

УДК 553.98:551.24

ПРИРОДА ГЛОБАЛЬНОЙ УГЛЕВОДОРОДНОЙ СИСТЕМЫ И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РЕГИОНАЛЬНОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ**¹Савченко И.Ф., ²Белозеров Н.И., ¹Римкевич В.С., ¹Гиренко И.В.**¹ФГБУН «Институт геологии и природопользования» ДВО РАН,

Благовещенск, e-mail: sav@ascnet.ru;

²ФГБУН «Амурский научный центр» ДВО РАН, Благовещенск, e-mail: nibic@rambler.ru

Проанализированы углеводородные системы, соответствующие теориям минерального и органического происхождения нефти и газа. Углеводородная система минерального (абиогенного) происхождения предполагает синтез нефти и газа в результате глобальной дегазации ядра, мантии, астеносферы. Углеводородная система органического (биосферного) генезиса нефти и газа основана на предположении генерации из органического вещества геологических осадков в условиях конвективного погружения. На основе системного подхода сделан вывод о глубинном происхождении нефти и газа из органического вещества океанических осадков, которые достигают верхней мантии при субдукции и коллизии и подвергаются метаморфизму на трассе погружения поглощаемой океанической литосферы. Флюиды метаморфизма органики фильтруются к дневной поверхности через субдукционно-коллизсионную кровлю, в которой образуются скопления нефти и газа. Ориентирами размещения прогнозируемых проявлений служат шовные зоны, АКО террейнов, аккреционные призмы, что необходимо учитывать при планировании поисковых работ.

Ключевые слова: углеводородная система, метаморфизм, органическое вещество, субдукция, коллизия, нефть, газ**THE NATURE OF GLOBAL HYDROCARBON SYSTEM AND EVALUATION OF REGIONAL PETROLEUM PERSPECTIVES****¹Savchenko I.F., ²Belozerov N.I., ¹Rimkevich V.S., ¹Girenko I.V.**¹Institute of Geology and Nature Management Far Eastern Branch Russian

Academy of Sciences, Blagoveschensk, e-mail: sav@ascnet.ru;

²Scientific Center, Far East Branch, Russian Academy of Sciences,

Blagoveschensk, e-mail: nibic@rambler.ru

On the base of a system approach the conclusion was made about a deep origin of oil and gas from organic matter of oceanic sediments that reached the upper mantle during subduction and collision and underwent metamorphism along the track of dipping of the absorbing oceanic lithosphere. Fluids derived from organic matter metamorphism emanate to the day surface through the subduction-collision roof within which the oil-and-gas accumulations are formed. The suture zones, active continental margins of terranes and accretionary prisms are the markers of predicted oil-and-gas occurrences and so they should be taken into consideration at planning of prospecting works.

Keywords: hydrocarbon system, metamorphism, organic matter, subduction, collision, oil, gas

К настоящему времени о Земле сформировалось представление как об открытой саморегулирующейся сложной системе, состоящей из подсистем – геосфер. К геосферам относятся: ядро, мантия, астеносфера, литосфера, земная кора, гидросфера, атмосфера, биосфера и другие оболочки [2, 9].

Имеются также системы процессов и явлений, приводящие в течение геологического времени к изменению существовавших или появлению новых геосфер. Таковы процессы осадконакопления, сквозного теплопереноса в масштабе всей планеты и другие явления, приводящие к появлению стратисферы, гидросферы, атмосферы, а затем биосферы и других сфер.

Планетарная углеводородная (УВ) система представляет последовательный ряд процессов и явлений, характеризующих циклы основных веществ, входящих в систему.

Эмпирически выявленная последовательность процессов и явлений планетар-

ной УВ-системы включает: дегазацию внутренних оболочек Земли углеводородными и не углеводородными газами; генерацию однофазного флюида; фильтрацию флюида через толщу астеносферы и литосферы к земной поверхности; конденсацию жидкой фазы (воды и протонефти); концентрацию конденсата и газа в коллекторах земной коры с надежным флюидоупором (покрышкой). Скопления нефти и газа в коллекторах образуют нефтегазовые залежи. Из залежей, несмотря на малопроницаемую кровлю, в течение геологических отрезков времени УВ разгружаются на земную поверхность или на дно морей и океанов. Излияние нефти и эмиссия газов в атмосферу приводят к их окислительной деструкции. Окислительной деструкции УВ подвергается также вся нефть и газ промышленной добычи. На завершающем этапе эмпирической УВ-системы на окисление (сжигание) 1 кг нефти нужно 3,4 кг O₂, а на сжигание

1 м³ метана – требуется 2 м³ O₂. Окислителем УВ является O₂, а продуктом окисления CO₂ и H₂O. Процесс окисления УВ – экзотермический. Связанные между собой циклы H₂O, CO₂, O₂, УВ и энергии должны быть объектом анализа природы планетарной УВ системы.

