

**ГРАВИТАЦИОННАЯ ГЕОДИНАМИКА БОЛЬШЕХЕТСКОЙ ВПАДИНЫ**

*М.А. Обухова\** (Яндекс.Терра, ООО "Сейсмотек"), *И.К. Кузнецов* (Яндекс.Терра, ООО "Сейсмотек"), *М.К. Сазыкин* (ПАО «Лукойл»)

**Введение**

Наиболее ярко выражены гравитационно-динамические процессы при горизонтальных срывах земной коры в мезо-кайнозойских бассейнах подвижных зон земной коры. Примером могут быть внутриконтинентальные бассейны Центрально-Азиатского орогенного пояса, Большого Кавказа и окраинно-континентальные бассейны (Охотское море). Однако, и в менее дислоцированных осадочных бассейнах происходят процессы, которые вполне объясняются с позиции гравитационной геодинамики (Обухов, 1997).

На примере Большехетской впадины рассматриваются гравитационные процессы в Западно-Сибирском осадочном бассейне. Гравитационные послонные срывы образуются по ослабленным реологическим границам при достаточном литостатическом давлении и с участием флюидов, то есть некий слой начинает течь под воздействием тяжести расположенной на нем пластины пород. Такими границами могут являться, например, баженовские пласты или любые региональные глинистые пласты, они сильно изменены катагенетически, и в образцах часто наблюдаются структуры течения. С ними же связаны зоны АВПД. При общем погружении возникают локальные поднятия и впадины вокруг которых меняется первичная мощность пластов. При реологическом соскальзывании пластин по региональному наклону возникают послонные срывы, расщепляющиеся и переходящие в листрические разломы. Вдоль этих разломов при снятии нагрузки и возникают локальные поднятия, например, Мессояхский вал и более мелкие внутри Большехетской впадины. К более мелким поднятиям приурочены и утолщения клиноформ, видимо обеспечивающие необходимую критическую мощность для начала процесса. Наличие пластовой зоны АВПД связано с этими послонными движениями и является дополнительным флюидоупором.

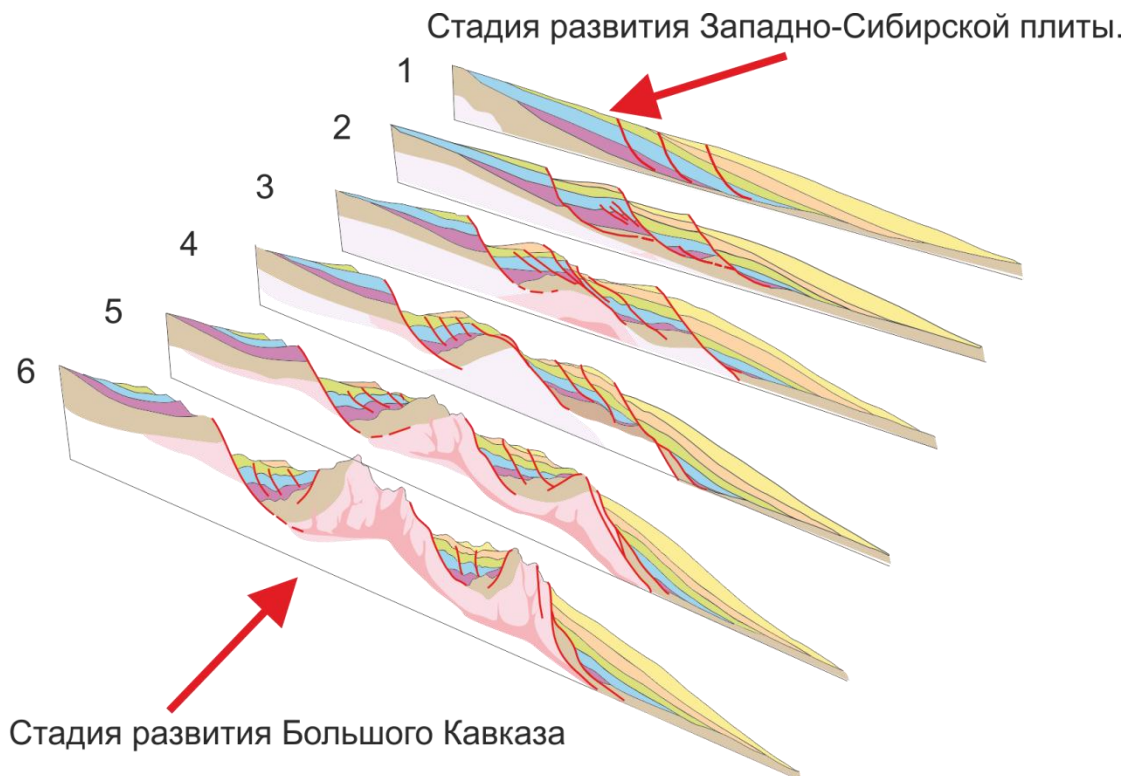
**Тектоническая интерпретация Большехетской впадины с позиции гравитационной геодинамики.**

