используются неформальным образом. Речь идет об открытии геосистемной природы стратонов (С. В. Мейен, Ю. Н. Карогодин и др.) и об открытии в осадочных бассейнах мутационных границ (Н. Б. Вассоевич).

С. В. Мейен [5] показал, что стратиграфические подразделения должны иметь геосистемную природу. В случае фациального моделирования стратоны следует выделять как следы эволюционного развития бассейна седиментации, а границы между ними должны соответствовать этапам революционных перестроек его структуры.

Н. Б. Вассоевич в своих работах [6] пришел к выводу, что в осадочных бассейнах наряду с миграционными (диахронными) границами, разделяющими замещающиеся друг на друга по латерали фации, присутствуют еще и мутационные (изохронные) границы. Последние обязаны своим возникновением «не перемещению (колебанию) в пространстве с течением времени определенного “набора” фаций, а коренным существенным изменениям общих условий седиментации, влекущим за собой появление новых типов осадков, не отлагавшихся в предшествующую стадию» [6].

Автор статьи уже касался рассматриваемой проблемы в работах [7–9]. В данной работе:

- 1) в ходе анализа моделей Depositional Sequence II и Depositional Sequence IV показано, что результаты упомянутых открытий полностью используются в секвенс-стратиграфии, но на интуитивном, а не формальном уровне;

- 2) для их формального интегрирования в систему секвенс-стратиграфии построен авторский вариант секвенс-стратиграфической модели осадочного бассейна;

- 3) уточнено определение понятия «системный тракт», и предложен расширенный вариант иерархии стратонов секвенс-стратиграфии.

Фациальные несогласия и фациальные серии

В ходе развития представлений Н. Б. Вассоевича о миграционных границах автором работы были предложены понятия о фациально-согласном и фациально-несогласном залегании слоев, понятия «фациальное несогласие» и «фациальная серия» [10].

Фациально-согласное залегание слоев. Будем считать, что слои залегают фациально-согласно, если каждая элементарная фация нижнего слоя перекрывается аналогичной элементарной фацией верхнего слоя, и наоборот, каждая элементарная фация верхнего слоя подстилается аналогичной элементарной фацией нижнего слоя (рис. 1). Последовательность фациально-согласных слоев формируется в результате эволюционного развития геосистемы — системы обстановок седиментации. Внутри нее имеются только диахронные литологические границы.

Фациальные несогласия. В случае нарушения сформулированного условия будем считать, что слои залегают фациально-несогласно. Соответственно, границу между ними будем называть фациальным несогласием. Фациальные несогласия могут возникать как между слоями с различной структурой (фациальные несогласия I рода), так и между слоями с одинаковой структурой (фациальные несогласия II рода).

Основным видом фациальных несогласий I рода являются генетические фациальные несогласия — изохронные границы, сформированные в результате смены типа седиментации в осадочном бассейне (см. рис. 1). При этом на поверхность генетического фациального несогласия налегают фации, не отлагавшиеся в предшествующую эпоху, следовательно, не соседствующие с подстилающими фациями по латерали.

Примерами генетических фациальных несогласий могут служить, например, граница между терригенными и сульфатно-карбонатными отложениями, соответствующая зарождению солеродного бассейна, или подошва туфового покрова, залегающего на различных фациях аллювиальной долины.

