

## Комплексное обоснование тектонической природы аномальных разрезов верхнеюрской баженовской свиты и нижнемеловой ачимовской толщи Западной Сибири Часть 2. Клиноформы нижнемеловых отложений

И.С. Гутман<sup>1,2</sup>

1 – ООО «ИПНЭ», г. Москва;

2 – МГРИ-РГГРУ им. Серго Орджоникидзе, г. Москва

E-mail: mail@ipne.ru

**Аннотация.** При приведении толщин отдельных клиноформных пачек пород в разных скважинах к одной толщине и получении во всех скважинах одинакового рисунка кривых ГИС делается вывод о формировании этих пачек в результате разноскоростного прогибания в один и тот же временной интервал. Последовательное смещение максимальных толщин каждой вышележающей пачки в направлении падения клиноформ и последующая компенсация общих толщин разреза является результатом волнообразных тектонических движений.

Ключевые слова: клиноформы, приведение толщин, разноскоростное прогибание, временной интервал, смещение максимальных толщин, вертикальные движения.

**Для цитирования:** Гутман И.С. Комплексное обоснование тектонической природы аномальных разрезов верхнеюрской баженовской свиты и нижнемеловой ачимовской толщи Западной Сибири. Часть 2. Клиноформы нижнемеловых отложений // Актуальные проблемы нефти и газа. 2019. Вып. 3(26). <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-26.art6>

Существует множество различных точек зрения на условия формирования клиноформного комплекса Западной Сибири. Основной является теория, в соответствии с которой неокомские отложения представляются как циклически построенная толща заполнения глубоководного бассейна путем бокового наращивания континентального склона (рис. 1).

Термин «клиноформа» был впервые применен Дж. Ричем в 1951 г. для обозначения трех различных обстановок осадконакопления в пределах континентального склона: шельф (ундаформа), склон (собственно клиноформа/ортоформа) и подножие шельфового склона (фондоформа).

Ф.Г. Гурари рассмотрел и обобщил основные представления о строении и условиях образования клиноформнеокомских отложений Западно-Сибирской плиты, проведя обзор почти 200 публикаций, вышедших в 1956–2000 гг. [1].

Среди основных представлений им выделены следующие:

– плоскопараллельная модель Л. Я. Трушковой;

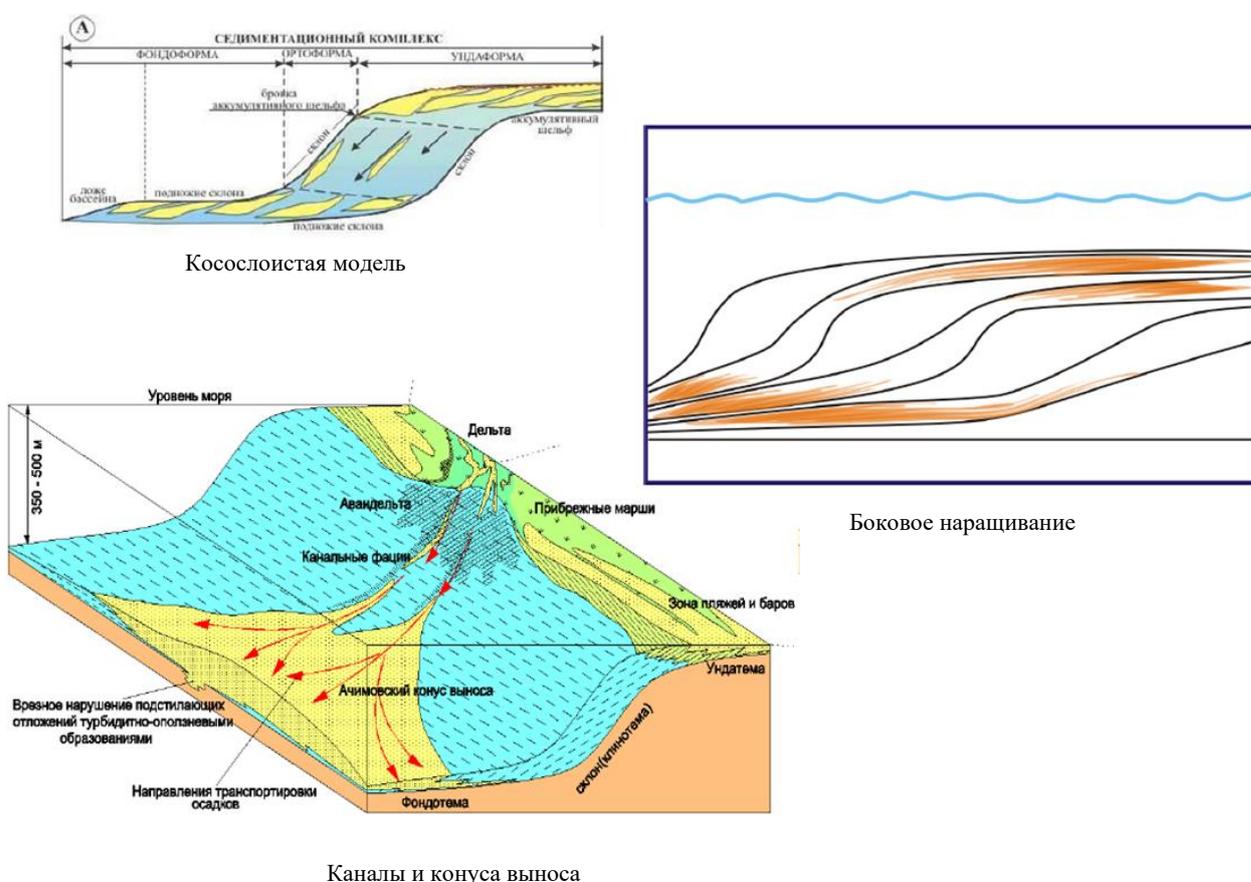


Рис. 1. Принципиальные схемы клиноформ

– модель А.Л. Наумова, в соответствии с которой неокомские пласты характеризуются косослоистым залеганием и имеют наклон к западу; величина наклона этих пластов составляет всего 5–10 м/км, что соответствует углам наклона 20'–40' [2];

– наличие на поверхности фундамента узких грабенообразных прогибов и горстовидных поднятий; влияние аномального строения баженовской свиты на седиментацию низов ачимовских отложений (сотрудники «Башнефтегеофизика»);

– клиноформы представляют собой циклически построенную толщу заполнения глубоководного бассейна путем бокового наращивания континентально склона (Брылина Н.А. [3], Мкртчян О.М., Нежданов А.А., Тюнегин С.П., Ухлова Г.Д. [4]);

– главенство тектоники (Артюшков Е.В., Колмаков Т.Ф., Хатьянов Ф.И., Соколова Т.Н., Казаненков В.А.).

