УДК 550.42:546.9:553.982(470.56)

Пономарева Г.А.
Оренбургский государственный университет
E-mail: galy.ponomareva@mail.ru

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ В НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Цветные и благородные металлы в углеводородном сырье представляют интерес в связи с проведением работ по изучению благороднометальной металлогении углеродсодержащих формаций Уральской металлогенической провинции и имеют важное значение при металлогеническом районировании платиноидной специализации одноименной складчатой области Восточного Оренбуржья. Целью настоящего исследования являлось установление геохимических особенностей распределения Pt, Pd, Au и Ag в нефтегазовых месторождениях западного Оренбуржья. Для решения этой проблемы были построены карты изоконцентрат металлов, совмещенные со структурно-тектонической основой. Анализ полученных карт позволяет выделить две геохимические зоны в пределах исследуемой территории – западную и восточную, существенно отличающиеся концентрацией платины. Изучены особенности распределения металлов, их взаимосвязь с физико-химическими свойствами нефти месторождений Оренбургской части Волго-Уральской нефтегезоносной провинции. Полученные данные могут быть использованы при металлогеническом районировании территории платформенного и складчатого Оренбуржья по платиноидной специализации, для прогнозной оценки на благородные металлы, для стратиграфической корреляции нефтенасыщенных пластов и решения вопросов источников благородных металлов в углеводородном сырье.

Ключевые слова: нефтегазовые месторождения, благородные металлы, геохимических особенности распределения, геохимические зоны.

Одной из главных целей исследования являлось выявление геохимических особенностей распределения благородных металлов (БМ) (платины, палладия, золота и серебра) в месторождениях углеводородов Оренбургской части Волго-Уральской нефтегезоносной провинции.

Для решения поставленных задач были отобраны 40 образцов с 22 месторождений из карбонатных и терригенных коллекторов строго контролируемой стратиграфической и структурно-тектонической принадлежности. Ниже приводится список нефтегазовых месторождений западной (платформенной) части Оренбургской области, образцы которых анализировались на БМ.

1. Вахитовское нефтяное месторождение
2. Твердиловское нефтяное месторождение
3. Султангуловское газонефтяное месторождение
4. Бобровское нефтегазовое месторождение
5. Красноярское нефтяное месторождение
6. Лебяжинское нефтяное месторождение
7. Родниковское нефтяное месторождение
8. Загорское нефтяное месторождение
9. Донецко-Сыртовское газонефтяное месторождение
10. Оренбургское нефтегазоконденсатное месторождение
11. Покровское газонефтяное месторождение
12. Пронькинское газонефтяное месторождение
13. Долговское нефтяное месторождение
14. Тананыкское нефтяное месторождение
15. Росташинское нефтегазаконденсатное месторождение
16. Гаршинское нефтяное месторождение
17. Сахаровское нефтегазаконденсатное месторождение
18. Колганское нефтяное месторождение
19. Никифоровское нефтяное месторождение
20. Ашировское нефтяное месторождение
21. Нагумановское нефтегазаконденсатное месторождение
22. Капитоновское нефтяное месторождение.

Инструментальное определение БМ выполнено методом атомно-абсорбционной спектрометрии (ААС) с электротермическим атомизатором на спектрометре МГА-915 в лаборатории физических методов исследования кафедры геологии Оренбургского государственного университета с применением дополнительного

собственного патентованного способа [1]. Полученные результаты представлены в таблице 1 [2]. В числителе указан размах содержаний, в знаменателе – средние значения.

Золото. Как видно из таблицы 1, среднее содержание Au (13 мг/т) по месторождениям нефти Оренбургской области гораздо выше, чем уровень его содержания в осадочных породах – 10 – 7 вес. % (по Виноградову, 1962) [3], хотя разброс содержаний достаточно широк – от 0,4 мг/т в Дон-Сыртовском месторождении до 153 мг/т в отдельных пластах Гаршинского месторождения. Повышенные содержания Au установлены в пластах Оренбургского, Покровского, Долговского и Тананыкского месторождений. Низкая концентрация Au – 1 мг/т обнаружена в нефти Вахитовского, Твердиловского, Росташинского месторождений. Половина содержаний (50 %) находится в интервале от 2 до 13 мг/т. Au обнаруживает значимые коэффициенты корреляции с Pt 0,69, Pd 0,55, Ag 0,34, Co 0,4, Ni 0,4, S 0,36 и со смолисто – асфальтеновыми веществами (0,31), что косвенно свидетельствует о сходстве минеральных форм металлов и совместном выделении. Значимая прямая связь с Ni может свидетельствовать о том, что Au связано частично и в порфиринах. Также распределение Au имеет обратную значимую связь со Pb-0,53, глубиной (-0,56), при этом, не обнаруживая значимых связей с плотностью (0,19). Следовательно, можно предположить, что золото связано и с более легкими веществами нефти.