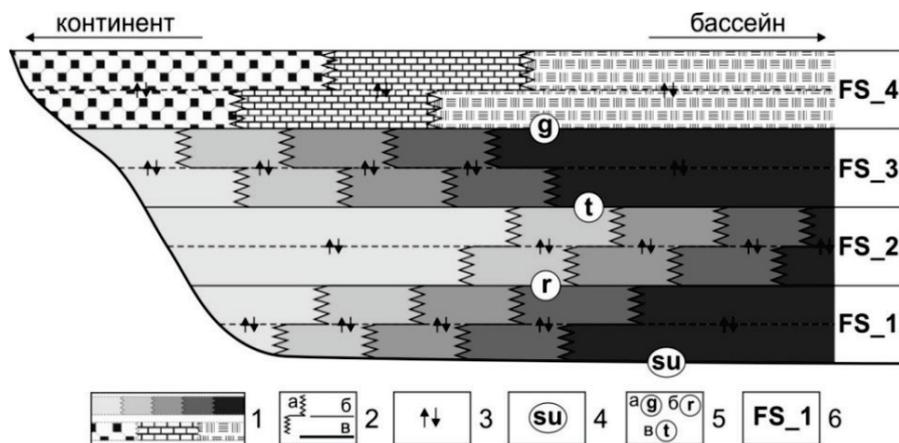


Рис. 1. Фациально-согласное и фациально-несогласное залегание слоев:
 1 — элементарные ряды фаций (слои); 2 — границы: а — диахронные, б — фациальные несогласия, в — стратиграфическое несогласие; 3 — фациально-согласное залегание слоев; 4 — стратиграфическое несогласие; 5 — фациальные несогласия: а — генетическое, б — регрессивное, в — трансгрессивное; 6 — фациальные серии

Основными видами фациальных несогласий II рода являются регрессивные и трансгрессивные фациальные несогласия — изохронные границы, сформированные в результате резкого смещения системы обстановок седиментации в сторону

бассейна или в сторону континента (см. рис. 1). При этом поверхности фациальных несогласий II рода также разделяют фации, не соседствующие по латерали.

Фациальные серии. Определим фациальную серию как геологическое тело, ограниченное соседними фациальными несогласиями (см. рис. 1). Анализ приведенных моделей позволяет сделать вывод, что фациальная серия представляет собой латеральный ряд фаций.

Таким образом, фациальные серии являются стратонами геосистемной природы — следами эволюционного развития седиментационного бассейна. Границы их — фациальные несогласия — соответствуют революционным перестройкам седиментационной системы. Рассмотренные понятия были использованы для анализа секвенс-стратиграфических моделей осадочных бассейнов, результаты которого приведены далее.

Результаты анализа секвенс-стратиграфических моделей

Для анализа были выбраны следующие объекты:

- широко известная модель Depositional Sequence II [3, 11, 12] (рис. 2);
- модель Depositional Sequence IV, [13] (см. рис. 2).

В модели Depositional Sequence II разрез секвенса начинается с раннего LST — глубоководных конусов выноса (см. рис. 2). Подошвой его является согласная граница, коррелируемая с поверхностью стратиграфического несогласия (CC) в смысле ([14]; Posamentier, Allen, 1999) [2]. Выше последовательно залегают поздний LST — клин, TST и HST (см. рис. 2).