Рассмотрим особенности строения клиноформных разрезов по данным бурения эксплуатационных скважин на ряде месторождений.

### Месторождение Дружное

Месторождение Дружное расположено на Сургутском своде [5]. На рис. 2 приведен пример временного разреза по данным сейсмических работ 2D. Отчетливо наблюдается практически параллельное залегание пород баженовской свиты (HORB) и покачевской пачки глин (HORH). Нижнемеловые отложения характеризуются клиноформным залеганием (прослеженные горизонты R и Ach). Разрешение сейсмических исследований в пределах ачимовской толщи позволяет проследить лишь отдельные четко выраженные горизонты (HORR и HORAch), что не дает возможности судить о характере осадконакопления и залегания отдельных пластов внутри зон неоднозначности.

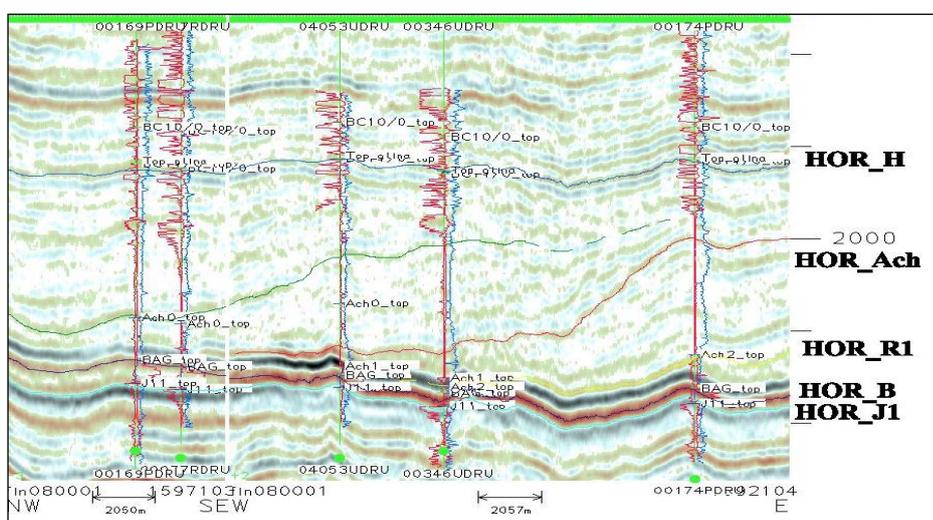
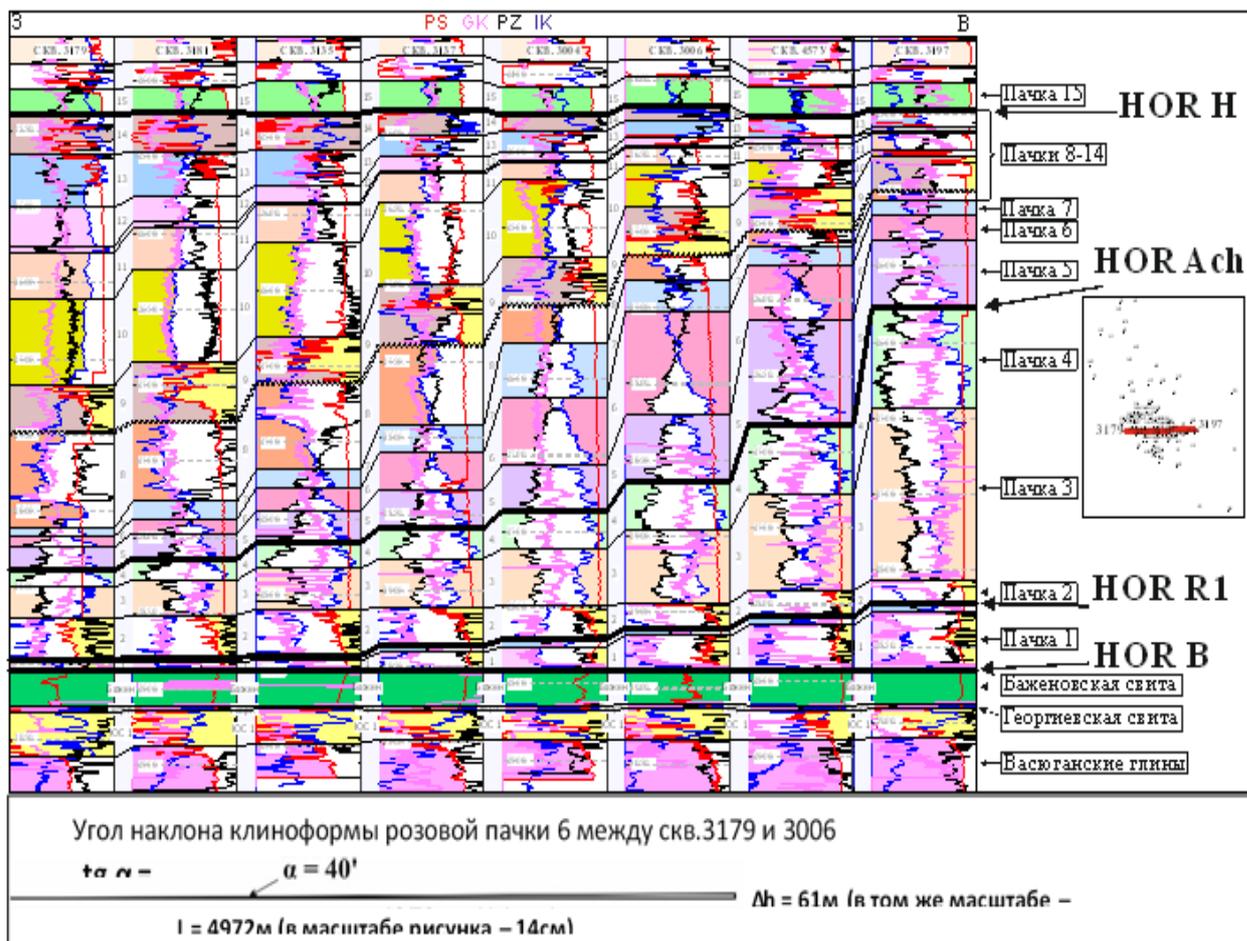


Рис. 2. Пример временного разреза нижнемеловых и юрских отложений Дружного месторождения

На рис. 3 представлена схема детальной корреляции в направлении, близком к сейсмическому профилю. С востока на запад с помощью кривых ИК и ПЗ отмечается значительное изменение общих толщин пачек, выделенных внутри ачимовской толщи. Внутри аргиллитовой толщи (пачек 3–7) в западном направлении происходит значительное расширение разреза отдельных пачек в разных направлениях, что свидетельствует об их клиноформном залегании. В каждой изменяющейся по толщине аргиллитовой пачке, на первый взгляд, полностью сохраняется конфигурация кривых.