Проблема происхождения нефти и газа до сих пор является дискуссионной с преобладанием концепций биосферного и минерального генезиса, анализ этих концепций может внести вклад в решение проблемы происхождения УВ, их возобновляемости или исчерпаемости.

Цель наших исследований – выявление природы реальной углеводородной системы Земли и возможность использования ее положений для оценки перспектив региональной нефтегазоносности. Это возможно путем анализа различия и сходства концепций минерального и биосферного генезиса УВ.

Глобальная конвекция и глубинная дегазация. Процессы и явления планетарной углеводородной системы.

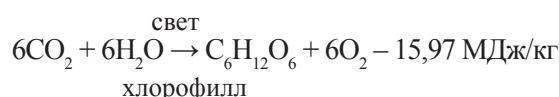
Энергомассообмен между геосферами Земли осуществляется благодаря глобальной конвекции. Сторонники минерального генезиса нефти и газа отмечают, что источник природных углеводородов – глубинная дегазация CH₄, C_nH_m, CO, CO₂, H₂O, H₂, H₂S. Допускается, что эти газы могут поставлять ядро и мантия. При этом указывается, что на пути движения к земной поверхности ниже поверхности Мохоравичича все пары и газы находятся в сверхкритическом состоянии и представляют монофлюид с высокой проникающей способностью. Дефлюидизация УВ должна идти параллельно дегидратации Земли и закончиться одновременно с образованием гидросферы, т.е. 4,4 млрд лет назад [9].

Для признания реальным источником УВ дегазацию ядра, мантии, слоев астеносферы следует указать глубинный источник кислорода, который бы окислял УВ с выделением соответствующей энергии. Такого глубинного источника O₂ нет. На этом основании концепция минерального генезиса УВ не обладает признаками системы, как, например, система конвективного тепло-массообмена, океанических течений и других системных процессов.

Для поступающих из недр УВ в результате их дефлюидизации окислителем является атмосферный кислород, получаемый в результате фотосинтеза. Это является основанием для рассмотрения совмещенных циклов: органического вещества (ОВ), CO₂, H₂O, O₂ и энергии в глобальной углеводородной системе.

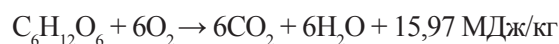
Глобальная (планетарная) УВ система включает основные процессы: фотосинтез ОВ с выделением O₂, неполное разложение отмершей органической массы, формирование органических осадков (керогена), погружение осадков ОВ в глубокие недра, метаморфизм ОВ осадков при t = 450–1200 °C на парогазовую и твердую графитоподобную фракцию, фильтрацию парогазового флюида к дневной поверхности, конвекцию жидких УВ в земной коре, формирование нефтегазовых бассейнов. Завершающим процессом УВ системы является окисление поступивших на поверхность земли УВ (включая скважинную добычу) и выделение при окислении энергии.

При фотосинтезе ОВ образуется из CO₂ и H₂O с затратой солнечной энергии и выделением O₂ по уравнению



Часть O₂ фототрофы используют для дыхания, энергетического обеспечения метаболизма в онтогенезе, а сапротрофы также для разложения отмерших организмов. Г.А. Заварзин (2001 г.) образование керогена объясняет разрывом во времени между синтезом ОВ и его последующим разложением [3] и всегда с передвижением в пространстве.

Общее уравнение дыхания:



Окисление фотосинтетическим O₂ за время существования биосферы (3,5 млрд лет) привело к образованию азотно-кислородной атмосферы с затратой 8·10¹⁵ т O₂ на окисление аммиака [1]. На образование железистых кварцитов [1] было израсходовано 195,6·10¹⁵ т O₂. Гранитизация силикатной оболочки [9] потребовала 2260,7·10¹⁵ т биосферного O₂. Общая масса биосферного кислорода, участвовавшая в геохимических процессах, достигла 2465,2·10¹⁵ т, что эквивалентно 2311·10¹⁵ т первичных ОВ, депонированных в геологических осадках.

