

RG09

Western Boundary of Siberian Craton by Seismogravitational Data Analysis

E.V. Pavlov* (IPGG SB RAS), V.D. Suvorov (IPGG SB RAS) & V. Kochnev (ICM SB RAS)

SUMMARY

В работе представлены результаты сейсмоплотностного моделирования вдоль сводного профиля глубинных сейсмических зондирований (ГСЗ). Профиль пересекает такие тектонические структуры как Западно-Сибирская плита, Салаирский кряж, Кузнецкий прогиб, Томь-Колыванскую складчатую зону, Енисейский кряж и западную часть Сибирской платформы. Выявлено, что для Западно-Сибирской плиты характерна обратная корреляция аномального гравитационного поля с глубиной Мохо, а для Сибирской платформы прямая корреляция. Это свойство предлагается использовать для определения западной региональной границы Сибирского кратона, погруженного под мезо-кайнозойский чехол Западно-Сибирской плиты.

Введение

Проблема поиска и разведки месторождений углеводородов в палеозойском фундаменте Западно-Сибирской плиты обсуждается с начала освоения месторождений нефти и газа в регионе (Трофимук, 1964). Еще в 60-х годах прошлого века были открыты такие месторождения палеозойской нефти как Верх-Тарское, Малоическое и др. Несмотря на это, в целом объемы добычи нефти из фундамента плиты незначительны, по сравнению с кайнозой-мезозойским осадочным чехлом.

Проблема заключается в выделении потенциально нефтегазоносных слабодислоцированных блоков палеозойских отложений, аналогичных Сибирской платформе (Сурков, Жеро, 1981). С этой проблемой тесно связана задача определения местоположения западной границы Сибирского кратона, недеформированный фундамент которого продолжается под мезо-кайнозойский чехол плиты. Решение этой задачи с помощью региональных данных КМПВ, ГСЗ и гравиметрии значительно облегчит поиск месторождений углеводородов в зоне сочленения этих крупных структур Евро-Азиатского континента.

В работе предлагается метод разделения гравитационного влияния земной коры и мантии в модели изостатического равновесия Эйри-Хейсканена (Airy-Heiskanen).

Данные

Выбран сводный профиль ГСЗ (Пузырев и др., 1978) сложной формы, пересекающий с запада на восток Западно-Сибирскую плиту, Салаирский кряж, Кузнецкий прогиб, Томь-Колыванскую складчатую зону, снова Западно-Сибирскую плиту, Енисейский кряж, и заканчивающийся в западной части Сибирской платформы (Рисунок 1). Для расчета значений аномалии Буге (Fullea et al., 2008) по спутниковым аномалиям Фая (Sandwell et al., 2009) использован рельеф дневной поверхности с цифровой карты GTOPO30 (1996).

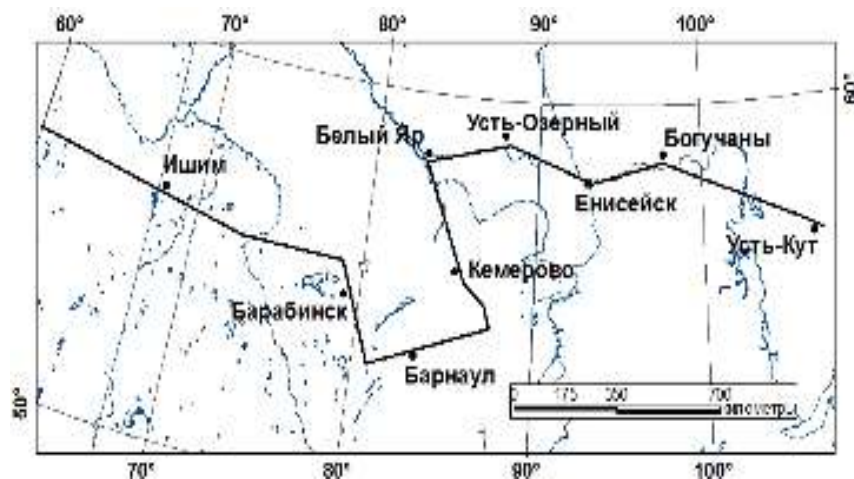


Рисунок 1 Сводный профиль ГСЗ.