Гравитационные процессы можно правильно интерпретировать только по результатам современной обработки сейсмических данных. Исследование отдельных локальных объектов в рамках лицензионных участков часто не дает общую картину тектонического развития и происхождения структур. Эти структуры являются частью осадочного бассейна и необходимо сначала знание об общей истории развития, палеогеографических и тектонических обстановках более крупной единицы. В последнее время все большее внимание уделяется таким методам изучения, как бассейновое моделирование. С нашей точки зрения, необходимым условием для правильных результатов таких процедур является глубинная обработка сейсмических данных, построение глубинно-скоростной модели, глубинная миграция. Также вполне возможно изучая сейсмические данные получить и некоторые полезные для геологических построений данные. Так глубинно-скоростную модель можно использовать для расчета барической модели. Об этом подробно было сказано в предыдущих статьях.

Итак, необходимыми условиями для правильного восстановления геологической истории и построения геологической модели является наличие региональных сейсмических данных, скважинных данных, геологическая интерпретация глубинных мигрированных разрезов и интервальных скоростей, изучение барической модели среды.

В сильнодислоцированных осадочных бассейнах настолько сильны вертикальные и горизонтальные смещения по послонным срывам, что восстановление тектонической и палеогеографической истории можно проводить только по интерпретации сети сейсмических профилей, охватывающей весь бассейн, от края до края, выходя за его борта. Однако, неплохо было бы рассмотреть с позиции гравитационной динамики и другие осадочные бассейны, которые хотя и имеют на первый взгляд более простое строение при ближайшем рассмотрении их изучение сталкивается с трудностями. Одним из таких бассейнов является Западно-Сибирский. Представляя собой довольно пологую

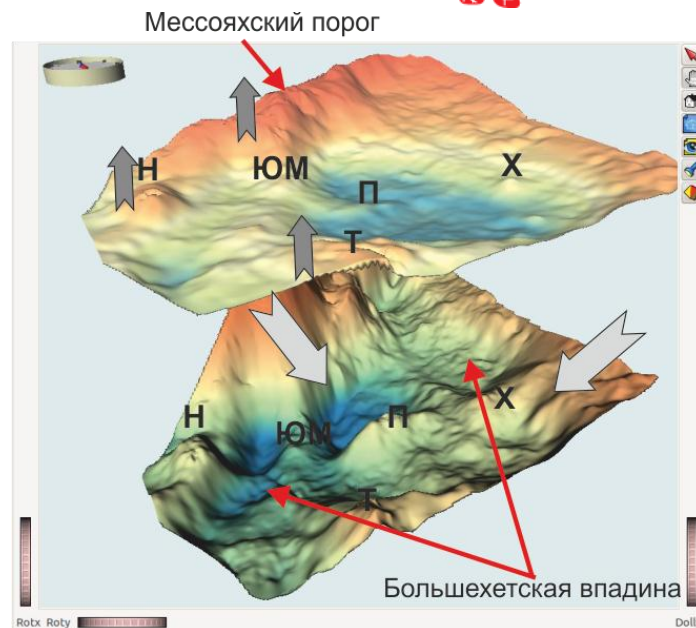
форму, с плавными поднятиями и впадинами можно предположить, что он не испытывал тектонических движений, связанных с гравитационными срывами. Однако, анализируя факты можно сделать вывод о несомненном существовании послойных или субгоризонтальных срывов внутри осадочного чехла Западно-Сибирской плиты. По гравитационной геодинамике Западно-Сибирская плита находится в начальной стадии развития послойных срывов (см. рис. 1).



**Рисунок 1.** Стадии развития осадочных бассейнов с позиции гравитационной геодинамике по Обухову А.Н. Максимальная стадия развития – горное сооружение, начальная стадия – появление литрических разломов в чехле осадочного бассейна.

