

Депрессия оз. Паанаярви является геоморфологической аномалией для всего района Северной Карелии. Озеро имеет вытянутую форму и размеры более 20 км длиной при ширине 1-2 км, максимальную для этих мест глубину около 150 м и окружено низкогорным рельефом (VI). По внешним признакам депрессия озера напоминает узкий провал. Ее образование нельзя однозначно связать с препарировкой каких-либо прочностных неоднородностей. С точки зрения вертикальной подвижности земной коры ее местоположение является в значительной мере случайным. В то же время расположение этой депрессии логично вписывается в общий морфоструктурный рисунок горизонтальных движений в исследуемом районе. Известно, что в послеледниковое время происходит разрастание Кандалакшского грабена [1], и, соответственно, всей Прибеломорской депрессии, с которой он пространственно связан. Можно думать, что расположенный на пересечении двух пограничных разрывов провал оз. Паанаярви маркирует разрыв в земной коре, образовавшийся при расширении Прибеломорской депрессии и раздвигании ее границ в угловой части. Таким образом, здесь также имеет место процесс расклинивания в земной коре, реализующийся без видимого присутствия индентора.

Учитывая изложенные выше современные взгляды на геодинамику севера Восточно-Европейской платформы, можно увязать выделенные морфоструктуры в единый структурный парагенез неотектонических деформаций, возникших как результат горизонтальной подвижности геомасс. При давлении Балтийского щита в юго-восточном направлении, за счет расхождения бортов приоткрывается Прибеломорская депрессия, причем перед Архангельским выступом опускание достигает максимальной величины за счет эффекта расклинивания перед препятствием. На южном фланге депрессии происходит горизонтальное выжимание массива Ветреного пояса из области максимального сжатия. На северо-западном окончании Прибеломорской депрессии образуется отрыв (оз. Паанаярви), обусловленный раздвиганием границ в ее углу.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты № 05-05- 65107, 06-05-64848, 07-05-01158).*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Балувев А.С., Моралев В.М., Глуховский М.З., Пржиялговский Е.С., Терехов Е.Н. // Геотектоника. 2000. № 5. С.30-43.
2. Журавлев В.А. Структура земной коры Беломорского региона // Разведка и охрана недр. 2007. № 9. С.22-26.
3. Глубинное строение и сейсмичность Карельского региона и его обрамления / Под ред. Н.В. Шарова. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2004. 353 с.
4. Земная кора Восточной части Балтийского щита / Под ред. К.О. Кратц Л.: Наука, 1978. 232 с.
5. Зыков Д.С. Новейшая геодинамика Северо-Карельской зоны (Балтийский щит) М.: ГЕОС, 2001. 146 с.
6. Невеский Е.Н., Медведев В.С., Кальниченко В.В. Белое море. Седиментогенез и история развития в голоцене М.: Наука, 1977. 236 с.
7. Юдахин Ф.Н., Щукин Ю.К., Макаров В.И. Глубинное строение и современные геодинамические процессы в литосфере Восточно-Европейской платформы. Екатеринбург.: Изд-во УрО РАН, 2003. 299 с.

### **СВЯЗЬ СОВРЕМЕННОГО ТЕКТОНИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА С ГЛУБИНЫМ СТРОЕНИЕМ ФУНДАМЕНТА НА ЮГЕ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ**

**Иванов Н. К., Труфанова Н.В., Наумова Ю.А.**

Связь тектонического строения осадочного чехла с глубинным строением фундамента рассматривается на примере регионального сейсморазведочного профиля «Ковыктинское месторождение – Предпатомский прогиб» и опорного геофизического профиля 2-СБ (Присяно-Ленский).

1. Региональный профиль «Ковыктинское месторождение – Предпатомский прогиб» проложен от восточной части Ковыктинского месторождения в юго-восточном направлении в сторону Байкала. Протяженность профиля составляет 195 пог.км.

В тектоническом плане региональный профиль находится на юге Сибирской платформы, в зоне счленения северо-восточной части Ангаро-Ленской ступени и Предпатомского прогиба. На юго-востоке профиль подходит к архей-нижнепротерозойскому складчатому обрамлению Прибайкалья.

Гравиметровыми работами в платформенных условиях решены задачи тектонического районирования фундамента, выделены крупные блоки фундамента и зоны разломов, их разграничивающих. В комплексе с сейсморазведкой намечены связи между структурой фундамента и строением осадочного чехла.