Чтобы показать, в каких условиях формировались аргиллитовые пачки 3, 4 и 6, приведем толщины каждой из рассматриваемых пачек в разных скважинах к одной величине. Выполнение подобной операции на пачках с клиноформным залеганием пород представляется необходимым, так как именно при таком анализе можно ответить на вопрос, какими процессами обусловлено клиноформное залегание пород.



**Рис. 3.** Схема детальной корреляции тех же отложений Дружного месторождения в одинаковом направлении, что и на рис. 18

На рис. 4, 6 и 8 представлены палео профили с выравниванием на кровли пачек 3, 4 и 6 в одном масштабе, на рис. 5, 7 и 9 эти схемы последовательно приведены к одинаковым толщинам пачек соответственно 3, 4 и 6, где видно практически полное сходство кривых в исследуемых интервалах. Это свидетельствует о синхронности осадконакопления при разной скорости прогибания смежных участков исследуемой территории. Естественно, таким прогибаниям соответствуют незначительные углы наклона, не превышающие 40'. На малых толщинах увидеть подобное сходство невозможно, но растяжение узких и сжатие широких интервалов разреза с целью приведения их к одной толщине позволяет однозначно ответить на поставленный выше вопрос. В таком анализе видно существенное преимущество результатов детальной корреляции над сейсмическими исследованиями при оценке условий формирования осадков.

