



G EODYNAMICAL PHENOMENA: FROM FIELD, OBSERVATIONAL, COMPUTATIONAL, SEISMOLOGICAL & RHEOLOGICAL PERSPECTIVES

A BSTRACTS

Russia, Suzdal
18 – 23 august 2009

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
“ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ
ГЕОДИНАМИКА
И МАНТИЙНЫЕ
НЕУСТОЙЧИВОСТИ”

Россия, Сузdal.
18 – 23 августа 2009 г.

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ОТДЕЛЕНИЕ НАУК О ЗЕМЛЕ
Институт физики Земли им. О.Ю.Шмидта



INTERNATIONAL CONFERENCE

GEODYNAMICAL PHENOMENA:

FROM FIELD, OBSERVATIONAL,
COMPUTATIONAL,
SEISMOLOGICAL
& RHEOLOGICAL
PERSPECTIVES

**A
BSTRACTS**

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Russia, Suzdal МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
18 – 23 august 2009 “ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ
ГЕОДИНАМИКА
И МАНТИЙНЫЕ
НЕУСТОЙЧИВОСТИ”

Россия, Сузdalь.
18 – 23 августа 2009 г.

Москва 2009

Под редакцией
член-корреспондента РАН
Трубицына В.П.

Конференция проводится при поддержке ИФЗ РАН, Отделения наук о Земле,
и Российского Фонда Фундаментальных Исследований

Организаторы выражают особую признательность академику-секретарю
Александру Олеговичу Глико за помощь в организации и проведении
конференции.

ORGANIZATION COMMITTEE

Chairmans:

David A. Yuen: professor, University of Minnesota , U.S.A.
Trubitsyn V. P.: professor, Institute of the Physics of the Earth
Moscow, Russia, corresponding member of RAS.

Executive Members:

Gliko A. O. – professor, member of RAS, chief of IPE, Russia,
Gerya T. V. – professor, E.T.H., Switzerland,
Kirdyashkin A.G. - professor, Institute of Geology and Mineralogy, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
Michailov V. O. – professor, Institute of the Physics of the Earth Moscow, Russia,
Nikolaevskiy V.N. – professor, Institute of the Physics of the Earth Moscow, Russia,
Podladchikhov Y. Y. – professor, University of Oslo, Norway,
Ponomarev A.V. – professor, Institute of the Physics of the Earth Moscow, Russia,
Rebetskiy Y.L. – professor, Institute of the Physics of the Earth Moscow, Russia,
Ruepke L. – professor, University of Kiel, Germany,
Sobisevitch A. L. - professor, Institute of the Physics of the Earth Moscow, Russia,
Sobolev S. V. – professor, University of Potsdam, Germany,
Solomatov S. – professor, Washington University, U.S.A.,
Tackley P. J. – professor, E.T.H., Switzerland,
Vinnik L. P. – professor, Institute of the Physics of the Earth Moscow, Russia,
Zharkov V. N. – professor, Institute of the Physics of the Earth Moscow, Russia,

Scientific secretary of the conference:

Baranov A.A. – Dr., IPE, Russia

ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатели:

Трубицын В.П. – чл.-корр. РАН, зав. лаб. теоретической геодинамики ИФЗ РАН
Yuen D.A. – профессор университета Миннесоты, США

Члены оргкомитета:

Глико А. О. – академик РАН, директор ИФЗ РАН
Винник Л.П. – д.ф.м.н., зав. отделением внутреннего строения Земли, ИФЗ РАН
Жарков В. Н. – д.ф.м.н., профессор, ИФЗ РАН
Кирдяшкин А. Г. – д.т.н., профессор, ИГМ СО РАН
Михайлов В.О. – д.ф.м.н., зав. лаб. математической геофизики ИФЗ РАН
Николаевский В.Н. – д.т.н. ИФЗ РАН
Пономарев А.В. – д.физ.-мат.н., зам. дир. ИФЗ РАН
Ребецкий Ю.Л. – д.физ.-мат.н., зав. лаб. тектонофизики ИФЗ РАН
Собисевич А. Л. – д.физ.-мат.н., зав. лаб. вулканологии ИФЗ РАН
Podladchikhov Y. Y. – профессор университета Осло, Норвегия
Tackley P. J. – профессор университета Е.Т.Н., Швейцария
Gerya T. V. – профессор университета Е.Т.Н., Швейцария
Ruepke L. – профессор Кильского университета, Германия
Sobolev S. V. – профессор Потсдамского университета, Германия
Solomatov S. – профессор Вашингтонского университета, США

