

Technology, Engineering

UDC 550.380

Kharitonov A.L. Use of satellite and aero magnetic geophysical methods for studying of the deep structure of morphological structures the central type, formed by mantle paleo-plume in the territory of Eastern Siberia

Использование спутниковых и аэромагнитных геофизических методов для изучения глубинного строения морфоструктур центрального типа, образованных мантийными палео-плюмами на территории Восточной Сибири

Kharitonov A.L.

Leading Researcher, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Moscow Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Wave Propagation of the RAS

Харитонов Андрей Леонидович

Ведущий научный сотрудник, кандидат физико-математических наук, Москва, ФГБУН Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова, РАН

***Abstract.** In article results of the analysis of the space pictures received at remote sensing of the land surface from various Russian spacecrafts are stated. According to these data the morphological structures of the central type (MSCT) in a relief of the top layer of Earth's crust of Eastern Siberia were marked out. Comparison of satellite data of remote sensing of Earth, about geographic location of the allocated morphological structures of the central type, with results of independent definition of these MSCT formed mantle paleo-plume tectonic structures according to aero magnetic measurements and some other geologic-geophysical to data is carried out. The obtained data on spatial location of morphological structures of the central type allow to solve a problem of allocation of perspective zones for search of oil and gas fields in the territory of Eastern Siberia.*

***Keywords:** satellite methods of remote sensing of Earth, aero magnetic methods, deep structure of a lithosphere, plume-tectonic morphological structures of the central type, search of oil and gas fields.*

***Аннотация.** В статье изложены результаты анализа космических фотоснимков, полученных при дистанционном зондировании земной поверхности с различных российских космических аппаратов. По этим данным были выделены морфологические структуры центрального типа (МСЦТ) в рельефе верхнего слоя земной коры Восточной Сибири. Проведено сравнение спутниковых данных дистанционного зондирования Земли, о географическом расположении выделенных морфологических структур центрального типа, с результатами независимого определения этих МСЦТ, образованных мантийными палео-плюмом тектоническими структурами, по данным аэромагнитных измерений и некоторым другим геолого-геофизическим данным. Полученные данные о пространственном расположении морфологических структур центрального типа позволяют решать проблему выделения перспективных зон для поиска месторождений нефти и газа на территории Восточной Сибири.*

***Ключевые слова:** спутниковые методы дистанционного зондирования Земли, аэромагнитные методы, глубинное строение литосферы, плюм-тектонические морфоструктуры центрального типа, поиск месторождений нефти и газа.*

Рецензент: Сагитов Рамиль Фаргатович, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе в ООО «Научно-исследовательский и проектный институт экологических проблем», г. Оренбург

Введение

Как следует из статистических данных в последние годы заметно снизилась эффективность геолого-разведочных работ по поискам месторождений нефти и газа в Российской Федерации (РФ). По-видимому, одной из причин может быть резкое уменьшение количества оставшихся неразведанных крупных месторождений нефти и газа на территории Российской Федерации. Предположительно известно что, большинство новых, еще оставшихся перспективных для поисков углеводородов, территорий расположено в труднодоступных районах Восточной Сибири, Дальнего Востока РФ или на акваториях российской Арктики. Геолого-разведочные работы, проводимые в этих районах со сложным геологическим строением (горные районы) и суровыми климатическими условиями требуют привлечения новых геофизических методов для поисков и разведки месторождений нефти и газа, где проведение высокоточных наземных методов трехмерной (3D) сейсморазведки либо вообще невозможно, либо сильно затруднено. Поэтому, автором была изучена корреляционная взаимосвязь географического расположения месторождений углеводородов и географического расположения морфоструктур центрального типа (МСЦТ). Актуальность проведенных исследований связана с разработкой методики поисков месторождений нефти и газа по данным геолого-геофизической интерпретации результатов анализа различных российских спутников дистанционного зондирования Земли.

С использованием космических снимков с российских космических аппаратов для территории Российской Федерации была создана карта морфоструктур центрального типа (рис. 1).