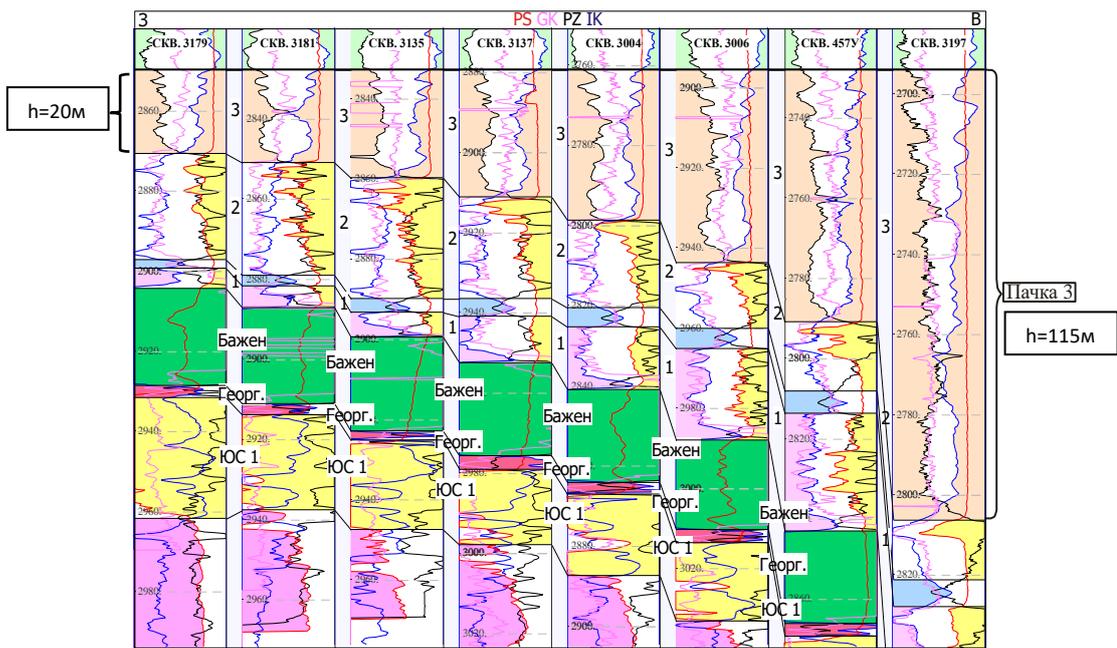


Рис. 4. Палеофиль с выравниванием на кровлю пачки 3

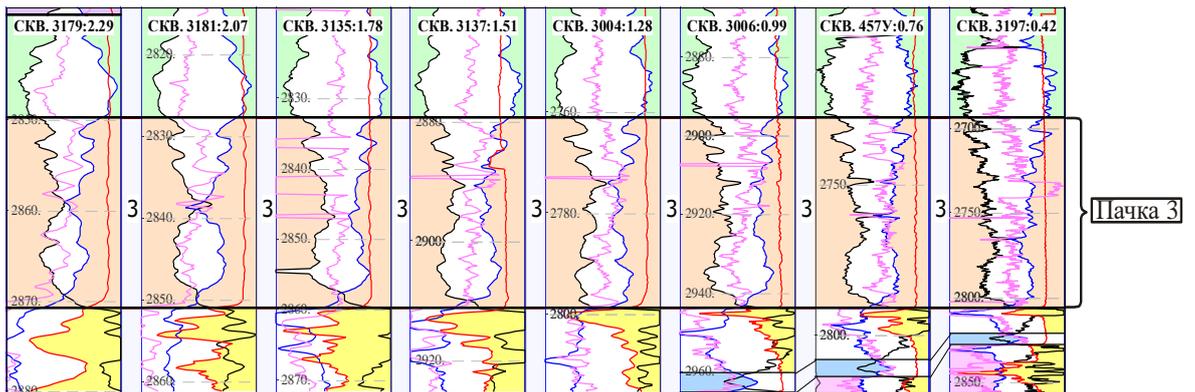


Рис. 5. Схема детальной корреляции с приведением пачки 3 к одинаковой толщине

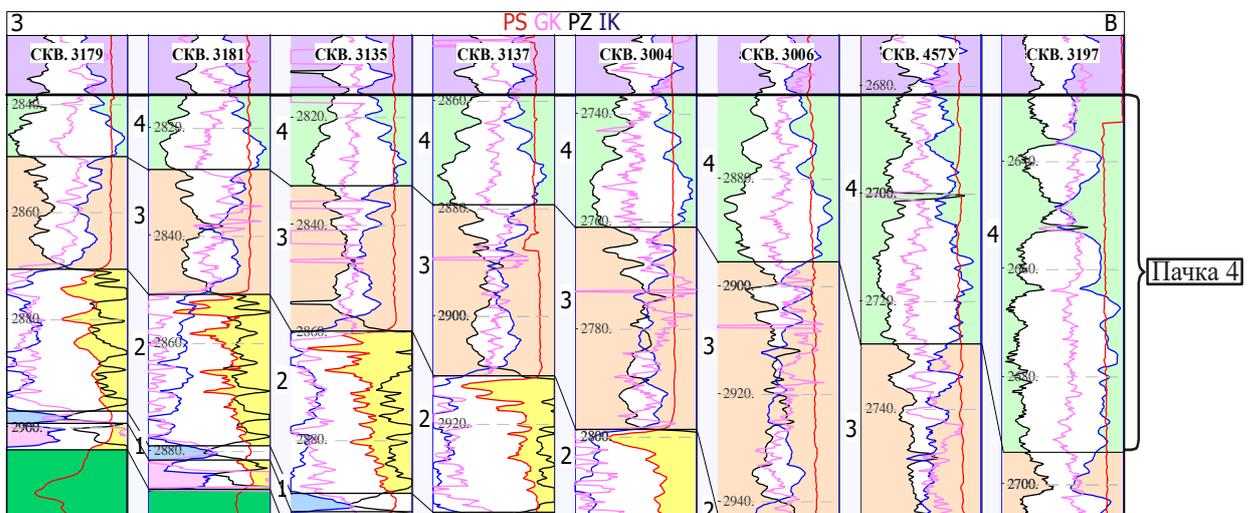


Рис. 6. Палеофиль с выравниванием на кровлю пачки 4

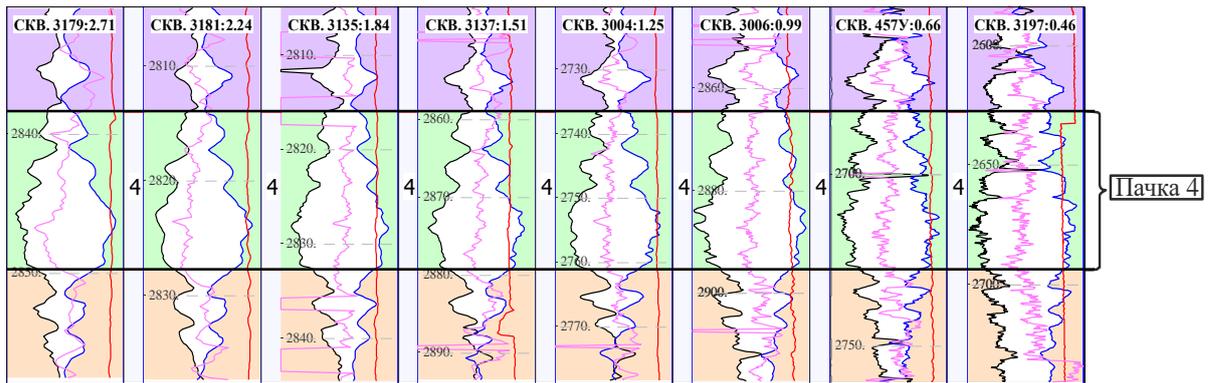


Рис. 7. Схема детальной корреляции с приведением пачки 4 к одинаковой толщине

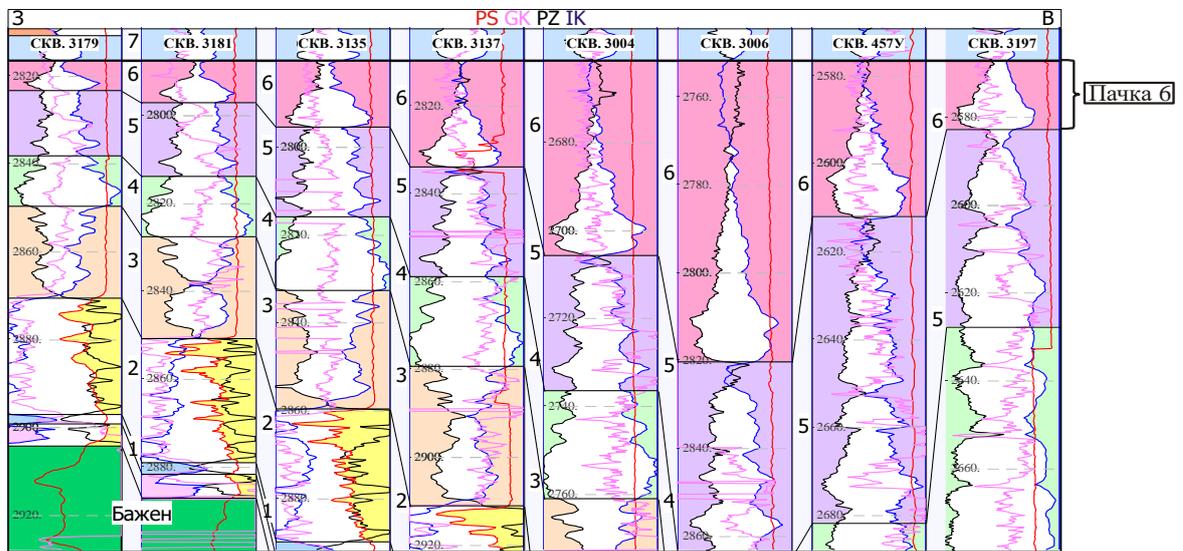


Рис. 8. Палеофиль с выравниванием на кровлю пачки 6

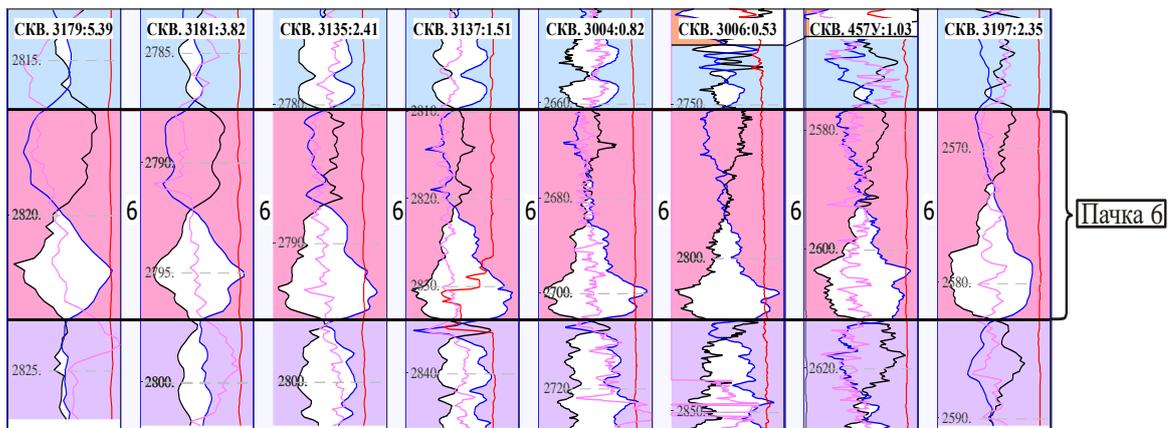


Рис. 9. Схема детальной корреляции с приведением пачки 6 к одинаковой толщине

Таким образом, разобранные выше примеры показали более высокую эффективность процедуры приведения пачек пород к одной толщине по сравнению с сейсмическими исследованиями в зонах неоднозначности последних. Более того, применение нового методического приема дал возможность распознать роль процессов разноскоростного прогибания в один и тот же временной интервал при формировании каждой клиноформной пачки пород.