Образование плавающей над астеносферой континентальной коры привело к субдукции и коллизии с «поглощением» океанических плит под континентальные окраины и островодужные системы, что способствует перемещению осадков в глубокие недра до 700 км [2]. Это приводит к метаморфизму ОВ на графитоподобную и парогазовую фракции, флюидизации и конденсации углеводородов (УВ).

Следствием субдукции с участием ОВ океанических осадков являются УВ

термического метаморфизма, их размещение в осадочном чехле и кристаллическом фундаменте. При скорости субдукции 30–50 мм/год [7], поглощение глубинной области Мирового океана (268 млн км²) может длиться 110–120 млн лет, за фанерозой она могла совершить от 5–9 ротаций. Это могло привести к конденсированию УВ в структурах континентальной коры.

Эксперименты и промышленная сухая перегонка твердых горючих ископаемых (ТГИ) показывают, что разложение ТГИ протекает в интервале температур от 400 до 1200 °С с образованием обуглероженного остатка (95–99,5% С_{орг.}) и парогазовой фракции (монофлюида). Есть все основания аппроксимировать условия промышленной сухой перегонки ТГИ к термическому метаморфизму ОВ в глубоких недрах с интервалом температур 460–1200 °С [8], которого ОВ океанических осадков достигает на трассе погружения плиты. При угле вхождения океанской плиты под континент 16–25° горизонтальное проложение трассы дефлюидизации и конденсации нефти и газа на коллизионно-субдукционной кровле составит 130–200 км.

Если ширина океанического пролива перед «закрытием» была около 800 км, то степень концентрирования флюидов может быть 4–6-кратной. В этом заключается механизм концентрации УВ в месторождениях, так как через фронт субдукции или коллизии с ограниченным по глубине интервалом температур метаморфизма проходит океанская кора обширных акваторий, содержащая ОВ в составе геологических осадков (рис. 1).

Степень концентрирования флюида в континентальной кровле равна отношению размеров поглощения океанической коры к величине интервала глубины начала T_1 и окончания T_2 метаморфизма на трассе погружения в зону Беньюфа.

Перспективы региональной нефтегазонаосности должны оцениваться на основе механизма глобальной конвекции. Основой прогноза нефтегазонаосности геологической структуры является палеореконструкция [4]. Для восточной Азии такой региональной структурой является восточная часть Центрально-Азиатского складчатого пояса (ЦАСП), которая включает Джугджуро-Становый и Селенгино-Становый супертеррейны (ДСС и ССС). Они разделены Желтулакской шовной зоной [5]. К системе ССС с юга примыкают Ольдойжинский террейн и система Умлекано-Огоджинского вулканоплутонического пояса, являющиеся северным обрамлением Амурского супертеррейна. До верхнего девона указанные структуры существовали обособленно, между ними имелись океанические проливы. Желтулакский миниокеан оформился между ДСС и ССС с развитием активных континентальных окраин (АКО) с рубежа 160 млн лет назад. Коллизия ДСС, ССС и Амурского супертеррейна завершилась закрытием миниокеана в раннем мелу. Формирование океанических осадков миниокеана до коллизии охватывает период верхний девон – нижний мел, закрытие миниокеана началось в верхней юре и закончилось в нижнем мелу (продолжительность 26 млн лет). При скорости поглощения акватории 0,03 м/год [7] ширина