Выделенные гравиразведкой Приморский, Ленский и Киренгский блоки земной коры различаются гипсометрическим уровнем поверхности дорифейского фундамента, составом пород, слагающих фундамент, различной степенью дислоцированности пород осадочного чехла.

Современная поверхность кристаллического фундамента представляется в виде относительно плоской поверхности древнего эрозионного среза, на которую выходят ядра древних антиклинальных структур, разбитых на отдельные блоки системой разрывных нарушений.

Породы верхней части соленосного и надсолевого комплексов осадочного чехла смяты в субпараллельные валы и прогибы с общим северо-восточным простиранием. Длина структур измеряется десятками и даже сотнями километров, амплитуда – сотнями метров. Широко развиты разрывные нарушения, простирающиеся вдоль валовых структур.

По профилю отчетливо выделяются Жигаловский, Качугский и Божеханский валы. На временном разрезе они выделены зонами интерференционного материала.

Структурный план осадочных отложений, особенно соленосных и подсолевых и поверхности фундамента, как правило, отличаются. Но приуроченность крупных валов к зонам глубинных разломов очевидна.

2. На временном разрезе МОГТ коррелируются отражения в интервале от кровли литвинцевской свиты до поверхности фундамента. Жигаловский, Качугский и Божеханский валы выражены зонами интерференционного материала. Снижение качества сейсмических данных затрудняет прослеживание и идентификацию целевых горизонтов, а также использование временных сейсмограмм для оценки кинематических параметров.

При аппроксимации спектральных скоростных характеристик в районах дисперсии используются региональные эмпирические представления о сейсмогеологической модели разреза [2].

3. В виду изложенного выше, при глубинных построениях реализуется методика итеративного построения комбинированной толстослойной кинематической модели [3,4]. В нашем случае при формализации лучевого приближения модели для миграции временных сейсмограмм в глубинные (ГМДС) использовались как сейсмические (МОГТ), так и все имеющиеся априорные данные (бурение, результаты ГИС и ВСП, сейсмотомография ВЧР, геологосъемочные карты и разрезы).

Минимизация погрешностей определения глубин (Geodepth, Paradigm Geophysical) осуществлялась посредством лучевого учета структурно-литологических изменений в покрывающей толще, включая приповерхностные пласты, и последующего локального и глобального уточнения скоростной модели в области мигрированных времен и глубин.

В результате ГМДС, суммирования, скоростного и амплитудного рафинирования модели получен глубинный мигрированный динамический разрез по региональному профилю «Ковыктинское месторождение – Предпатомский прогиб» (рис.1). Абсолютная погрешность построения глубин залегания границ соленосного и подсолевого комплекса, ретроспективно полученная на «ближайших» скважинах, составила –4,35 и 43м при удалении скважин от профиля, соответственно, 0,5 и 25км.

4. Глубинный сейсмогеологический и глубинный мигрированный динамический разрезы осадочного чехла и поверхности фундамента отражают основные структурные элементы осадочного чехла, вариации мощности платформенных образований, разломную тектонику, и представляют собой модель строения восточной части Ангаро-Ленской ступени и зоны ее сочленения с Предпатомским прогибом.

В зонах валов строение верхней части разреза определяется повышенной трещиноватостью пород и резкими перепадами мощности солей, что присуще своду Жигаловской антиклинальной структуры, а строение нижней части разреза – интенсивным дроблением пород подсолевого комплекса чехла и фундамента в полосе мощного разлома, прослеживаемого в основании Жигаловского вала. Аномальная дислоцированность разреза в полосе этого разлома выразилась в частичном отсутствии читаемого сейсмического материала. Подобная картина наблюдается в зоне Качугского вала, и сопутствующего ему Предбайкальского разлома. И еще более сложная ситуация наблюдается в зоне Божеханского вала.

О том, что потеря корреляции в зонах валов имеет геологическую причину, свидетельствует глубинный динамический разрез земной коры.