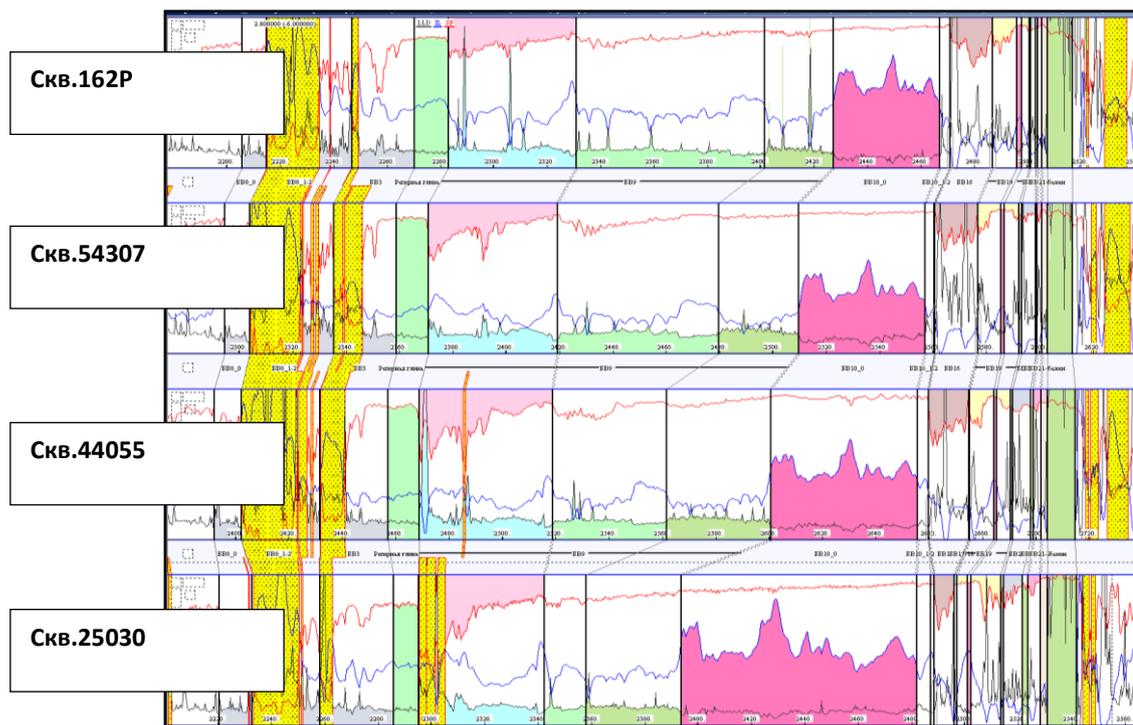
В свете изложенного, возвращаясь к рис. 3, следует обратить внимание на еще одно обстоятельство. В условиях параллельности более молодой пачки 15 и кровли баженовской свиты компенсация разреза была обусловлена постепенным смещением максимальных толщин каждой более молодой пачки от скважины к скважине в заданном направлении. Это является ничем иным как результатом волнообразных тектонических движений, в данном случае пликативных.

#### **Месторождение Самотлор**

Подобные особенности формирования нижнемеловых отложений были установлены и на Самотлорском месторождении Нижневартовского свода. При выполнении корреляции нижнемеловых отложений Самотлорского месторождения к подсчету запасов 2008 г. И.С. Гутман и Г.П. Кузнецова впервые установили клиноформное строение этих отложений в разрезе месторождения [5].

Особенно четко клиноформное строение отражено в характере изменения общей толщины «розовой» аргиллитовой пачки. Так, от скв. 162Р к скв. 25030 (рис. 10) внутри аргиллитовой толщи происходит почти вдвое расширение этой пачки.

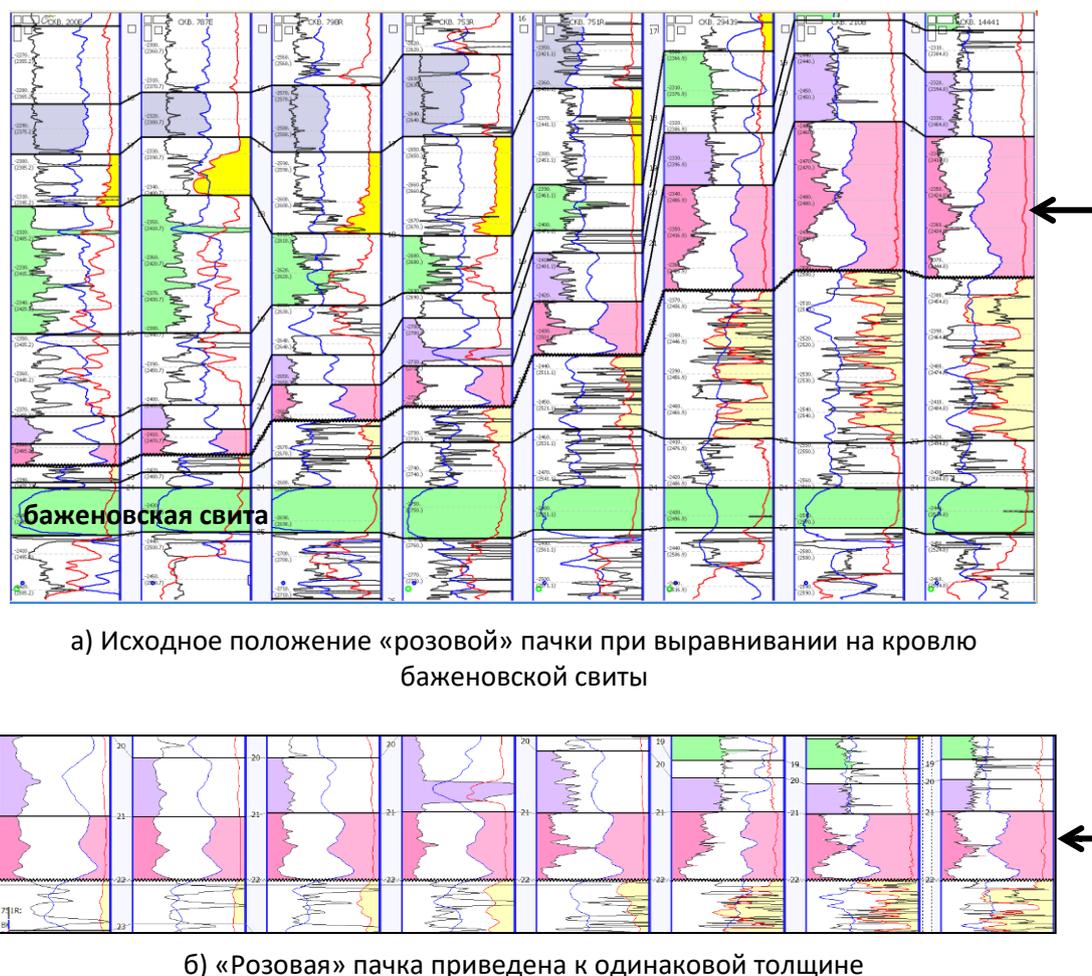
Толщина «розовой» аргиллитовой пачки постепенно увеличивается, что отчетливо видно на кривых индукционного метода. Аналогичную картину, но в обратном направлении, можно видеть и по двум, более молодым пачкам. Подобная картина возможна только в том случае, если формирование каждой клиноформной пачки происходило в результате разноскоростного прогибания морского дна в один и тот же временной интервал.