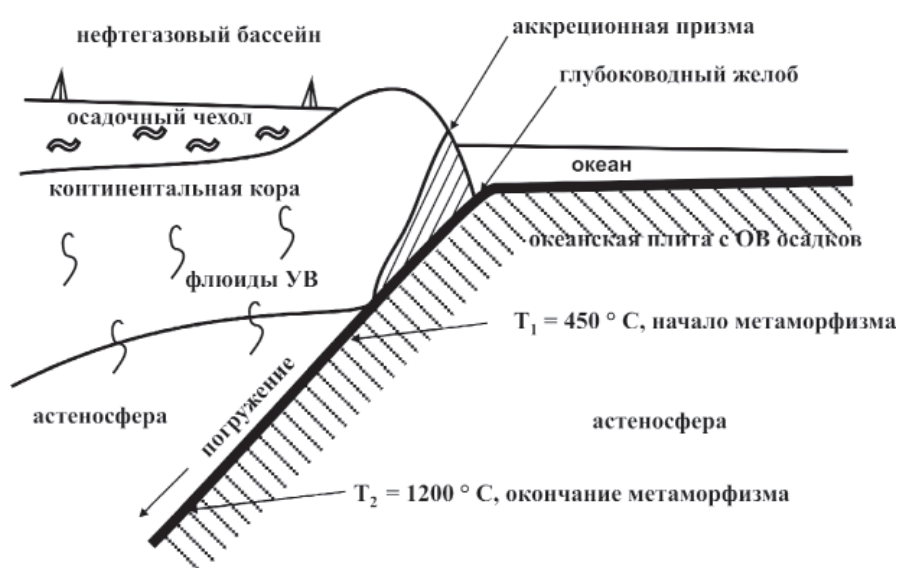


Рис. 1. Геолого-геофизическая схема концентрирования ресурсов УВ при формировании залежей в результате субдукции

миниокеана равнялась 780 км. Запасы ОБ океанических осадков перед коллизией были достаточны для образования залежей УВ с концентрацией запасов $(30-50) \cdot 10^6$ т/км² [6]. Термическая генерация нефти и газа из ОБ начинается при температуре 465°C [8] и продолжается до 1200°C, т.е. на глубинах подошвы континентальной коры. Из этого следует, что при угле поглощения плиты Желтулакского миниокеана равным 7° выходы флюидов УВ термического разложения будут иметь горизонтальное проложение на поверхности субдукционно-коллизийной кровли 100–260 км от шовной зоны. На этом расстоянии от главного Южно-Турурингского разлома (Желтулакского трога) в южном направлении следует планировать поиски УВ. Схема размещения прогнозируемых нефтегазоносных площадей показана на орографической карте Приамурья (рис. 2).

Заключение

При проектировании поисков на УВ кроме аккреционных призм сооружений Тукуруингра-Джагды следует максимально учитывать результаты геолого-геофизических работ, прямые и сопутствующие признаки нефтегазоносности, т.е. осуществлять предварительный системный анализ. Например, по признакам минимальной плотности пород коры приоритет по наличию УВ имеют территории, тяготеющие к г. Сковородино [10]. По признакам выхода свободного водорода нефтегазовых скоплений, способного вызвать суффозионные просадки на поверхности осадочного чехла с образованием озерных ванн, перспективен ареал с озерами Огорон и Очки в бассейне р. Орловки.