Ученый секретарь конференции

Баранов А.А. – к.ф.м.н. ИФЗ РАН

DENSITY MODELS AND A STRUCTURE OF THE EARTH'S LITHOSPHERE BENEATH CENTRAL AND SOUTH ASIA CONSTRAINED WITH VARIATIONS OF FREE MANTLE SURFACE

SENACHIN V.N.¹, BARANOV A.A.²

¹ Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk, Russian Federation
geodyn@imgg.ru

² Schmidt Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation
baranov@ifz.ru

The free mantle surface (FMS) is one of the important characteristics of the isostatic state of the Earth. It shows the degree of crustal uplifting about the normal level, which corresponds to the homogeneous upper mantle. The FMS anomaly study can provide important information about the various geodynamic processes that responsible for the density heterogeneities in the upper mantle and changing isostatic state of the lithosphere.

Investigations of the FMS [1] revealed main dependencies for the FMS depth under the continents and oceans. So, it was revealed, that the FMS depth for continental lithosphere depends on thickness of the crust [1]. Subsequently, the same dependence was revealed for the oceanic lithosphere [4] using CRUST 2.0 model [3].

FMS depth increases with the thickness of Earth's crust that can be caused by radial density changes in the upper mantle. For testing of this hypothesis we have lead the studying of the FMS depth for Central and Southern Asia. The data from crustal model As-Crust-08 [2] on the grid of 1x1 degree has used in this research. The calculated map of FMS depth is shown on Fig.1.

We used the Moho map and densities for upper, middle, and lower layers of crystalline crust for calculating the FMS anomalies.

FMS depth can be calculated using formula:

$$H_{cnm} = H_m - \frac{1}{\rho_m} \sum_{i=1}^n m_i \rho_i,$$

where H_{cnm} – FMS depth, H_m – Moho depth; ρ_m – mantle density; ρ_i , m_i – density and thickness of i-layer of the crystalline crust respectively; n – number of layers in the crust (here we also added three layers of sediments and water layer).

The Southern and Central Asia is tectonically complex region characterized by the great collision between the Asian and Indian plates, anomalously thick uplifted crust, and the large extensional zones near the southern and eastern margins of Asia. The evolution of the entire region is also strongly related to the active subduction along the Pacific border.

Such variety of tectonic processes has led that thickness of the Asia's crust varies from 25 to 75 km. The FMS depth accordingly varies from 2 up to 7 km and more. For example we can see anomalous uplifting of the FMS up to 3 km in the extensional zones (Red Sea) and in the deep seafloor areas. Arabian Peninsula has

the FMS depth about 6 km, which can be attributed to rather high density of the upper mantle. The FMS depth graph depending on thickness of the crust in studied region is shown on Fig. 2. The linear trend for given distribution shows the general FMS depth increasing approximately from 4 to 6 km, i.e. about 0.03 km on each kilometer of crustal thickness growth.

We have investigated upper mantle density distribution on the basis of dependence between FMS depth and crustal thickness.

Three models of lithosphere mantle have considered for define the reason of such dependence: homogeneous mantle with constant density, radial density variations in the mantle, and lateral density variations in the mantle.

For a continental crust the best concurrence of theoretical and experimental FMS curves turns out in the model with linear density increasing with depth from 3.2 g/sm³ at FMS level to 3.3 g/sm³ on depth about 80 km.

REFERENCES

- Artemjev M. E. et al. The free mantle surface-new possibilities to reveal subcrustal inhomogeneities from the structure of the earth's crust //Journal of Geodynamics - 1986. - Volume 5, Issue 1, p. 25-44.
- Baranov A. A. Complex 3D crustal model of Central and Southern Asia //Electronic journal «Vestnik RAS» №1(26)2008 (URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dggms/1-2008/informbul-3_2008/cw-3.pdf (in Russian)
- Bassin C. Laske G., Masters G. The Current Limits of Resolution for Surface Wave Tomography in North America //EOS Trans AGU, 2000. - 81(48), Fall Meet. Suppl., Abstract F897. (<http://mahi.ucsd.edu/Gabi/rem.html>)
- Senachin V.N. The isostasy and density inhomogeneous of the lithosphere on the data of Crust 2.0 model //Relationship between the surface and deep structures of the earth's crust: Proceedings of the 14th International Conference. Petrozavodsk: Karelian Research Centre, RAS. Part. 2. - 2008. - P. 186-188 (in Russian).