На схеме дешифрирования космического снимка отчетливо выделяются кольцевые структуры, расположенные вдоль краевого шва Восточно-Сибирской платформы (ВСП). Кольцевые структуры ВСП обусловлены гранито-гнейсовыми образованиями фундамента. На северо-восточном обрамлении Восточно-Сибирской платформы отчетливо выделяется региональная кольцевая Анабарская морфоструктура центрального типа.

Методы измерений и обработки данных

Для выявления морфоструктур центрального типа в пределах территории Российской Федерации, помимо материалов дешифрирования космических фотоснимков [1], были использованы измерения магнитного поля [2], а также некоторые другие геолого-геофизических данные. Для обработки аэрокосмических магнитных данных были использованы различные методы математического анализа [3, 4] (рис. 2).

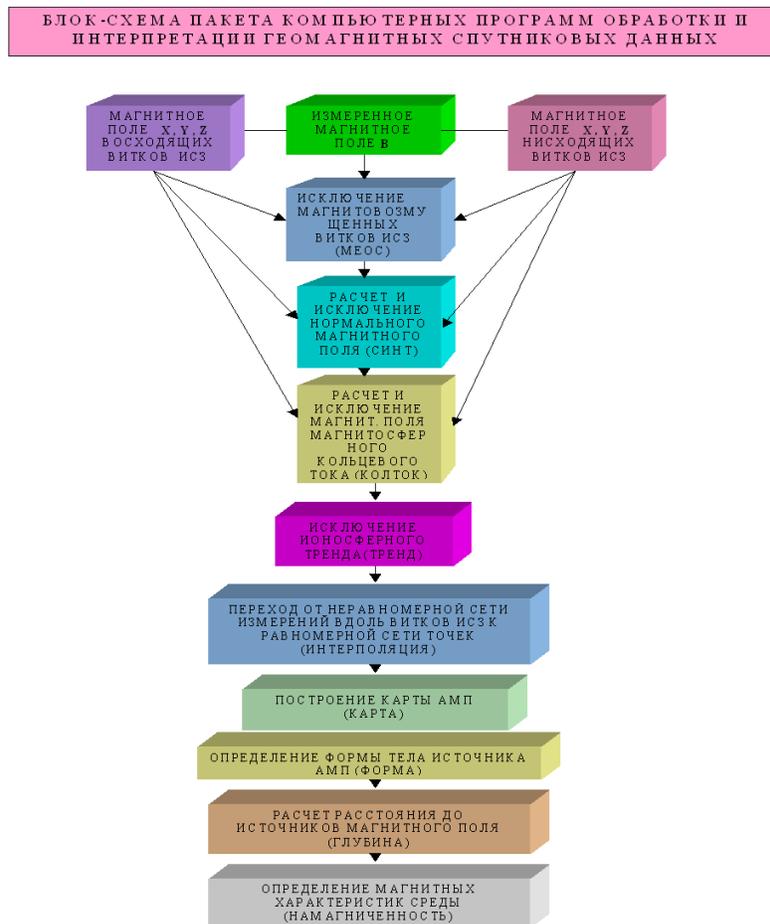


Рисунок 2. Блок-схема пакета компьютерных программ, используемых для математической обработки и геофизической интерпретации спутниковых геомагнитных данных [5].

Физические причины образования морфоструктур центрального типа

Рассмотрены возможные природные механизмы образования морфоструктур центрального типа. По результатам геологической интерпретации различных физических полей (магнитного, гравитационного, теплового) глубинное строение многих крупных морфоструктур центрального типа, как будет показано ниже, часто определяется термо-магматическими плюмами [5] (рис.3).