Рассмотреть детали развития можно на примере Большехетской впадины – отдельного замкнутого бассейна на краю Западно-Сибирской плиты, моделирующего общий большой механизм. Первым важным фактом является то, что чехол состоит из пластичных пород терригенных, клиноформных, содержащих пласты глин, и других пород вдоль которых наиболее выгодно формирование послойного срыва. Клиноформы представляют собой лопастеобразные в плане тела, положение которых зависело от направления или энергетической выгоды потока воды, выносящего материал с континентального склона. На сегодняшний день вполне определенно, что область сноса или, попросту говоря, суша, находилась сравнительно недалеко от Большехетской впадины. Бассейн плавно постоянно погружался с запада на восток, что можно отследить по проградации клиноформ – в каком направлении продвигался основной фронт выноса материала. Следовательно, более древние клиноформы постепенно наклонялись вместе с погружением бассейна и несомненно должны были быть подвергнуты соскальзыванию по наклонной поверхности. Такой поверхностью в первую очередь может являться отложения баженовской свиты, то есть послойные срывы вполне могли образоваться по глинам, которые сейчас представляют собой измененные породы, доломитизированные, кальцитизированные, и иногда имеющие сложную текстуру.

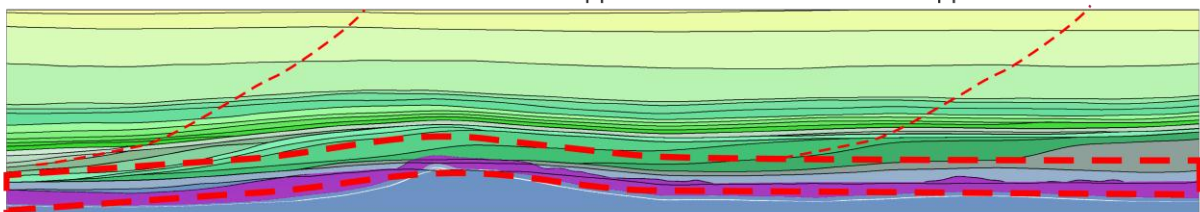
Южным краем бассейна является Мессояхский порог, который представляет собой современное растущее поднятие. Эта крупная преграда для сноса материала начала формироваться, еще в юрское время, но тогда оно было сравнительно незначительным. Мощности пород не хватало для начала послойных гравитационных подвижек. А на северном обрамлении Большехетской впадины расположена плотная цепочка крупных поднятий. Таким образом, Большехетская впадина зажата между растущими поднятиями и сносимый материал блокируется и скучивается внутри впадины.



**Рисунок 2.** Различные структурных планов кровли сеноманских (верхняя поверхность) и баженовских пластов (нижняя). Наиболее сильные гравитационные подвижки могут происходить по поверхности сейсмического горизонта Б, где крутизна склонов структур больше.

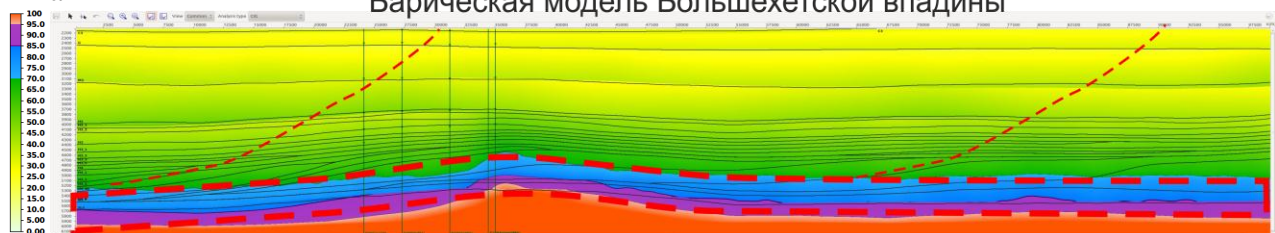
Внутри самой Большехетской впадины тоже много отдельных поднятий. Если сильно сжать масштабы, то можно увидеть эти поднятия (см. рис. 2). На самом же деле чехол имеет слабо волнистую текстуру, затухающую к поверхности. Таким образом, еще одним фактом является перераспределение мощностей в сводах и на склонах структур. Часто вдоль или над относительно крутыми склонами на сейсмической записи можно выделить нечеткие разрывные нарушения, листрические разломы, которые разные исследователи интерпретируют по-своему и относятся к ним скептически.

#### Сейсмогеологическая модель Большехетской впадины



МПа

#### Барическая модель Большехетской впадины



 - зона послойных срывов;  - зона АВПД;

**Рисунок 3** Зона возможного образования послойных гравитационных срывов в окрестности отражающего горизонта Б на сейсмогеологической и барической модели Большехетской впадины.