Методика

Согласно модели изостатического равновесия Эйри-Хейсканена возвышения рельефа дневной поверхности над уровнем моря должны быть скомпенсированы повышенной мощностью земной коры под этими возвышениями. Если такая корреляция имеется, то ее можно использовать для выделения из гравитационного поля мантийной составляющей, предполагая, что высокочастотная составляющая гравитационного поля связана, прежде всего, с латеральными плотностными неоднородностями в земной коре, а низкочастотная часть поля с рельефом Мохо и плотностными неоднородностями в верхней мантии.

Сейсмогравитационное моделирование

На выбранном профиле корреляция между дневным рельефом и поверхностью Мохо отсутствует. Однако существует отчетливая обратная корреляция между границей Мохо и подошвой осадочного чехла (Рисунок 2). При этом для Западно-Сибирской плиты это подошва мезозойско-кайнозойских отложений, а для Сибирской платформы подошва палеозоя. Также заметим, что на участке профиля от п. Белый Яр до Енисейска в разрезе одновременно присутствуют мезозойско-кайнозойские и палеозойские отложения, но при этом обратная корреляция Мохо наблюдается только с подошвой палеозоя.

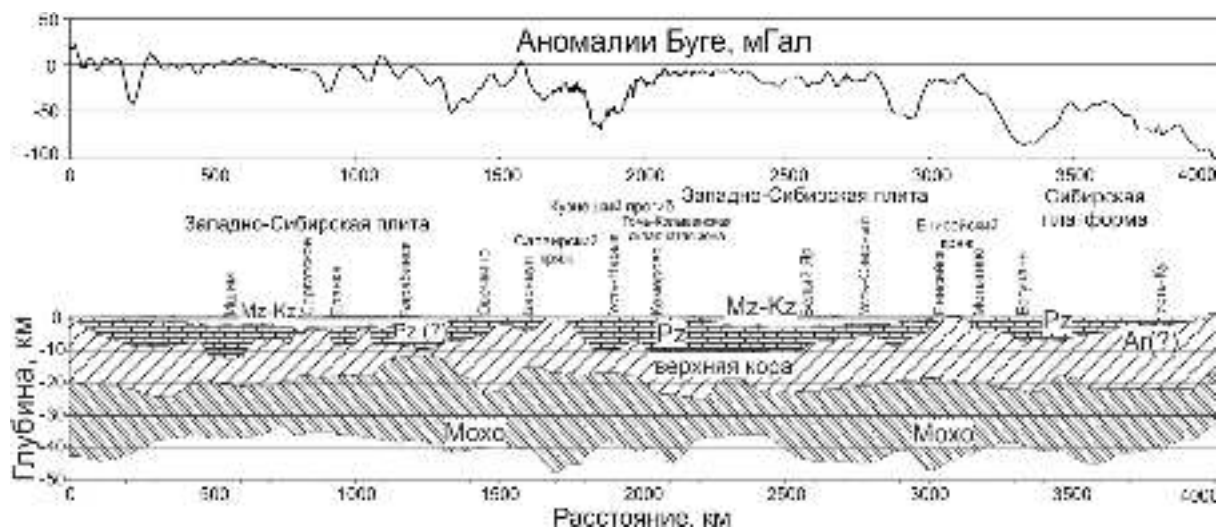


Рисунок 2 Структурный разрез земной коры вдоль профиля Екатеринбург – Усть-Кут.

На Рисунке 3 приведен график корреляции глубины залегания границы Мохо и подошвы осадочного чехла вдоль профиля. Видно, что выделяется две отдельные группы точек, соответствующих Западно-Сибирской плите и Сибирской платформе. Для Западно-Сибирской плиты выделяется отчетливый обратно-пропорциональный тренд – с увеличением глубины Мохо, глубина залегания подошвы осадочного чехла уменьшается. На Сибирской платформе также прослеживается аналогичный тренд (правда с значительным разбросом), но уже для подошвы палеозойских отложений. Такая корреляция, свидетельствует о возможности использования модели изостатического равновесия для разделения гравитационных эффектов земной коры и верхней мантии в случае известного рельефа границы Мохо.

Предварительно, необходимо исключить влияние осадочного чехла из аномалий Буге. Для Западно-Сибирской плиты это мезозойско-кайнозойский чехол и палеозой для Сибирской платформы. При этом значения плотности для мезозойско-кайнозойских отложений выбраны исходя из эмпирической зависимости плотность-глубина по данным из скважин Западно-Сибирской плиты (Туезова и др., 1975):

$$\sigma(h) = 0.357 \cdot \text{Log}(-0.558 \cdot (-2540 + 3100 \cdot e^{-0.45h})).$$

Плотности палеозойских отложений заданы по обобщенной зависимости скорость-плотность для пород земной коры (Brocher, 2005).