**Рис. 10.** Схема детальной корреляции низов нижнемеловых отложений Самотлорского месторождения

Характер изменения толщин розовой пачки, представленный на рис. 11, свидетельствует о таком же характере накопления осадков на Самотлорском месторождении. Чтобы показать, что это явление не локально, на рис. 11 представлено изменение толщин той же пачки по другому профилю, но в том же широтном направлении. Несмотря на то, что толщины «розовой» пачки уменьшаются в западном направлении с 42 до 6,5 м, конфигурация геофизических кривых на схеме корреляции приведенных толщин практически не меняется (см. рис. 11, б).

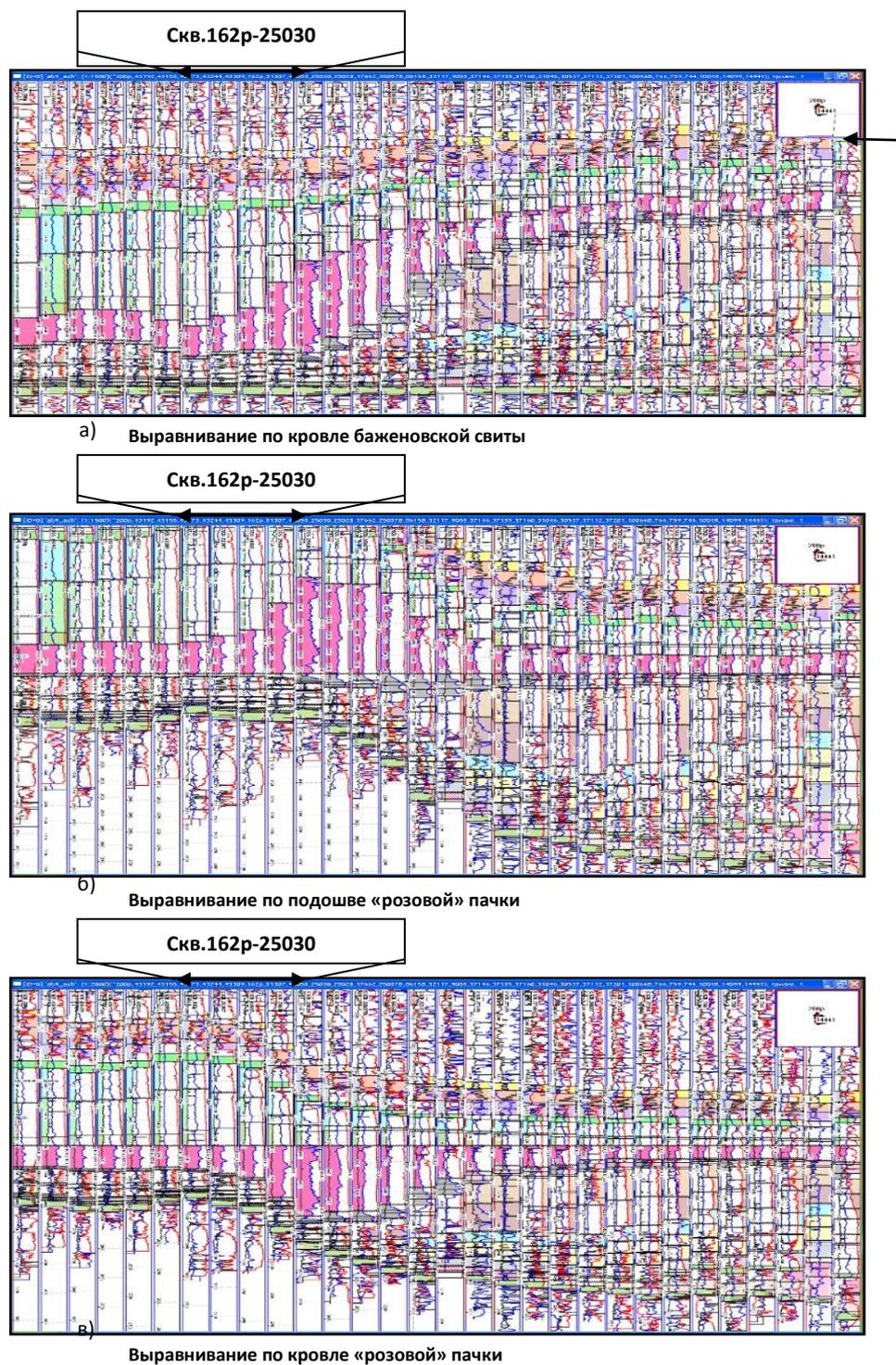
На рис. 12 приведены схемы детальной корреляции скважин Самотлорского месторождения в направлении с юго-востока на северо-запад с выравниванием последовательно на кровлю баженовской свиты, на подошву и на кровлю «розовой» пачки, характеризующейся наибольшей изменчивостью. Нетрудно видеть, что при выравнивании на разные поверхности наглядно видна волна. Такое изменение общих толщин с сохранением конфигурации кривых в рассматриваемых отложениях можно объяснить только волнообразными прогибаниями.



**Рис. 11.** Приведение отложений «розовой пачки» к одинаковой толщине

Эффективность детальной корреляции разрезов скважин в значительной мере зависит от того, какие геофизические методы положены в ее основу. Для исследуемых отложений наиболее эффективны индукционный метод, потенциал-зондирование и гамма-метод. Комплексирование методических приемов корреляции разрезов скважин позволяет не только обеспечивать однозначное решение этой проблемы, но и на этой основе решать задачи распознавания условий залегания и формирования изучаемых отложений. Анализ показал, что главную роль при формировании клиноформных пачек пород следует отводить процессам разноскоростного прогибания каждой из них в одинаковый временной интервал и волнообразных прогибаний при формировании каждой следующей пачки по сравнению с предыдущей.