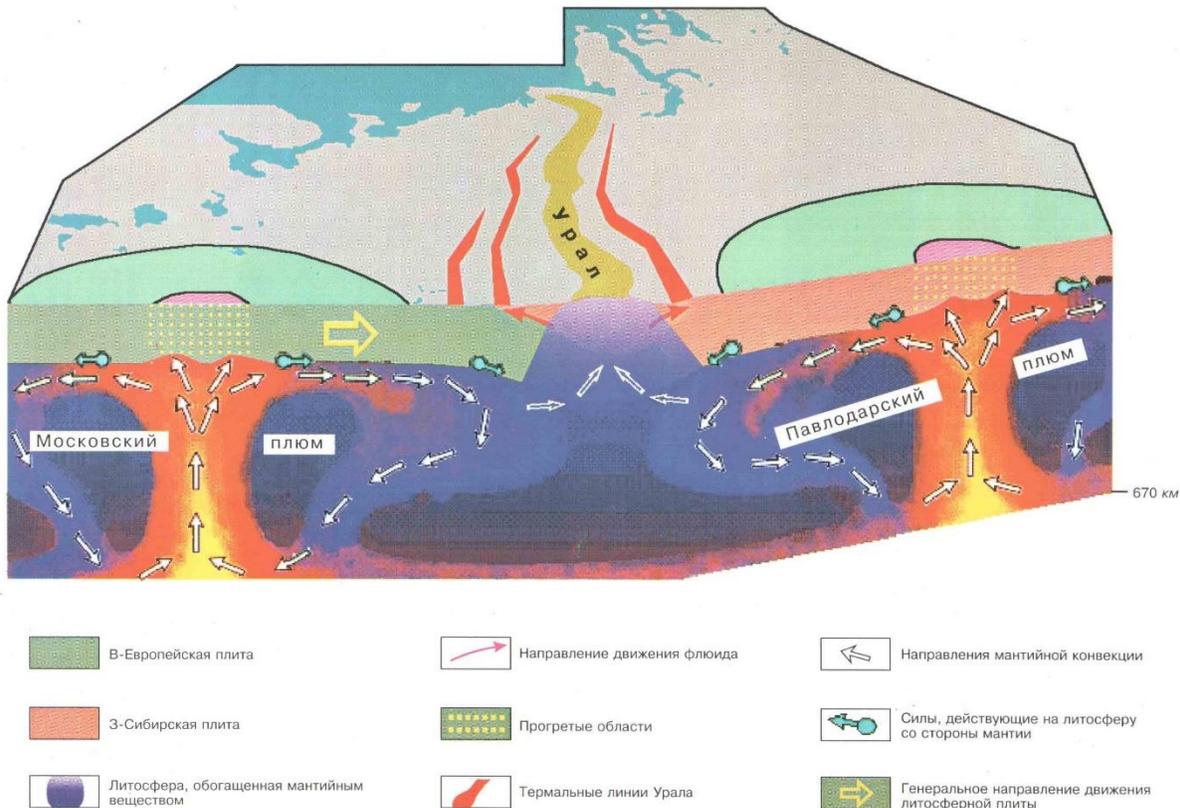


Рисунок 3. Схема глубинного строения Московского и Павлодарского мантийных палеоплюмов и их кольцевых морфоструктур центрального типа [5]. 1 – Восточно-Европейская плита; 2 – Западно-Сибирская плита; 3 – литосфера обогащенная мантийным веществом; 4 – направление движения флюида; 5 – прогретые области; 6 – термальные линии Урала; 7 – направление мантийной конвекции; 8 – силы действующие на литосферу со стороны мантии; 9 – генеральное направление движения литосферных плит.

Хорошо известно [6], что на ранней стадии эволюционного формирования Земли произошло образование древнейших морфоструктур центрального типа – нуклеаров, проявляющихся на поверхности Земли в виде огромных кольцевых валообразных структур. Большинство гигантских (тысячи километров в диаметре) морфоструктур центрального типа (нуклеаров) образовалась в результате возникновения мантийных термо-

магматических плюмов и суперплюмов, внедрившихся в земную кору. В недрах Земли, в результате продвижения из мантии к поверхности Земли магматических образований термальных плюмов [5, 6] образуется усеченная воронкообразная глубинная структура, по граничным зонам которой винтообразно продвигаются к поверхности газотермальные и гидротермальные флюидные потоки. Подобные морфоструктуры центрального типа, образованные мантийными плюмами, были детально проанализированы автором в работе [5] (рис. 4).