ПЛОТНОСТНЫЕ МОДЕЛИ И СТРОЕНИЕ ЛИТОСФЕРЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ЮЖНОЙ АЗИИ ПО ДАННЫМ СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ МАНТИИ

СЕНАЧИН В.Н.¹, БАРАНОВ А.А.²

¹ Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН,
Южно-Сахалинск, Россия
geodyn@imgg.ru

² Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН,
Москва, Россия
baranov@ifz.ru

Свободная поверхность мантии (СПМ) является одной из характеристик изостатического состояния литосферы Земли. Она показывает, насколько приподнята или опущена земная кора относительно нормального состояния, необходимого для изостатического выравнивания литосферы с однородной по плотности мантией. Изучение этих аномалий может дать важную информацию о различных геодинамических процессах, приводящих к образованию плотностных неоднородностей в верхней мантии и изменению изостатического состояния литосферы.

Расчеты, проведённые М.Е.Артемьевым с соавторами [1], позволили выявить основные закономерности распределения глубины СПМ на континентах и океанах. Так, было обнаружено, что в континентальной литосфере глубина СПМ зависит от мощности коры. Позднее такая же закономерность была выявлена в океанической литосфере [3] на основе данных модели земной коры Crust 2.0 [4].

Глубина СПМ закономерно увеличивается с ростом мощности коры, что может быть вызвано радиальными изменениями плотности в мантии. Для проверки данной гипотезы

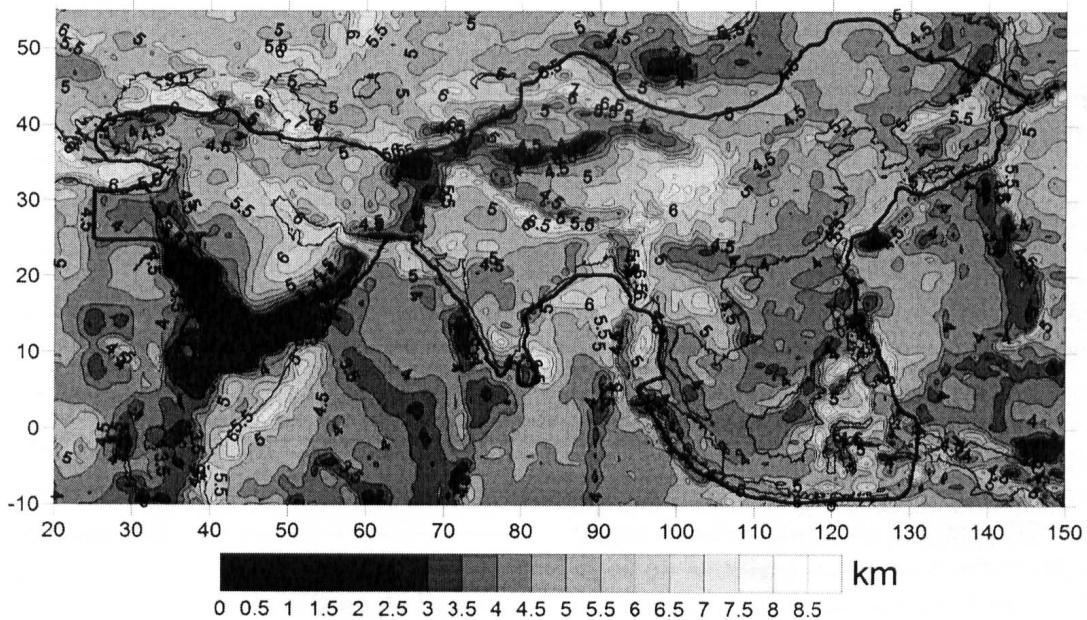


Fig 1. FMS depth for the Central and Southern Asia. The thick black line is the border of AsCrust area, outside of which FMS data was calculated on the basis of CRUST 2.0 model [3]

Рис 1. Глубина свободной поверхности мантии в Центральной и Южной Азии. Толстой чёрной линией показана граница области AsCrust, вне которой значения СПМ рассчитаны на основе данных модели Crust 2.0 [4]