5. Южная часть региона (Присяянье) по данным геолого-геофизических исследований также отличается исключительной сложностью своей внутренней структуры и геоморфологии. Это связано с тем, что горообразовательные процессы в этом районе возобновлялись несколько раз. Тектоническое состояние земной коры оказало непосредственное и серьезное влияние на состояние осадочного чехла в этом регионе. Особенности тектонического строения Присяянья рассмотрим на основе данных, полученных по материалам геофизических работ по Присяяно-Ленскому опорному геофизическому профилю. Непосредственно в присаянской части осадочный чехол разбит на узкие блоки, ступенеобразно воздымающиеся в сторону В. Саянского нагорья. Слои осадочных пород в каждом из блоков наклонены уже в сторону Саян. Таким образом, на этом отрезке профиля четко проявляется его антиклинальное строение. При этом в блоках с юго-западным наклоном горизонтов просматривается разрастание последних в том же, юго-западном направлении, что свидетельствует о том, что они формировались в условиях перикратонного погружения существовавшего в докембрийское время на южной окраине Сибирского кратона. Разломные зоны, разделяющие выделенные блоки, и отраженные в данных сейсморазведки, формируют в фундаменте структуру, названную тектоническим клином [4]. Тектонический клин проникает в структуру фундамента на глубину более 6 км.

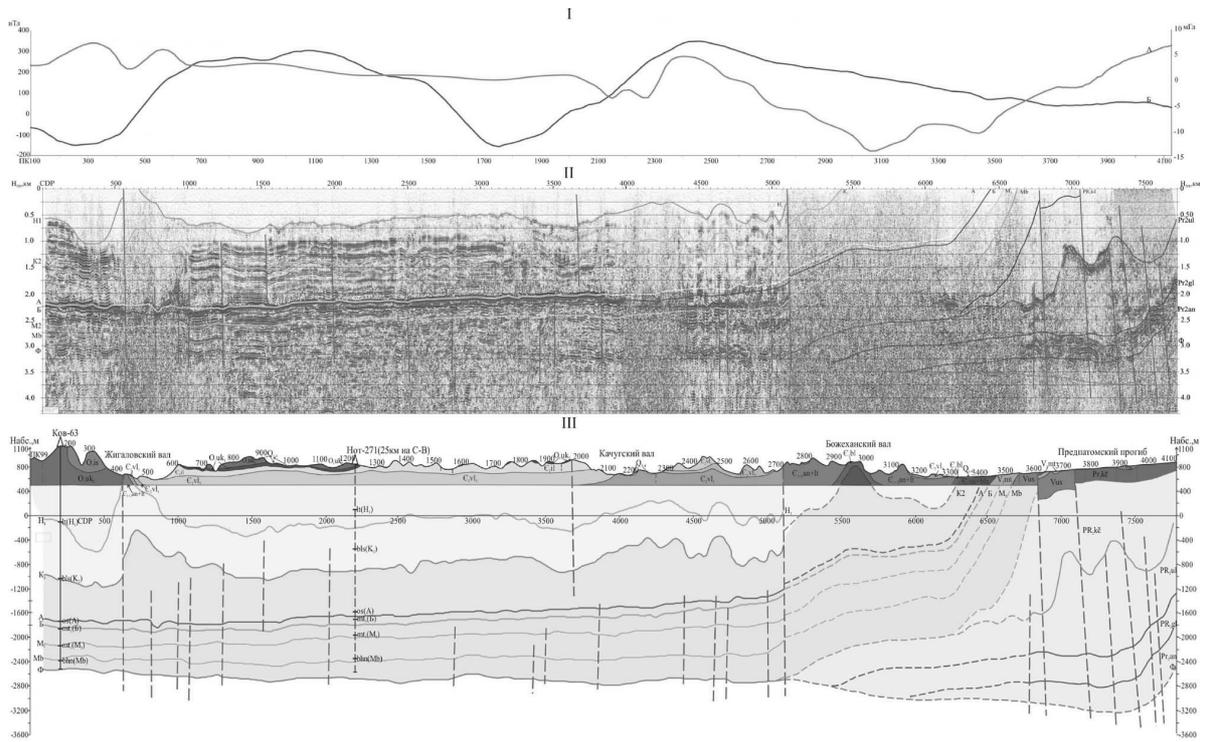


Рис. 1. Геолого-геофизические результаты

I – Графика остаточного гравитационного поля (А) и магнитного поля (Б). II – Глубинный мигрированный динамический разрез.  
III – Глубинный сейсмогеологический разрез осадочного чехла и поверхности фундамента