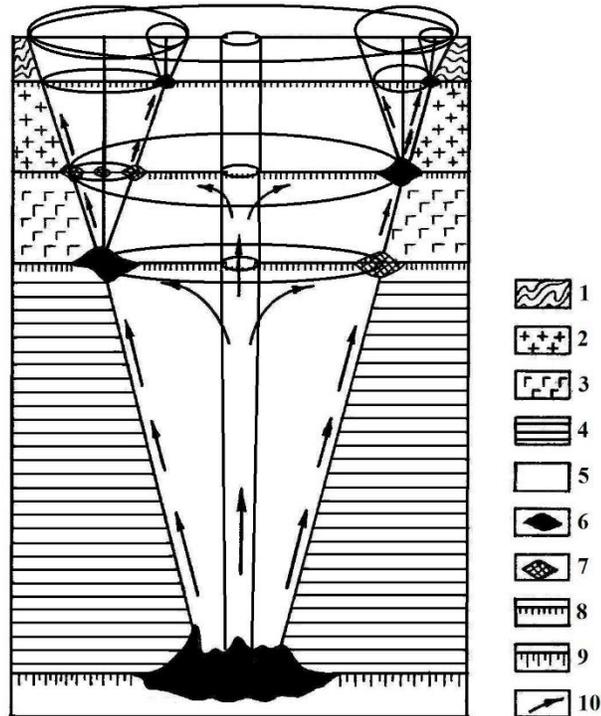


Рисунок 4. Поэтому, по нашим данным более перспективными районами на поиск месторождений углеводородов (нефть, газ, уголь) являются бортовые зоны многих морфоструктур центрального типа [5].

Для проверки точности выделения МСЦТ по данным спутникового дистанционного зондирования автором было проведено определение топологии основных магнитных границ земной коры Алданской МСЦТ, в пределах исследуемого района Восточной Сибири по данным аэромагнитных измерений. Используя методы решения теории прямой и обратной геофизических задач по данным магнитного поля, изложенным в [7] авторами было выполнено глубинное магнитное зондирование земной коры исследуемого района и построены двумерные глубинные разрезы и выявлена топология изолиний основных магнитных границ земной коры (рис. 5).