В этом смысле природа тектонических движений и их отражение в виде клиноформ в ачимовских отложениях и на сводах, и в прогибе между ними одинакова.



**Рис. 12.** Схемы детальной корреляции нижнемеловых отложений  
Самотлорского месторождения  
(выравнивание по пачке, указанной стрелочкой,  
даёт практически аналогичную картину)

### Восточно-Придорожное месторождение

При проведении детальной корреляции (рис. 13) установлено практически параллельное залегание кровли баженовской свиты (зеленый цвет внизу) и мощной аргиллитовой пачки 10 (вверху), перекрывающей продуктивный пласт БВ<sub>3</sub> – пачка 9 [5].

Детальная корреляция с выравниванием по кровле баженовской свиты представлена в направлении с запада на восток (см. рис. 13).

Кроме клиноформного залегания хорошо видна дифференциация разреза на четыре блока, каждый из которых погружался с различной интенсивностью, возрастающей в восточном направлении. Это происходило одновременно с формированием клиноформ внутри каждого блока в результате прогибания морского дна с разной скоростью в один и тот же временной интервал. Блоковое залегание пластов выражается в смещении относительно друг друга по высоте толщин смежных пачек по разные стороны от конседиментационного разлома, хотя в каждой из них клиноформное залегание

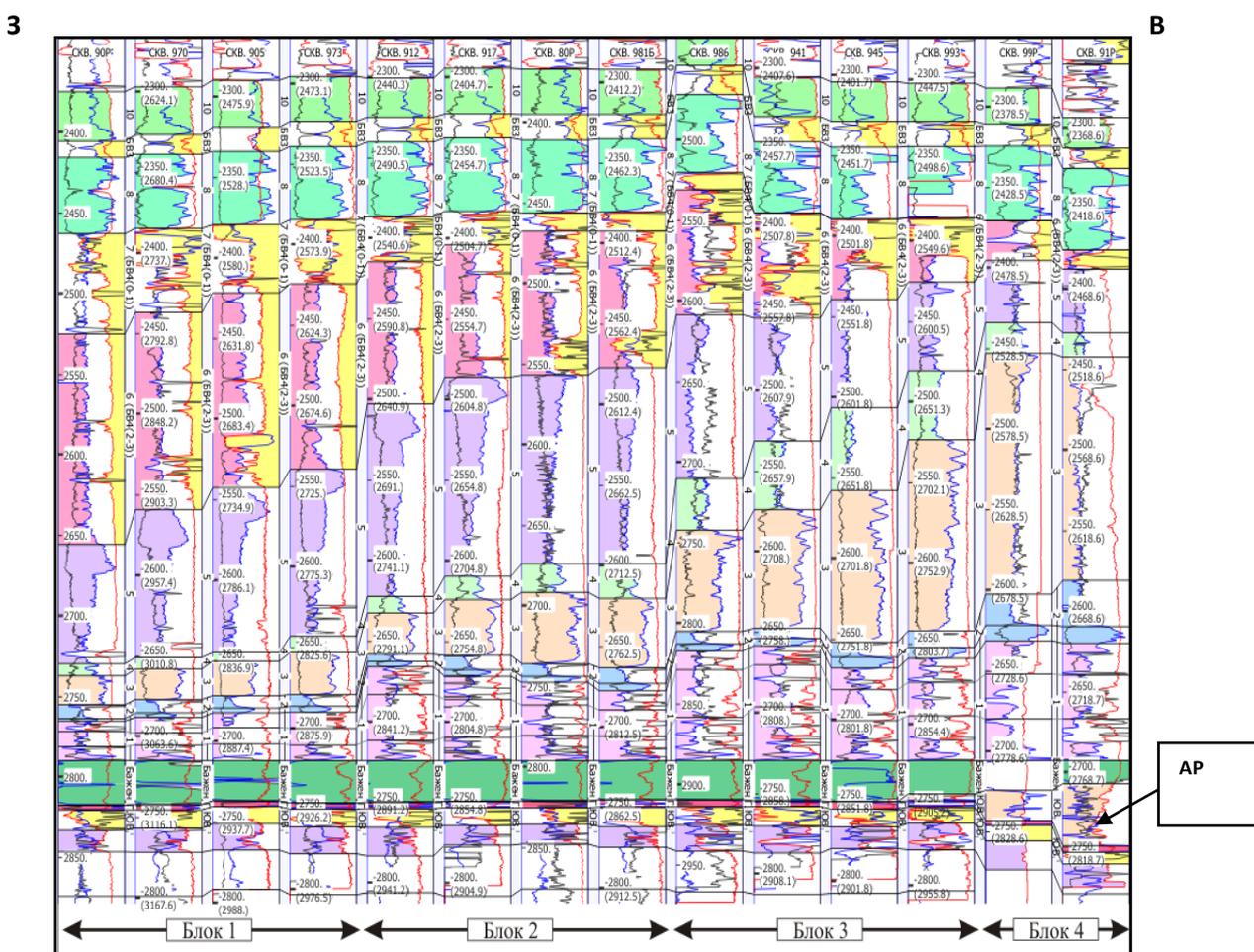


Рис. 13. Схема детальной корреляции нижнемеловых отложений (мегионской свиты) Восточно-Придорожного месторождения

характеризуется своими особенностями. Эта особенность присуща из рассмотренных трех месторождений только Восточно-Придорожному, расположенному в прогибе между Сургутским и Нижневартовским сводами.

В скважинах блока 4 над георгиевской свитой выделяется аномальный разрез баженовской свиты. Это означает, что погружение блока 4 и формирование аномального разреза началось еще в верхнеюрское время, тогда как соседние блоки были еще неподвижны. Более того, судя по толщинам вышележащих пачек, 4-й блок продолжал оставаться наиболее активным, включая «бежевую» пачку.

Подобно тому, как это было показано на Дружном месторождении, полная компенсация всего разреза происходит за счет постепенного смещения толщин в каждой следующей по высоте пачке влево.

Таким образом, на трех месторождениях, расположенных на разных сводах, и в прогибе между ними наблюдаются процессы формирования каждой из пачек в результате волнообразного разноскоростного прогибания на сводах и блокового погружения в прогибах в одни и те же временные интервалы. Отсюда следует, что определяющим при формировании клиноформ является тектоно-седиментационный фактор.

#### **Послесловие к вопросу о тектонической природе аномальных разрезов баженовской свиты**

Подытоживая результаты выполненной корреляции разрезов скважин по ряду месторождений Западной Сибири, следует отметить, что эффективность работ на сложнопостроенных объектах в значительной мере была обеспечена комплексированием методических приемов корреляции в интерактивном режиме. К их числу, в первую очередь, следует отнести последовательное палеопрофилирование и приведение изменяющихся толщин пачек пород к одной толщине. С одной стороны, видно сходство основных особенностей геологического строения разреза в интервале верхнеюрских-нижнемеловых отложений. С другой стороны, каждому из месторождений присущи свойственные только ему особенности. Но что самое главное – и те, и другие обусловлены, в первую очередь, ярко проявившимися в верхнеюрское и нижнемеловое время тектоническими движениями как разрывного, так и пликративного характера, последовательно сменявшимися друг друга.