Расчет гравитационного эффекта осадочного чехла проведен в программе моделирования гравитационных полей ADG3D (Кочнев и др., 1993, 2006).

По результатам пересчета аномального гравитационного поля построена график зависимости аномального гравитационного поля в редукции Буге от глубины залегания границы Мохо (Рисунок 4), на котором выделились две резко разобщенные группы точек. Для Западно-Сибирской плиты характерна обратная корреляция, когда с увеличением глубины залегания Мохо значение аномального гравитационного поля понижается, а для Сибирской платформы – прямая, правда с заметно повышенным разбросом, связанным с повышенной неоднородностью этой части земной коры.

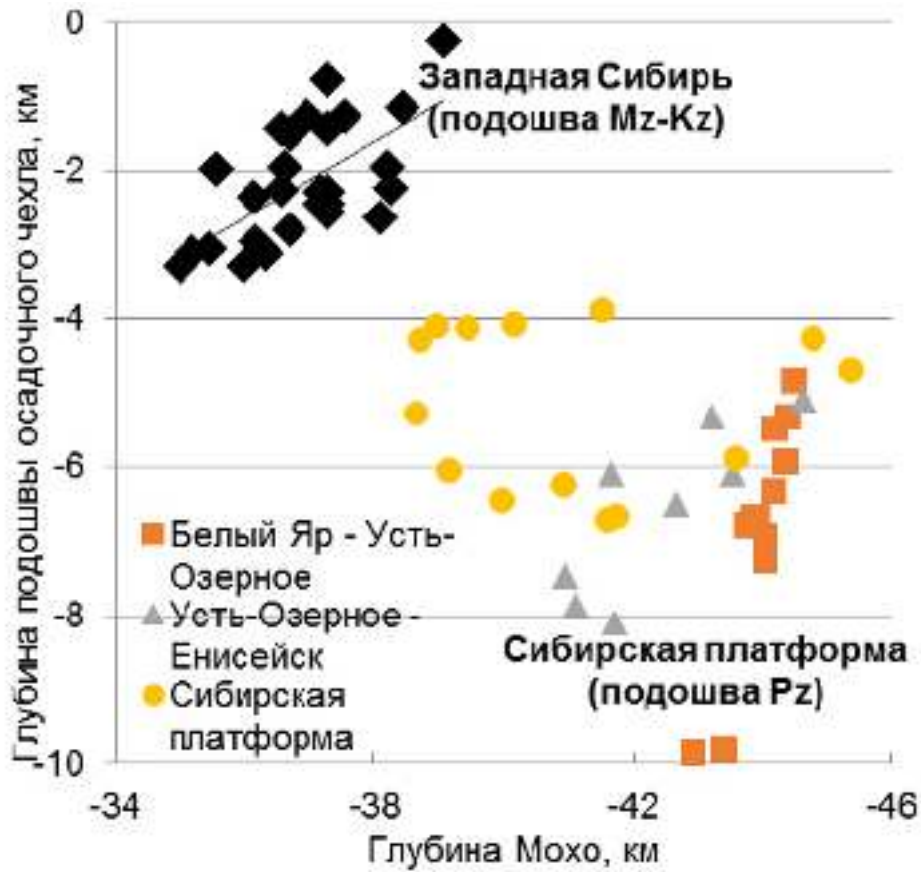


Рисунок 3 Корреляция глубины Мохо и подошвы осадочного чехла.