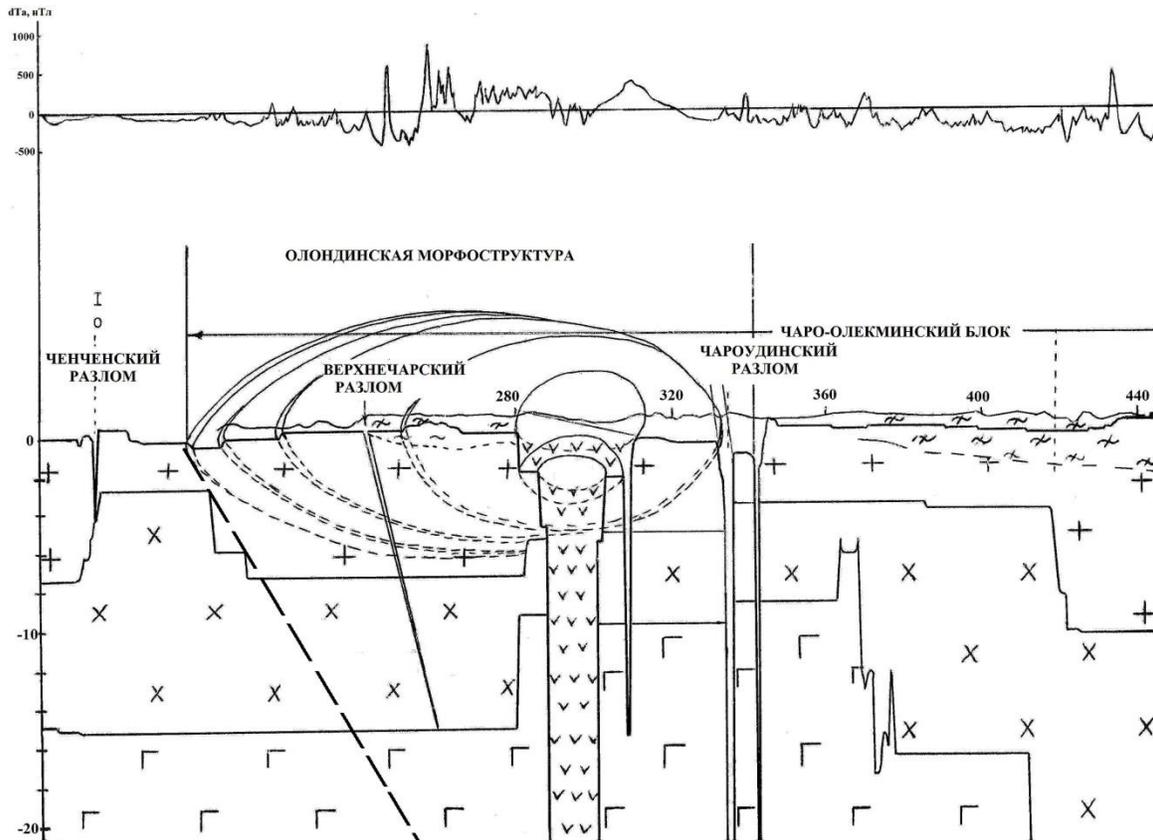


Рисунок 5. Фрагмент геолого-геофизического глубинного разреза земной коры Алданской морфоструктуры центрального типа, построенный по аэромагнитным данным.

Анализ независимых аэромагнитных данных, приведенных на рис. 5 показывает, что они полностью подтверждают результаты дистанционного зондирования Земли из космоса (рис. 1), относительно географического расположения этой Алданской и дочерних МСЦТ. Сравнение крупных разломных структур земной коры, которые также можно выделить по спутниковым данным дистанционного зондирования Земли показывает, что тектонические разломы наблюдаемые на поверхности Земли по спутниковым данным и выделенные по аэромагнитным данным (рис. 5) имеют одинаковое направление в пространстве, но, как правило, имеют некоторое смещение за счет наклона плоскости тектонического разлома земной коры.

Выводы

1. Экспериментально с помощью аэромагнитных данных подтверждена возможность надежного выделения морфоструктур центрального типа по спутниковым данным дистанционного зондирования из космоса.

2. Глубинное зондирование Земли по аэромагнитным данным позволило построить глубинные модели плюм-тектонических структур Восточной Сибири, проявляющихся в различных физических границах земной коры.
3. По результатам применения комплексных данных дешифрирования космических снимков, аномального магнитного, гравитационного полей на территории Восточно-Сибирской платформы выявлены основные морфоструктуры центрального типа первого и второго порядков, которые могут быть связаны с месторождениями глубинных углеводородов, переносимых теплопоток по субвертикальным каналам внутри мантийных палео-плюмов.
4. На Восточно-Сибирской платформе построены региональные комплексные геолого-геофизические разрезы земной коры, которые подтверждают теоретическое глубинное строение некоторых морфоструктур центрального типа, образованных мантийными палео-плюмами.

References

1. Soloviev V.V. Map of Central-Type Morphological structures on the U.S.S.R. territory. Scale 1:10 000 000. (Explanatory Notes). Leningrad: VSEGEI. - 1982. - 44 p.
2. Стогний В.В. Тектоническая расслоенность Алдано-Станового геоблока (по геолого-геофизическим данным) // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. М. -1996. - 30 с.
3. Hassan G.S., Kharitonov A.L., Serkerov S.A. Principal satellite-measured three-dimensional statistical characteristics of potential fields in East Asia and their relationship to earthquake epicenters // Mapping Sciences and Remote Sensing. - 2003. - V. 40. № 2. - P. 105-117.
4. Rotanova N.M., Kharitonov A.L., Frunze F.Kh. Anomaly crust fields from MAGSAT satellite measurements: their processing and interpretation // Annals of Geophysics. - 2004. - V. 47. № 1. P. 179-190.
5. Харитонов А.Л. Комплексный геолого-геофизический анализ некоторых морфоструктур центрального типа и их связь с месторождениями нефти и газа // Вестник института геологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. - 2018. - № 7(283). - С. 3-9.
6. Kharitonov A.L. Paleomagnetic anomalies of the sea-floor spreading – the results of the activity of plume-tectonic morphological structures of central type // Modern Science. – 2018. - № 12. - P. 8-11.
7. Tsvetkov Yu.P., Rotanova N.M., Kharitonov A.L. High-by-high structure of magnetic anomalies based on gradient measurements in the stratosphere // Geomagnetism and Aeronomy. – 2004. - V. 44. № 3. - P. 379-385.