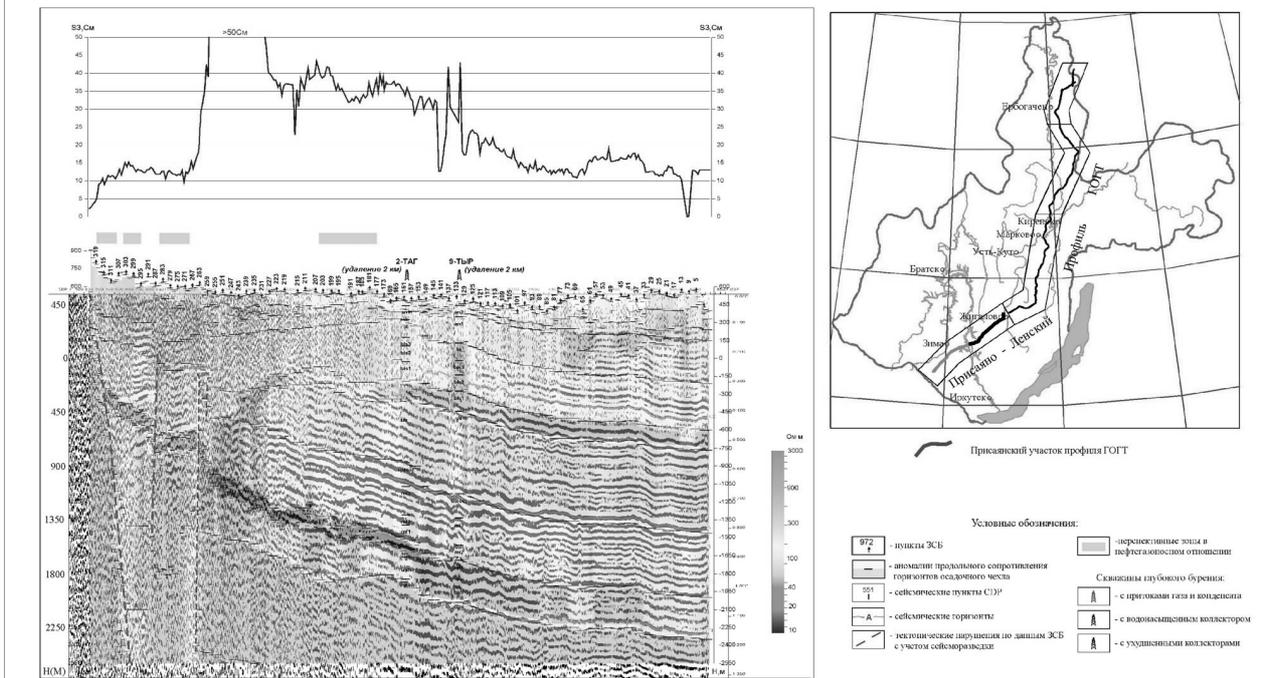


Рис. 2. Сейсмогеоэлектрический разрез осадочного чехла по Присаянскому участку Присаяно-Ленского профиля ГОГТ

По данным ЗСБ здесь также получены интересные результаты в платформенной части данного участка: на уровне фундамента (А-Рt<sub>1</sub>) четко выделяются высокоомные блоки: южный (Саянский) и северный – платформенный. Их разделяет мощная зона разлома, который фиксируется в интервале 260–270 ЗСБ (рис.2). Разлом погружается в юго-западном направлении (под Саяны). В материалах сейсморазведки он также находит отра-

жение, что возможно связано с его интенсивной обводненностью. В каждом из блоков осадочные отложения под-солевой части чехла имеют моноклиальное залегание.