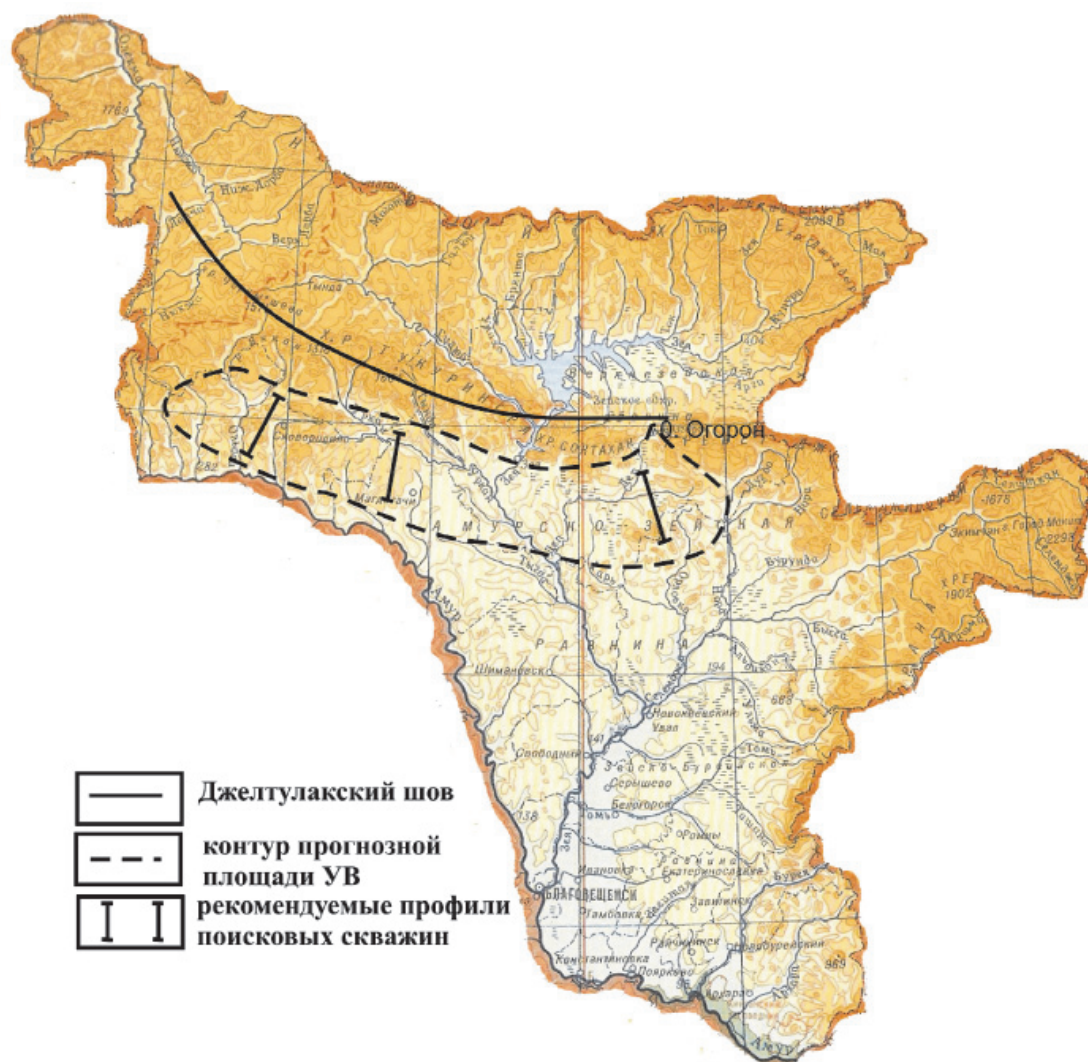


Рис. 2. Схема расположения прогнозной площади УВ на орографической карте Приамурья

Список литературы

1. Дроздовская А.А., Снежко А.М. Проблема органического вещества в раннем докембрии Общ. и регион. геология: геол. карт. Обзор / ВНИИ экон. минер. сырья и геол.-развед. работ (ВИЭМС). – М., 1989. – 55 с.

2. Жарков В.Н. Внутреннее строение Земли и планет. – М.: Наука, 1983. – 416 с.

3. Заварзин Г.А. Становление биосферы // Вестник РАН. – 2001. – Т. 11, № 11. – С. 988–1001.

4. Коровина Т.А., Чирков В.П., Кропотова Е.П., Шадрина С.В. Модель континентальной окраины как методологическая основа прогноза нефтегазонасыщенности доюрского основания Западной Сибири // I Всероссийская конференция по глубинному генезису нефти, 22–25 окт. 2012 г., Москва: [сб. докл.]. – М.: ЦГЭ, 2012. – С. 285–286.

5. Ларин А.М. Великославинский С.Д., Котов А.Б. и др. Тектоно-магматическая эволюция Джугджуро-Станового и Селенгино-Станового супертеррейнов Центрального-Азиатского складчатого пояса // Вопросы геологии и комплексного освоения природных ресурсов Восточной Азии: Всероссийская научная конференция, 16–18 июня 2010 г., Благовещенск: [сб. докл.]. – Благовещенск: ИГиП ДВО РАН, 2010. – С. 25–26.

6. Савченко И.Ф., Белозеров Н.И. Путь органического углерода океанических осадков в процессе формирования геологических структур Восточной Азии // Отечественная геология. – 2013. – № 2. – С. 50–56.

7. Сорокин А.П., Серов И.А., Жижерин В.С. Современные движения блоковых структур восточной окраины Центрально-Азиатского складчатого пояса // Вопросы геологии и комплексного освоения природных ресурсов Восточной Азии: Вторая Всероссийская Научная Конференция, 15–16 окт. 2012 г., Благовещенск: [сб. докл.]. – Благовещенск: Изд-во «Зея», 2012. – С. 26–28.

8. Труфанова С.Г., Мурогова Р.Н. Газогеохимические критерии глубинности процессов нефтегазообразования // Дегазация Земли: геотектоника, геодинамика, геофлюиды; нефть и газ; углеводороды и жизнь. Материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 100-летию академика П.Н. Кропоткина 18–22 окт. 2010 г. – М.: GEOS, 2010. – С. 280–283.

9. Хаин В.Е. Взаимодействие атмосферы, биосферы и литосферы – важнейший процесс в развитии Земли // Вестник РАН. – 2007. – Т. 77, № 9. – С. 794–797.