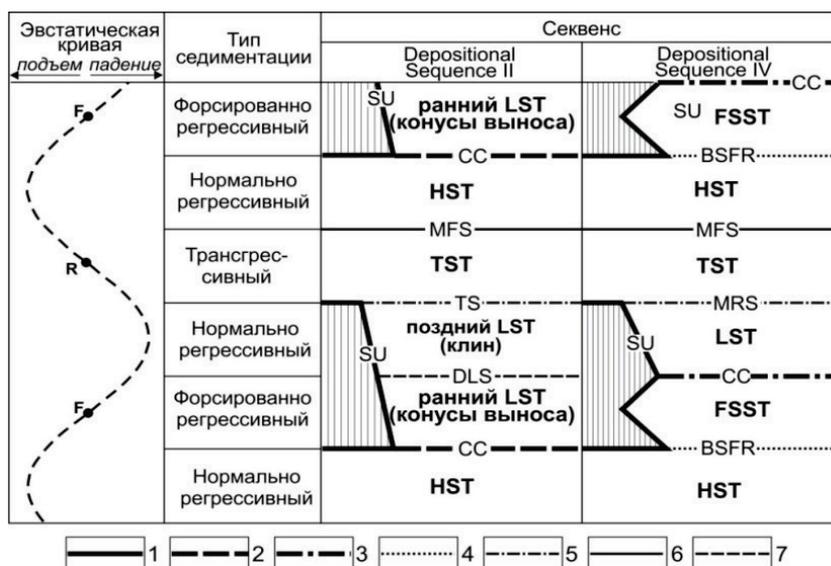


Рис. 2. Структура секвенс-стратиграфических моделей Depositional Sequence II и Depositional Sequence IV (рисунок составлен на основе рис. 2 из [2] с использованием результатов [11, 14]): 1 — стратиграфические несогласия SU; 2 — согласная граница CC, соответствующая стратиграфическому несогласию в смысле ([14]; Posamentier, Allen, 1999); 3 — согласная граница CC, соответствующая стратиграфическому несогласию в смысле (Hunt, Tucker, 1992); 4 — базальная поверхность форсированной регрессии BSFR; 5 — трансгрессивная поверхность TS [11], поверхность максимальной регрессии MRS [2]; 6 — поверхность максимального затопления MFS [2, 11]; 7 — поверхность подошвенного прилегания DLS [11]. FSST — тракт стадии падения уровня моря; LST — тракт низкого стояния уровня моря (нижний тракт); TST — трансгрессивный тракт; HST — тракт высокого стояния уровня моря (верхний тракт); F, R — точки максимальной скорости падения и подъема уровня моря

В модели Depositional Sequence IV аналог раннего LST выделяется в самостоятельный системный тракт FSST, входящий в состав предшествующего секвенса (см. рис. 2). Подошвой его является базальная поверхность форсированной регрессии (BSFR). Разрез секвенса начинается с LST — аналога позднего LST — клина в модели Depositional Sequence II. Выше последовательно залегают TST, HST и FSST.

Фашии модели Depositional Sequence II: 1 — флювиальные или эстуариевые песчаники во врезанных долинах; 2 — песчаники и глины прибрежной равнины; 3 — мелководно-морские песчаники; 4 — шельфовые (а) и склоновые (б) глины; 5 — песчаники подводных конусов выноса и распределительных каналов; 6 — конденсированные отложения.

Фашии модели Depositional Sequence IV: 1 — флювиальные проксимальные отложения; 2 — флювиальные дистальные отложения или отложения дельтовой равнины; 3 — прибрежные отложения; 4 — мелководно- и глубоководно-морские отложения.

Геологические границы: 1 — SU, 2 — (а) CC в смысле ([14]; Posamentier, Allen, 1999), (б) — CC в смысле (Hunt, Tucker (1992)); 3 — BSFR; 4 — TS, MRS; 5 — DLS; 6 — MFS; 7 — границы парасеквенсов; 8 — границы парасеквенсов — фашиальные несогласия; 9 — генетическое фашиальное несогласие — подошва HST 2 в модели Depositional Sequence IV; 10 — диахронные границы

Фашиальные несогласия: 11 — генетическое; 12 — трансгрессивное; 13 — регрессивное (рис. 3).