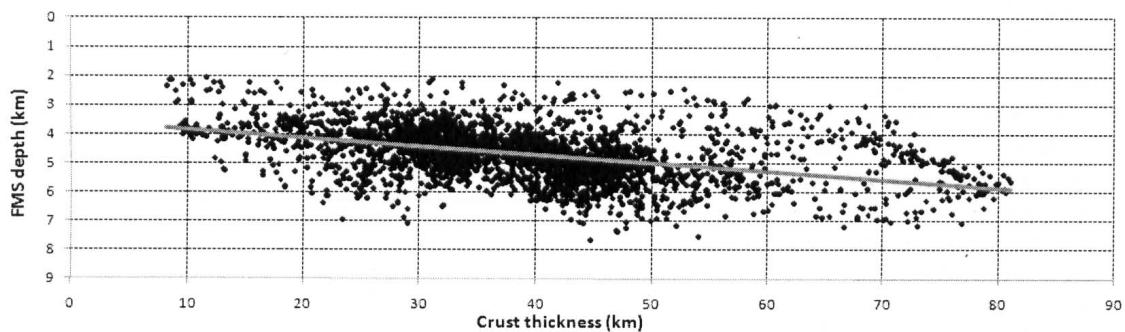


Fig 2. FMS depth depending on the thickness of the crust for Central and Southern Asia.

Рис. 2 Зависимость глубины СПМ от мощности коры в регионе Центральной и Южной Азии.

мы провели изучение глубины СПМ для Центральной и Южной Азии на основе модели коры Ascrust-08 [2] с разрешением 1x1 градус. На рис.1 показано рассчитанное нами распределение глубины СПМ.

Глубина СПМ рассчитывается по формуле:

$$H_{\text{спм}} = H_m - \frac{1}{\rho_m} \sum_{i=1}^n m_i \rho_i$$

где $H_{\text{спм}}$ – глубина СПМ, H_m – глубина границы Мохо; ρ_m – плотность мантии; ρ_i , m_i – соответственно плотность и мощность i -го слоя земной коры в расчетной точке; n – количество слоёв земной коры (здесь также учитывается трехслойная модель осадков и водный слой).

Южная и Центральная Азия является тектонически сложным регионом, включающим зону коллизии Индийской и Евразийской плит, крупные зоны растяжения на южной и восточной окраинах Азии и активную субдукцию вдоль Западно-Тихоокеанской границы. Такое разнообразие тектонических процессов привело к тому, что мощность земной коры в регионе меняется от 8 до 75 км, т.е практически охватывает весь диапазон мощности коры на Земле. Глубина СПМ при этом меняется от 2 до 7 км и более.

На рис.2 показана диаграмма распределения глубины СПМ в зависимости от мощности

коры в изучаемом регионе. Линейный тренд данного распределения показывает общее увеличение глубины СПМ примерно от 4 до 6 км, т.е. примерно 0.03 км на каждый километр роста мощности коры.

Мы исследовали распределение плотности в верхней мантии на основе полученной зависимости глубины СПМ от мощности коры. Подбирались модели мантии с линейным изменением плотности с глубиной. Для континентальной коры наилучшее совпадение расчетной и экспериментальной кривых СПМ получается в моделях с линейным нарастанием плотности по глубине в диапазоне от 3.2 г/см³ на уровне СПМ до 3.3 г/см³ на глубине около 80 км. Плотность зависит от глубины по закону: , где $\alpha=0.001$. Таким образом, получается, что градиент плотности в литосфере Азиатского региона в целом должен быть положительный, что объясняет наблюдаемое углубление СПМ с увеличением мощности коры в диапазоне коры континентальной мощности.

ЛИТЕРАТУРА

- Артемьев М.Е., Чесноков Е.М. Плотностные неоднородности мантии Земли по данным о глубинах до её "свободной поверхности". Континентальные районы //Изв. АН СССР, сер. Физика Земли. 1983. № 5. С. 3–11.
- Баранов А.А. Интегральная модель коры для центральной и южной Азии – основа для геодинамического моделирования процессов в земной коре // Электронный научно-информационный журнал «Вестник Отделения наук о Земле РАН» №1(26)2008 (URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2008/informbul-3_2008/cw-3.pdf)
- Сеначин В.Н. Изостазия и плотностные неоднородности литосферы по данным модели Crust 2 // Связь поверхностных структур земной коры с глубинными: Материалы Четырнадцатой международной конференции. - Петрозаводск: Карельский научный Центр РАН. -2 часть. – 2008. – С.183–185.
- Bassin C. Laske G., Masters G. The Current Limits of Resolution for Surface Wave Tomography in North America //EOS Trans AGU, 2000. - 81(48), Fall Meet. Suppl., Abstract F897. (<http://mahi.ucsd.edu/Gabi/rem.html>)

n

o

t

e