Среднее содержание серебра составляет 17 мг/т. Максимальное содержание – 98 мг/т наблюдается в нефти Тананыкского месторождения, минимальное – в нефти Росташинского, Колганского и в изученных пластах Сахаровского месторождений. Повышенные содержания Ag установлены в нефти Твердиловского, Оренбургского и Долговского месторождений. Половина всех содержаний Ag находится в интервале от 0,8 до 20 мг/т.

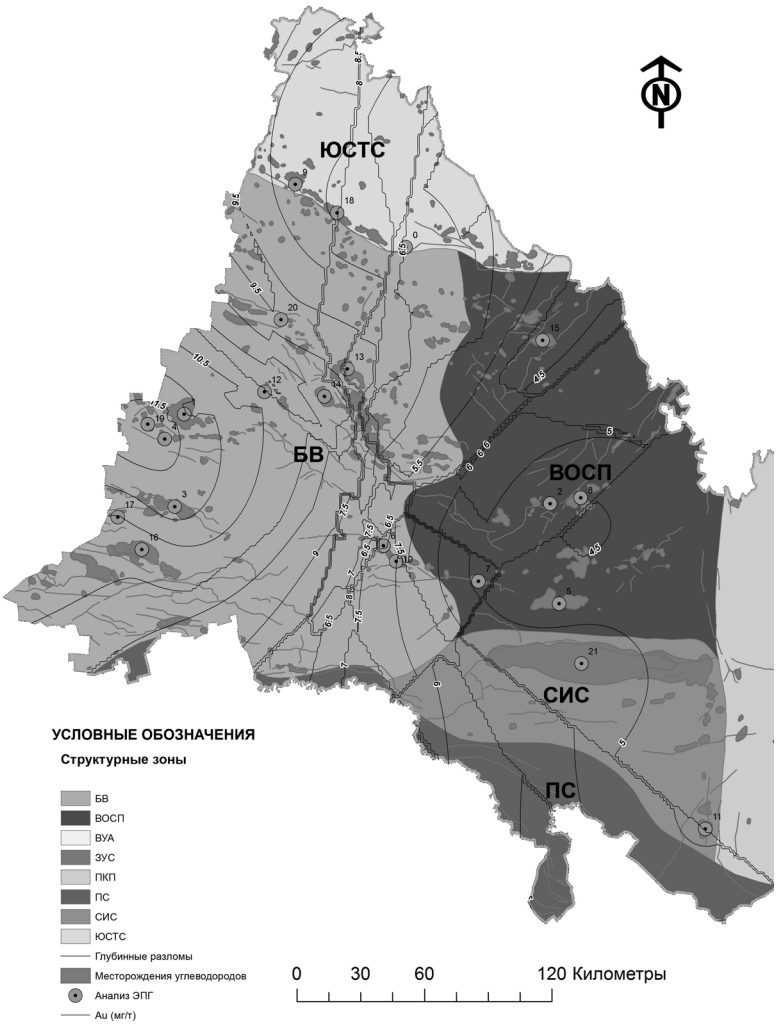

Рисунок 1. Карта распределения Au в нефтегазовых месторождениях Оренбургской области (ВУА – Волго-Уральская антеклиза, ПКП – предуральский краевой прогиб, ПС – прикаспийская синеклиза ВОСП – Восточно-Оренбургское сводовое поднятие, ЮСТС - Южный склон Татарского свода, СИС – Соль-Илецкий свод, БВСР – Бузулукская впадина: северный район, БВЮП - Бузулукская впадина: южное погружение)

Таблица 1. Средние содержания БМ в нефтегазовых месторождениях Оренбургской части Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, мг/т

Месторождение	Pt	Pd	Au	Ag	Pt/Pd
Углеводороды	0,4-102 18	0,6-51 8	0,3-153 13	0,1-68 17	2,2

Значимые корреляционные связи наблюдаются с Pd 0,53, Pb 0,38, V 0,41, со смолисто-асфальтеновыми веществами (0,46), S 0,34, плотностью нефти (0,34), с глубиной (-0,67). С Pt не установлено значимых связей, следовательно, распределение ее не зависит от Ag, что косвенно может свидетельствовать о различии их минеральных форм.

Платина обнаружена в нефтях всех изученных месторождений. Среднее содержание платины – 18 мг/т, что является максимальным среди БМ. Минимальное содержание – 0,4 мг/т в Дон-Сыртовском месторождении, а максимальное содержание 102 мг/т наблюдается в нефти Тананыкского месторождения. Повышенные содержания Pt обнаружены в нефтяных пластах Гаршинского (33 мг/т), Покровского (58 мг/т) и Долговского (71 мг/т) месторождений. 50 % содержаний Pt лежит в интервале от 2 до 13 мг/т. С Au 0,7, Pd 0,52 платина проявляет прямую значимую связь. Прямые значимые связи платина проявляет с Co 0,39, Ni 0,3 и V 0,3, с плотностью нефти и в меньшей степени со смолисто-асфальтеновыми веществами.