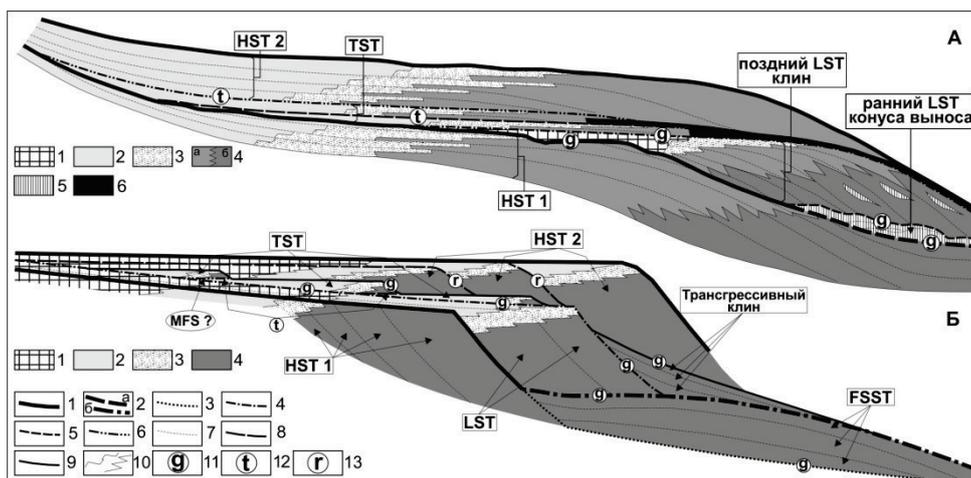


Рис. 3. Фашиальные модели секвенсов: А — Depositional Sequence II (фрагмент рис. 2 из [11] с изменениями и дополнениями автора); Б — Depositional Sequence IV (фрагмент рис. 7.11 из [13] с изменениями и дополнениями автора)

Из анализа фашиальной структуры моделей Depositional Sequence II и Depositional Sequence IV, приведенных на рисунке 3, можно сделать вывод, что в обеих моделях подошвой раннего LST и соответствующего ему FSST являются генетические фашиальные несогласия — результаты перестройки структуры бассейна (смены типа седиментации с нормально регрессивного на форсированно регрессивный). Кроме того, и ранний LST, и FSST являются монофашиальными телами, которые можно интерпретировать как вырожденные фашиальные серии.

Выше в модели Depositional Sequence II залегают поздний LST — клин (см. рис. 3 А). Подошвой его является поверхность подошвенного прилегания (DLS) [11]. В модели Depositional Sequence IV аналог этих отложений выделяется

в самостоятельный системный тракт LST (см. рис. 3 Б). Его подошва — СС в смысле (Hunt, Tucker (1992)) [2].

Как и в предыдущем случае, можно сделать следующий вывод:

- в обеих моделях подошвой рассматриваемых отложений является генетическое фаціальное несогласие, возникшее в результате перестройки структуры бассейна осадконакопления — смены типа седиментации с форсированно регрессивного на нормально регрессивный (см. рис. 3);
- поздний LST образован семью парасеквенсами, LST — двумя парасеквенсами. И тот и другой стратон являются фаціальными сериями — латеральными рядами фаций (см. рис. 3).

Еще выше в обеих моделях находится трансгрессивный тракт TST (см. рис. 3). Его нижняя граница называется трансгрессивной поверхностью (TS) [11] или поверхностью максимальной регрессии (MRS) [2]. В обеих моделях подошвой TST является генетическое фаціальное несогласие, связанное с перестройкой структуры бассейна осадконакопления — смены типа седиментации с нормально регрессивного на трансгрессивный. Причина его возникновения — резкая трансгрессия береговой линии.

Более того, на рисунке 3А видно, что флювиальные и мелководно-морские фации позднего LST перекрываются соответственно шельфовыми и глубоководными конденсированными фациями TST, которые не соседствуют по латерали. На рисунке 3Б также видно, что субконтинентальные фации LST перекрываются морскими фациями TST, которые также не являются латеральными соседями. Это главные признаки фаціальных несогласий — изохронных геологических границ.

TST в модели Depositional Sequence II состоит из двух парасеквенсов, разделенных трансгрессивным фаціальным несогласием II рода: фация прибрежной равнины непосредственно перекрывается шельфовой фацией, с которой она не соседствует по латерали. Следовательно, в данном случае TST не является латеральным фаціальным рядом. В отличие от ранее описанных системных трактов он образован двумя фаціальными сериями, каждая из которых является самостоятельным фаціальным рядом.