И это не удивительно. Не надо забывать, что верхнеюрское-нижнемеловое время знаменует собой **переход от юрской системы к меловой**, что само по себе в

тектоническом плане редко происходит гладко. В данном случае, начавшееся в верхнеюрское время погружение отдельных блоков по конседиментационным разломам и сопровождавшееся накоплением осадков песчано-алевролитовых пород аномальных разрезов баженовской свиты завершилось формированием на выровненной поверхности битуминозно-глинистых отложений собственно бажена, для которых в настоящее время характерны битуминозность, высокая радиоактивность, отсутствие водонасыщенности и аномально высокие пластовые давления. Высокая радиоактивность, связанная с высоким содержанием урана, является следствием, по всей видимости, катастрофических явлений на границе смены систем. Надо подчеркнуть, что аномально высокое содержание радиоактивного урана по торий-урановому отношению отличает породы аномального бажена от васюганских глин и нижнемеловых ачимовских отложений.

Анализ показал, что на каждом месторождении все интервалы разреза собственно бажена во всех скважинах коррелируются между собой. Это свидетельствует о том, что он формировался не только на каждом месторождении, но и во всех районах его распространения одновременно. Наблюдаемые ныне резкие «скачки» собственно бажена на схемах корреляции при выравнивании их на подошву вышележащих глин являются следствием клавишных блоковых погружений по конседиментационным разломам и формирования аномальных разрезов баженовской свиты в одних блоках и компенсационных ачимовских пачек в смежных блоках.

Интенсивные погружения блоков по разломам, рассмотренные в части 1 данной статьи, сменялись пликативными процессами, когда в результате плавного и волнообразного прогибания морского дна шло формирование глинистых клиноформных пачек пород. Этому выводу способствовал методический прием приведения клиноформных пачек пород к одной толщине и анализ карт изменения общих толщин каждой пачки.

Характерно, что интервалы аномального разреза и компенсационной ачимовской пачки, сформировавшиеся соответственно в верхнеюрское и нижнемеловое время, независимо от того, в каких условиях они отлагались, оказались в целом почти полностью, за редким исключением, компенсированными. Даже после формирования компенсационных интервалов ачимовских глин на ряде месторождений

осадконакопление происходило с образованием укрупненных блоков с последующим выравниванием разреза.

На месторождениях, где не зарегистрированы аномальные разрезы, слои с плоскопараллельным залеганием параллельны собственно бажену. При наличии аномальных разрезов баженовской свиты и ачимовской толщи пласты с плоскопараллельным залеганием оказываются параллельными глинам васюганской свиты. Формирование вышезалегающих слоев с плоскопараллельным залеганием знаменуют собой очередную смену тектонического режима на более спокойный.

Все изложенное выше требует изменения подходов к геометризации, к подсчету запасов УВ, а также к проектированию разработки участков залежей, для которых в зоне блоковой тектоники пликтивный вариант не может иметь места.

#### **Литература**

1. *Гурари Ф.Г.* Строение и условия образования клиноформ неокомских отложений Западно-Сибирской плиты (история становления представлений). Новосибирск: СНИИГиМС, 2003. 141 с.
2. *Наумов А.Л.* К методике реконструкции рельефа дна Западно-Сибирского раннемелового бассейна // Геология и геофизика. 1977. № 10. С. 38–47.
3. *Брылина Н.А., Камынина Л.И., Аносов В.В.* Клиноформное строение нижнеокомского разреза на примере Каймысовского свода // Актуальные вопросы геологии и географии Сибири: Материалы научной конференции. Томск: ТГУ, 1998. Т. 2. С. 30–35.
4. *Уклова Г.Д.* Прогноз песчаных тел в клиноформной части неокома запада Сургутского свода: Ачимовский нефтегазоносный комплекс: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Новосибирск: СНИИГиМС, 2001. 20 с.
5. Методические рекомендации к корреляции разрезов скважин / Под ред. И.С. Гутмана. М.: Недра. 2013. 112 с.

# Comprehensive confirmation of tectonic nature of the anomalous sections of the Bazhenov formation and the Lower Cretaceous Achimov stratum of Western Siberia

## Part 2. Clinoforms of the Lower Cretaceous deposits

I.S. Gutman<sup>1,2</sup>

1 – IPNE LLC, Moscow;

2 – Sergo Ordzhonikidze Russian State Geological Prospecting University, Moscow

E-mail: mail@ipne.ru

**Abstract.** When casting the thickness of individual clinoform rock packs in different wells to the same thickness and observing the same pattern of GIS curves in all wells, it is concluded that these packs are formed as a result of different-rate deflection and sedimentation in the same time interval. Sequential displacement of the maximum thicknesses of each overlaying pack in the direction of the fall of the clinoforms and subsequent compensation of the total thickness of the section is the result of wave-like tectonic movements.

**Keywords:** clinoforms, thickness cast, different-rate deflection, time interval, maximum thickness displacement, vertical movements.

**Citation:** Gutman I.S. Comprehensive confirmation of tectonic nature of the anomalous sections of the Bazhenov formation and the Lower Cretaceous Achimov stratum of Western Siberia. Part 2. Clinoforms of the Lower Cretaceous deposits // Actual Problems of Oil and Gas. 2019. Iss. 3(26). <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-26.art6> (In Russ.).

### References

1. Gurari F.G. Structure and formation conditions of Neocomian deposits on the West Siberian plate (history of conceptual evolution). Novosibirsk: SRIGGaMR, 2003. 141 p. (In Russ.).
2. Naumov A.L. On the method of reconstruction of the bottom relief of the West Siberian Early Cretaceous basin // Geologiya i Geofizika. 1977. No. 10. P. 38–47. (In Russ.).
3. Brylina N.A., Kamynina L.I., Anosov V.V. Clinoform structure of the Lower Neocomian section on the example of the Kaymysov arch // Topical issues of geology and geography of Siberia: Proceedings of the scientific conference. Tomsk: TSU, 1998. Vol. 2. P. 30–35. (In Russ.).
4. Ukhlova G.D. Prediction of sand bodies in the Neocomian clinoforms of west part of Surgut arch: Achimov oil and gas complex: Synopsis of PhD thesis. Novosibirsk: SRIGGaMR, 2001. 20 p. (In Russ.).
5. Methodical recommendations for correlation of well sections / Ed. I.S. Gutman. Moscow: Nedra, 2013. 112 p. (In Russ.).