Самое главное и наиболее интересное с практической точки зрения это наличие зон АВПД (аномального пластового давления). Их наличие можно объяснить гравитационными межпластовыми срывами, вдоль которых и концентрируются аномальные давления, течения флюидов, ведущие к изменению пород. По нашим данным зоны АВПД не связаны со стратиграфическими или литологическими факторами (см. рис. 3), а имеют свой определенный уровень. Зона субпараллельных межпластовых срывов образуется именно в этом менее компетентном месте. В некоторых местах на сейсмических профилях можно наблюдать листрические разломы, зарождающиеся на глубине именно у баженовской свиты, скользя дальше вверх по склону

клиноформы, далее круто восходящие вверх и почти субвертикально выходящие на поверхность. Часто утолщения клиноформенных тел связаны с более глубокими выступами фундамента, и их шельфовые части и бровки изогнуты более поздними поднятиями, то есть естественный структурный план сильно искажен тектоническими подвижками. Именно эти места благоприятны для накопления углеводородов.

Срыв бортовых зон осадочного бассейна происходит после достижения критической глубины бассейна 10+-5 км. В районе Большехетской впадины мощность осадочного чехла на сейсмических профилях видно, что мощность по крайней мере 14 км, по записи в 7 сек. Чехол состоит из мезокайнозойской части, хорошо изученной. Однако доюрская и мезозойская части составляют единое целое, и в современных тектонических реконструкциях пока еще не учтены поднятия и изменения мощностей этих древних пород.

Очевидно, в фундаменте начинают (или продолжают) образовываться всплывающие блоки фундамента, а между ними в погруженные части сползают палеозойские породы. Предположительно триасовые породы разорваны на этих поднятиях и сползли в локальные погруженные части Большехетской впадины. Вулканическое происхождение, это отголоски триасового магматизма и вулканизма на Сибирской платформе, а палеозойские породы более плотные и метаморфизованные. Главное, что определить возраст этих движений трудно – они могут быть и современными, то есть вероятно, нижняя часть осадочного комплекса подвижна и движется независимо от верхней залегающей выше баженовской серии.

## Выводы

Гравитационная геодинамика - это не просто обоснование возможности гигантских оползней, но признание главной роли гравитационного течения осадочных бассейнов и верхней коры в формировании основных структур Земли. Это крупная исследовательская программа, которая потребует новой интерпретации накопленного геолого-геофизического материала, - это новые закономерности, карты, прогнозы, открытия и, – новая геологическая парадигма. Применив ее на нашем примере можно объяснять разные явления и прогнозировать зоны накопления углеводородов. Зона АВПД наблюдаемая в регионах Большехетской впадины, в Карском и Баренцевых морях вполне может объясняться послойными срывами внутри осадочной толщи.

## Литература

1. Гиршгорн Л.Ш. Дисгармоничные поднятия в осадочном чехле севера Западно-Сибирской плиты.- Советская геология, 1987, № 4, с.63-71.
2. Глоговский В.М. Новый способ послойного определения скоростных и глубинных параметров среды. В кн. Совершенствование программно-алгоритмических средств основного этапа обработки сейсмических данных. М, ВНИИОЭНГ, 1988г., с. 81-81.
3. Glogovsky V.M., Gogonenkov G.N. Study of methods for determining velocity and depth parameters in layered realistic media/Geophysical transactions, 1988, vol. 33. NO 3-4. pp. 157-173.
4. Обухов А.Н. Гравитационная геодинамика нефтегазоносных бассейнов подвижных зон земной коры. Автореф. дисс. на соиск. уч. степени докт. геол.-мин. наук, ИГиРГИ. М., 1997. 52 с.
5. Обухов А.Н., Обухова М.А. Гравитационная геодинамика - новое направление тектонического анализа осадочных бассейнов. Докл. конф. Современное состояние наук о Земле. М., 2011.
6. Обухова М.А., Кузнецов И.К., Сазыкин М.К. и др. Прогноз поровых давлений на основе глубинно-скоростной модели в разрезе Большехетской впадины. Геленджик. Докл. конф. Геомодель-2015.
7. Обухова М.А., Кузнецов И.К., Сазыкин М.К. и др. Результаты учета скоростных аномалий в разрезе Большехетской впадины. Тюмень. Докл. конф. Тюмень-2015.
8. Обухов А.Н. Эволюция межгорных впадин Центрально-Азиатского орогенного пояса. Изд. "Наука". М., 1990, 88 с