TST в модели Depositional Sequence IV состоит из трех парасеквенсов, разделенных трансгрессивными фаціальными несогласиями II рода: морские фации верхних парасеквенсов залегают на субконтинентальных фациях нижних, с которыми они не являются латеральными соседями. Следовательно, и в этом случае TST не является латеральным фаціальным рядом: он образован тремя фаціальными сериями — латеральными рядами фаций.

Завершает разрез секвенса в обеих моделях верхний системный тракт HST 2. Нижней его границей является поверхность максимального затопления (MFS) [2, 11]. Верхней границей — стратиграфическое несогласие (граница секвенса).

В модели Depositional Sequence II MFS является трансгрессивным фаціальным несогласием: фация прибрежной равнины непосредственно перекрывается шельфовой фацией, не соседствующей с первой по латерали (см. рис. 3 А). HST 2 в данном случае состоит из четырех парасеквенсов, которые образуют фаціально-согласную последовательность — латеральный ряд фаций.

Анализ модели Depositional Sequence IV выявил, по мнению автора, парадоксальную ситуацию: MFS находится не в подошве HST, как должно быть [2], а в подошве верхнего парасеквенса TST (см. рис. 3 Б). Нижней границей HST в этом варианте модели является генетическое фаціальное несогласие, возникшее в результате перестройки бассейна седиментации: TST перекрывается флювиальными отложениями вышележащего HST, которые в структуре TST отсутствуют. HST 2 в данном случае образован тремя парасеквенсами, разделенными регрессивными фаціальными несогласиями: фации прибрежной равнины непосредственно залегают на морских отложениях, с которыми они не находятся в латеральном сосед-

стве. Следовательно, HST 2 в данном случае не является латеральным рядом фаций, он состоит из трех фациальных серий — латеральных рядов фаций.

Результаты проведенного анализа можно свести к следующим выводам.

- «Системный тракт» в настоящее время является интенсивно развивающимся в содержательном плане понятием. Судя по приведенным примерам, в ряде случаев он уже не рассматривается как латеральный ряд фаций;
- Представления о фациальных несогласиях и фациальных сериях на практическом (или интуитивном) уровне широко используются в ходе секвенс-стратиграфического моделирования осадочных бассейнов. Однако указанные понятия пока не стали частью теоретического фундамента секвенс-стратиграфии: параксеквенс может быть как частью латерального ряда фаций, так и фациальной серией — самостоятельным латеральным рядом фаций, ограниченным фациальными несогласиями.
- Из рисунка 3 можно сделать вывод, что парасеквенсы — фациальные серии могут контролировать самостоятельные неантиклинальные ловушки углеводородов. Поэтому их выделение и картирование, по мнению автора, является критически важной практической задачей.

Авторский вариант секвенс-стратиграфической модели

Для интегрирования понятий «фациальное несогласие» и «фациальная серия» в понятийную систему секвенс-стратиграфии автором было выполнено секвенс-стратиграфическое моделирование бассейна клиноформного типа. В основу его были положены представления о трех типах седиментации: форсированно регрессивном, трансгрессивном, нормально регрессивном, которые формально различаются латеральными последовательностями фаций (рис. 4).

Разрез предшествующего секвенса заканчивается системным трактом стадии падения уровня моря FSST_1 с латеральной последовательностью фаций форсированно регрессивного типа (I). На время его формирования приходится момент максимальной скорости падения уровня моря. Это может привести к разрыву фациально-согласной вертикальной последовательности осадков и формированию регрессивного фациального несогласия II рода. Соответственно, на рисунке 4 FSST_1 является комплексом отложений, состоящим из двух фациальных серий.

Разрез конструируемого секвенса начинается с нижнего системного тракта LST, имеющего латеральную последовательность фаций нормально регрессивного типа (III). Подошвой его являются стратиграфическое несогласие SU и коррелируемая с ней согласная поверхность CC. Поскольку данная граница разделяет комплексы с различной последовательностью фаций, она является генетическим фациальным несогласием (см. рис. 1). В процессе завершения регрессии вследствие эвстатических колебаний более высокого порядка или других причин могут произойти разрыв фациально-согласной последовательности отложений и формирование регрессивного фациального несогласия II рода. Соответственно, на рисунке 4 LST состоит из двух фациальных серий.