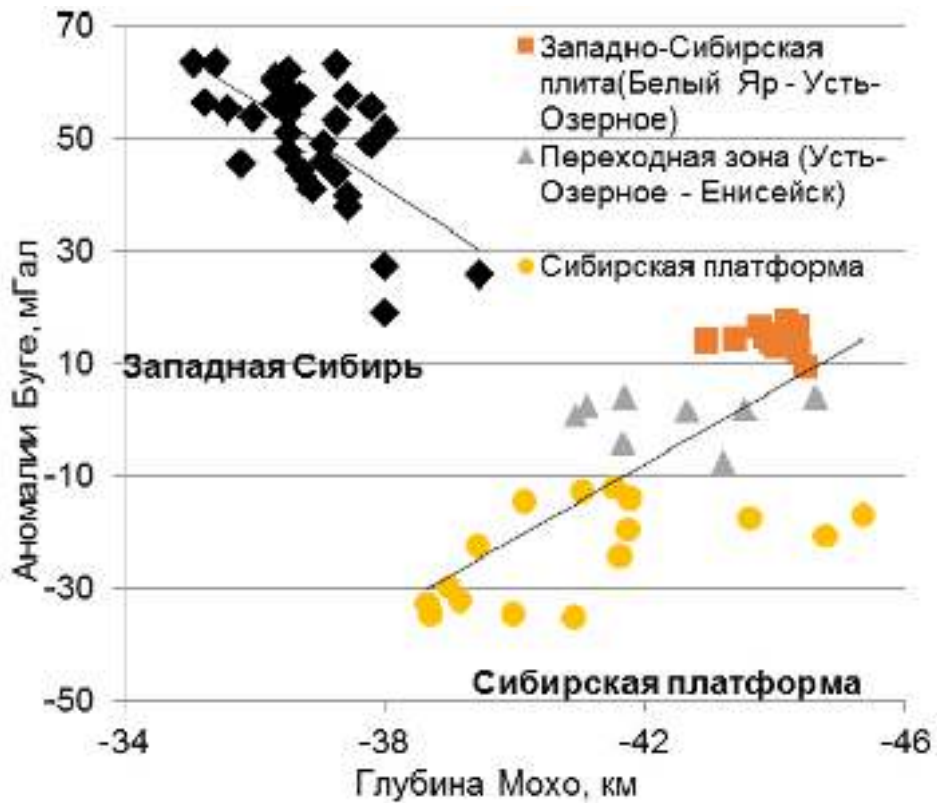


Рисунок 4 Корреляция глубины Мохо и аномального гравитационного поля.

Такое различие корреляционных связей можно использовать для определения западной границы Сибирского кратона, погруженного под мезо-кайнозойский чехол Западно-Сибирской плиты, по данным гравиметрии и региональных сейсмических работ, выполненных в этих регионах в довольно больших объемах.

Заключение

В работе рассмотрен способ разделения гравитационного влияния земной коры и мантии по сейсмогравитационным данным в модели изостатического равновесия Эйри-Хейсканена. На полевых данных показано, что по аномальному гравитационному полю совместно с данными по региональным сейсмическим профилям, пересекающими зону сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы, возможно определить границу Сибирского кратона.

Библиографический список

- Трофимук, А.А. [1964] Нефть и природный газ Сибири, Вестн. АН СССР, **6**, 34-44.
- Туезова, Н.А., Дорогиницкая, Л.М., Демин, Р.Г., Брюзгина, Н.И. [1975] *Физические свойства горных пород Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции*. Москва, «Недра», 184.
- Пузырев, Н.Н., Бабаян, Г.Д., Бочанов, А.И., Егоров, Г.В., Кузнецов, В.Л., Мандельбаум, М.М., Мишенькин, Б.П., Монастырев, В.К., Рудницкий, А.Л., Суворов, В.Д., Чичинин, И.С. [1978] Методика и аппаратура для региональных сейсмических исследований в труднодоступной местности и их применение в Сибири. *Труды ИГиГ СО АН СССР, Новосибирск, Наука. Сиб. отд-ние*, № 389, 205.
- Сурков, В.С., Жеро, О.Г. [1981] *Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты*. М.: Недра, 143.
- Кочнев, В.А. [1993] *Адаптивные методы решения обратных задач геофизики*. Учеб. пособие: Краснояр. Гос. Ун-т; Красноярск.
- Цифровая карта рельефа ГТОПО30 [1996] (<https://lta.cr.usgs.gov/GTOPO30>).
- Brocher, T.M. [2005] Empirical Relations between Elastic Wavespeeds and Density in the Earth's Crust. *Bulletin of the Seismological Society of America*, **95**(6), 2081-2092, doi: 10.1785/0120050077.
- Кочнев, В.А., Васильев, Д.В., Сидоров, В.Ю. и Гоз, И.В. [2006] *Пакет программ ADG3D для решения прямых и обратных трёхмерных задач гравиметрии*. Учеб. пособие: Красноярск.
- Fullea, J., Fernandez, M. and Zeyen, H. [2008] FA2BOUG—A FORTRAN 90 code to compute Bouguer gravity anomalies from gridded free-air anomalies: Application to the Atlantic-Mediterranean transition zone. *Computers & Geosciences*, **34**, 1665-1681.
- Sandwell, D.T. and Smith, W.H F. [2009] Global marine gravity from retracked Geosat and ERS-1 altimetry: Ridge Segmentation versus spreading rate. *J. Geophys. Res.*, **114**, B01411, doi:10.1029/2008JB006008.