В результате воздымания фундамента на юге кратона и разбиения его разломными зонами на блоки из карбонатно-галогенной толщи осадочного чехла, оказавшейся в зоне гипергенеза, были вымыты соли (кое-где полностью), образовавшиеся при этом пустоты были компенсированы за счет проседания карбонатных горизонтов. Особенно интенсивное выщелачивание солей произошло вблизи выделенной зоны разлома. Возникшая в ходе этих процессов повышенная трещиноватость способствовала насыщению преимущественно карбонатных пород разреза нижнего палеозоя гидротермальными водами, канал для проникновения последних в отложения осадочного чехла(разлом) был рядом. Результатом процессов выщелачивания были, во-первых, формирование неотектонических впадин над участками выщелачивания солей в карбонатно-галогенной части разреза осадочного чехла, а во вторых, – повышенная электропроводность разреза. Возникновение аномально проводящих участков можно связать здесь с насыщением гидротерм, вынесенных из глубин частицами проводящих металлов (меди и др.). Вполне возможно, что на таких участках, в частности в районе новометелкинской впадины, возможно наличие и рудопроявлений этих металлов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов Н. К., Усольцева С.А., 2006, Отчет о результатах региональных геофизических работ по Присяяно-Ленскому опорному региональному профилю на территории Иркутской области за 2004-2006г.г.
2. Наумова Ю. А., Труфанова Н.В., Гинзбург И.В., Заравняев В.А., 2007, Оптимизация глубинно-скоростной модели и повышение точности миграционных преобразований на основе данных ВСП и ГИС: Гальперинские чтения-2007, VII ежегодная международная конференция «ВСП и трехмерные системы наблюдений в сейсморазведке», Тезисы докладов,101-105.
3. Труфанова Н.В., Казанцева Е.Е., 2005, Построение и оптимизация глубинно-скоростной модели в сесмогеологических условиях юга Сибирской платформы: Технологии сейсморазведки, 2, 37-41.
4. Труфанова Н.В., Кривошеков А.Л., Наумова Ю.А., 2007, Методика и результаты кинематической интерпретации по региональному профилю «Ковыктинское месторождение – Предпатомский прогиб»: Технологии сейсморазведки, 3, 83-91.

## ДЕЙСТВИЕ ПРИЛИВООБРАЗУЮЩИХ СИЛ В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ

Иванов Н. Ю.

г. Воронеж, MixailMr@mail.ru

Понятие приливообразующей силы вытекает из закона всемирного тяготения. Если не рассматривать материальные тела в качестве материальных точек, как это было сделано Ньютоном в «Математических началах натуральной философии», то закон тяготения для двух материальных тел (рис. 1), размерами которых нельзя пренебречь, в общем случае примет вид –

$$F_{ab} = (\gamma * m_a * m_b) / (R_{ab})^2 + W_a \quad 1)$$

$$F_{ba} = (\gamma * m_a * m_b) / (R_{ab})^2 + W_b$$

где  $\gamma$  – гравитационная постоянная,  $m_a$ ,  $m_b$  – массы взаимодействующих тел,  $R_{ab}$  – расстояние между центрами масс тел А и В, а  $W_a$  и  $W_b$  – приливообразующие силы в телах А и В, аналитический вид которых выражен формулой Лапласа. Изображенные на рис. 1 силы  $F_{ab}$  и  $F_{ba}$  относятся к разным гравитационным полям,  $F_{ab}$  – это сила, действующая на тело А, созданная гравитационным полем тела В, а  $F_{ba}$  – сила, действующая на тело В, созданная гравитационным полем тела А. Если гравитационная постоянная в обоих полях имеет одинаковую величину, то гравитационные поля считаются равносильными. Равенство модулей сил  $F_{ab}$  и  $F_{ba}$  вытекает из одинакового значения гравитационной постоянной  $\gamma$ , а не из третьего закона Ньютона, как утверждается в [1]. Движение тел в Солнечной системе описывается законами Кеплера. В сущности, законы Кеплера задачу движения двух тел сводят к движению одного тела в гравитационном поле другого тела, при условии, что массы этих тел значительно различаются. Это означает, что одна из сил  $F_{ab}$  или  $F_{ba}$  из (1), которая действует на тело меньшей массы, считается равной нулю. Важно понять, что силы  $(\gamma * m_a * m_b) / (R_{ab})^2$  и приливообразующие силы  $W_a$  и  $W_b$  из (1), существенно различаются. Силы  $(\gamma * m_a * m_b) / (R_{ab})^2$ , которые далее будем называть центральными силами, всегда приложены к центрам масс взаимодействующих тел, и действие сил происходит вдоль линии, соединяющей эти центры. Приливообразующие силы  $W_a$  и  $W_b$  описываются как стоячие упругие вол-

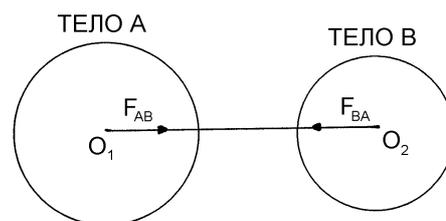


Рис. 1.