LST перекрывается трансгрессивным системным трактом TST с латеральной последовательностью фаций трансгрессивного типа (II). Подошвой его является поверхность максимальной регрессии MRS. Она также разделяет комплексы с различной последовательностью фаций, соответственно, является генетическим фациальным несогласием (см. рис. 1). На время формирования TST приходится момент максимальной скорости подъема уровня моря. Это может привести к разрыву фациально-согласной последовательности и формированию трансгрессивного фациального несогласия II рода. Соответственно, на рисунке 4 TST является комплексом отложений, состоящим из двух фациальных серий регрессивного строения. Аналогичный состав TST имеет и на рассмотренных выше моделях (см. рис. 3).

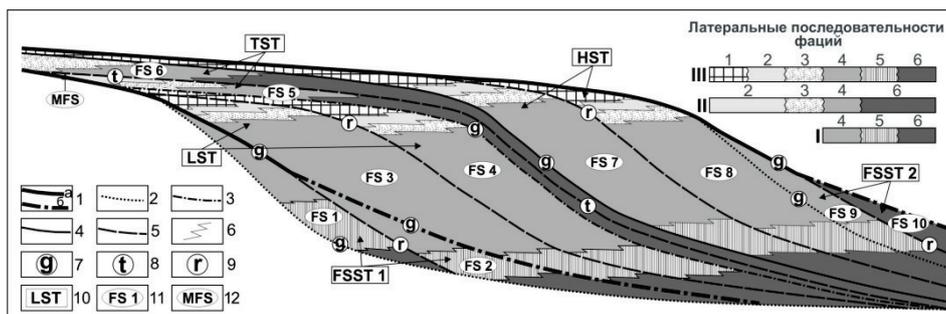


Рис. 4. Авторский вариант секвенс-стратиграфической модели осадочного бассейна клиноформного типа:

1 — подошва секвенса: стратиграфическое несогласие (а) и соответствующая согласная граница (б); 2 — подошва FSST; 3 — подошва TST; 4 — подошва HST; 5 — фациальные несогласия II рода внутри системных трактов; 6 — диахронные границы; фациальные несогласия: 7 — генетическое, 8 — трансгрессивное, 9 — регрессивное; 10 — системные тракты; 11 — фациальные серии; 12 — поверхность максимального затопления.

Латеральные последовательности фаций: I — форсированно регрессивного типа, II — трансгрессивного типа, III — нормально регрессивного типа.

Фации: 1 — аллювиальных отложений, 2 — субконтинентальных отложений прибрежной равнины, 3 — прибрежно-морских отложений, 4 — шельфа и склона, 5 — глубоководных конусов выноса, 6 — центральной части бассейна

TST перекрывается верхним системным трактом HST с нормально-регрессивной последовательностью фаций (тип III). Традиционно считается, что его подошвой является поверхность максимального затопления MFS [2]. Однако моделирование показывает, что нижней границей HST является генетическое фациальное несогласие, связанное со сменой фациальной структуры отложений — с трансгрессивного типа на нормально регрессивный. Причем эта граница может совпадать или не совпадать с MFS (см. рис. 3 Б). В процессе развития регрессии вследствие эвстатических колебаний более высокого порядка или других причин при формировании HST могут произойти разрыв фациально-согласной последовательности отложений и формирование регрессивного фациального несогласия II рода. Соответственно, на рисунке 4 HST состоит из двух фациальных серий. Аналогичное строение HST имеет и в модели Depositional Sequence IV (см. рис. 3 Б).

Завершает разрез секвенса системный тракт FSST.

Выводы

1) Противоречивость понятия «системный тракт», по мнению автора, обусловлена попыткой совместить в нем идею о существовании четырех этапов осадконакопления в пределах осадочного цикла с идеей существования латеральных рядов фаций.