10. Шевченко Б.Ф., Романовский Н.П., Гурович В.Г. Петрофизическая модель земной коры полосы профиля З-ДВ Сквородино – Томмот: тектонические следствия // Тектоника, глубинное строение и минерагения Восточной Азии: VIII Косыгинские чтения: Всероссийская конференция, 17–20 сент. 2013 г., Хабаровск [сб. докл.]. – Хабаровск: Изд-во «Дальнаука», 2013. – С. 587–590.

References

1. Drozdovskaja A.A., Snezhko A.M. Problema organicheskogo veshhestva v rannem dokembrii Obshh. i region. geologija: geol.kart. Obzor / VNIИ jekon. miner. syrja i geol.-razved. rabot (VIJeMS). M. 1989. 55 p.

2. Zharkov V.N. Vnutrennee stroenie Zemli i planet. M.: Nauka, 1983. 416 p.

3. Zavarzin G.A. Stanovlenie biosfery // Vestnik RAN. 2001. T. 11, no. 11. pp. 988–1001.

4. Korovina T.A., Chirkov V.P., Kropotova E.P., Shadrina S.V. Model kontinentalnoj okrainy kak metodologicheskaja osnova prognoza neftegazonosnosti dojurskogo osnovanija Zapadnoj Sibiri // I Vserossijskaja konferencija po glubinnomu genезisu nefti, 22–25 okt. 2012 g., Moskva: [sb. dokl.]. M. CGJe, 2012. pp. 285–286.

5. Larin A.M. Velikoslavinskij S.D., Kotov A.B. i dr. Tektono-magmaticeskaja jevoljucija Dzhugdzhuro-Stanovogo i Selengino-Stanovogo superterrejnov Centralnogo-Aziatskogo skladchatogo pojasa // Voprosy geologii i kompleksnogo osvoenija prirodnyh resursov Vostochnoj Azii: Vserossijskaja nauchnaja konferencija, 16–18 ijunja 2010 g., Blagoveshhensk: [sb. dokl.]. Blagoveshhensk: IGiP DVO RAN, 2010. pp. 25–26.

6. Savchenko I.F., Belozеров N.I. . Put organicheskogo ugleroda okeanicheskikh osadkov v processe formirovanija geologicheskikh struktur Vostochnoj Azii // Otechestvennaja geologija. 2013. no. 2. pp. 50–56.

7. Sorokin A.P., Serov I.A., Zhizherin V.S. Sovremennye dvizhenija blokovyh struktur vostochnoj okrainy Centralno-Aziatskogo skladchatogo pojasa // Voprosy geologii i kompleksnogo osvoenija prirodnyh resursov Vostochnoj Azii: Vtoraja Vserossijskaja Nauchnaja Konferencija, 15–16 okt. 2012 g., Blagoveshhensk: [sb. dokl.]. Blagoveshhensk: Izd-vo «Zeja», 2012. pp. 26–28.

8. Trufanova S.G., Murogova R.N. Gazogeoхимические критерии глубинности процессов нефтегазообразования // Дегазация Земли: геотектоника, геодинамика, геофлюиды; нефть и газ; углеводороды и жизнь. Материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 100-летию академика П.Н. Кропоткина 18–22 окт. 2010 г. M. GEOS, 2010. pp. 280–283.

9. Hain V.E. Vzaimodejstvie atmosfery, biosfery i litosfery vazhnejshij процесс v razvitii Zemli // Vestnik RAN. 2007. T. 77, no. 9. pp. 794–797.

10. Shevchenko B.F., Romanovskij N.P., Gurovich V.G. Petrofizicheskaja model zemnj kory polosy profila Z-DV Skovorodino Tommot: tektonicheskie sledstvija // Tektonika, glubinnoe stroenie i mineraгения Vostochnoj Azii: VIII Kosyginские chtenija: Vserossijskaja konferencija, 17–20 sent. 2013 g., Habarovsk [sb. dokl.]. Habarovsk: izd-vo «Dalnauka», 2013. pp. 587–590.

Рецензенты:

Сорокин А.П., д.г.-м.н., профессор, председатель, ФГБУН «Амурский научный центр» Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Благовещенск;

Остапенко Н.С., д.г.-м.н., доцент, заведующий лабораторией, ФГБУН «Институт геологии и природопользования» Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Благовещенск.

Работа поступила в редакцию 10.04.2015.