2) Для разрешения указанного противоречия предлагается:

- ввести в теоретическую базу секвенс-стратиграфии понятие «фациальная серия» — геологическое тело, ограниченное фациальными несогласиями любого типа; оно является латеральным рядом фаций;
- в развитие представлений О. Satuneanu с соавторами (например, [2, 4]) определить понятие «системный тракт» как геологическое тело, ограниченное генетическими фациальными несогласиями. В такой трактовке системный тракт может состоять из одной или нескольких фациальных серий — латеральных рядов фаций.

Таким образом, предлагается следующая иерархия геологических тел в рамках секвенс-стратиграфии: парасеквенс — фациальная серия — системный тракт — секвенс.

Библиографический список

1. Towards the standardization of sequence stratigraphy / O. Catuneanu [et al.] // *Earth-Science Reviews*. – 2009. – Vol. 92. – P. 1–33.
2. Sequence stratigraphy: methodology and nomenclature / O. Catuneanu [et al.] // *Newsletters on Stratigraphy*. – 2011. – Vol. 44. – P. 173–245.
3. Дополнения к Стратиграфическому кодексу России. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. – 112 с.
4. Zecchin M., Catuneanu O. High-resolution sequence stratigraphy of clastic shelves I: Units and bounding surfaces // *Marine and Petroleum Geology*. – 2013. – Vol. 39. – P. 1–25.
5. Мейен С. В. Введение в теорию стратиграфии. – М.: Наука, 1989. – 216 с.
6. Вассоевич Н. Б. Слоистость и фации // *Известия АН СССР. Сер. геологическая*. – 1949. – № 2. – С. 129–132.
7. Принципиальная фациальная модель осадочного бассейна клиноформного типа / Л. Н. Иванова [и др.] // *Нефтяное хозяйство*. – 2012. – № 10. – С. 7–11.
8. Лебедев М. В. Секвенс-стратиграфия и учение Н. Б. Вассоевича о типах стратификации осадочных толщ: возможный путь синтеза // *Нефтегазовая геология и геофизика: материалы конф.* – Калининград: ЕАГО, 2014. – С. 209–213.
9. Лебедев М. В. Возможные пути развития секвенс-стратиграфической модели осадочного бассейна // *Виртуальные и реальные литологические модели: материалы 10-го Уральского литологического совещания*. – Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2014. – С. 99–101.
10. Лебедев М. В. О фациальном моделировании осадочных бассейнов // *Нефтяное хозяйство*. – 2017. – № 8. – С. 52–57.
11. An overview of sequence stratigraphy and key definitions / J. C. Van Wagoner [et al.] // *Sea Level Changes – An Integrated Approach: SEPM Special Publication*. – 1988. – Vol. 42. – P. 39–45.
12. Siliciclastic sequence stratigraphy in well logs, core, and outcrops: concepts for high-resolution correlation of time and facies / J. C. Van Wagoner [et al.]. *AAPG Methods in Exploration Series*. – 1990. – Issue 7, 55 p.
13. Catuneanu O. *Principles of sequence stratigraphy*. – Amsterdam: Elsevier, 2006. – 375 p.
14. Posamentier H. W., Jervey M. T., Vail P. R. Eustatic controls on clastic deposition I – conceptual framework // *Sea Level Changes: An Integrated Approach: SEPM Special Publication*. – 1988. – Vol. 42. – P. 109–124.

Сведения об авторе

Лебедев Михаил Валентинович, д. г.-м. н., эксперт по геологии, ООО «Тюменский нефтяной научный центр», г. Тюмень, e-mail: mvlebedev2@mnc.rosneft.ru

Information about the author

Lebedev M. V., Doctor of Geology and Mineralogy, Geology Expert, LLC «Tyumen Oil Research Center», Tyumen, e-mail: mvlebedev2@mnc.rosneft.ru