Палладий также присутствует во всех изученных нефтях, среднее содержание его почти в два раза меньше по сравнению с Pt и составляет 8 мг/т. Разброс содержаний также почти в два раза меньше, чем у Pt – от 0,6 мг/т в нефти Твердиловского месторождения до 51 мг/т в нефти Гаршинского месторождения. Ультрамафитовый уровень содержания Pd наблюдается в нефти Красноярского, Оренбургского, Покровского, Долговского, Тананыкского и пласта Т1 Дон-Сыртовского месторождений. Концентрация палладия – 1 мг/т обнаружена в нефти Вахитовского, Колганского, Росташинского месторождений. По-

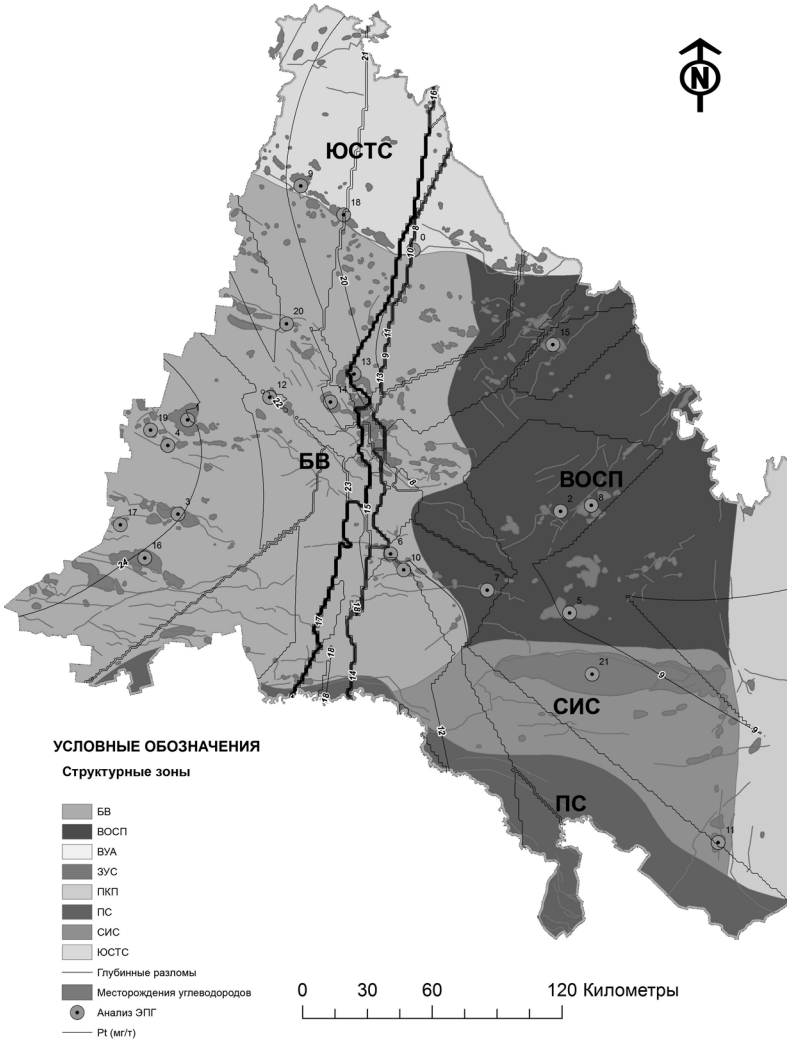

Рисунок 2. Карта распределения Pt в нефтегазовых месторождениях Оренбургской области

ловина всех содержаний находится в интервале от 2 до 9 мг/т. Для Pd отмечается значимая прямая связь с Pt 0,52, Au 0,55 и Ag 0,53, из остальных элементов – с Co 0,3, Ni 0,3, Ti 0,31, V0,3, S 0,46 и со смолисто-асфальтеновыми веществами (0,40). Обратная корреляционная зависимость наблюдается только со Pb – 0,4 [2, 4, 5, 6].

Для выявления закономерностей распределения БМ на территории Оренбуржья были построены карты изоконцентраций указанных элементов, совмещенные со структурно-тектонической основой [7, 8], (рисунки 1, 2, 3, 4) [2]. При картировании значений металлов в нефти (как и в других геологических объектах), любое новое наблюдение может привести к полной перестройке всего рисунка изоконцентрат. Поэтому построение карт выполнено с помощью геостатических крайгинг-алгоритмов.

Суть этой методологии интерполяции состоит в использовании естественной изменчивости числовых полей для расчёта вкладов контрольных точек в точку прогноза, что позволяет уменьшить ее зависимость от характера сети опробования. На этих картах номера анализов указаны цифрами в кружках, а изолинии концентраций элементов подписаны содержаниями соответствующих металлов в мг/т.

Анализируя карты видно, что характер распределения Au и Pt имеет больше общего (рисунки 1, 2), чем у Ag и Pd (рисунки 3, 4). Изолинии концентраций платины разделяют территорию исследований на две геохимические зоны, условно названные автором западная и восточная. В западной зоне, включающей в себя структурные элементы первого порядка – Бузулукскую впадину и Южный склон Татарского свода, содержание платины почти в три раз больше, чем

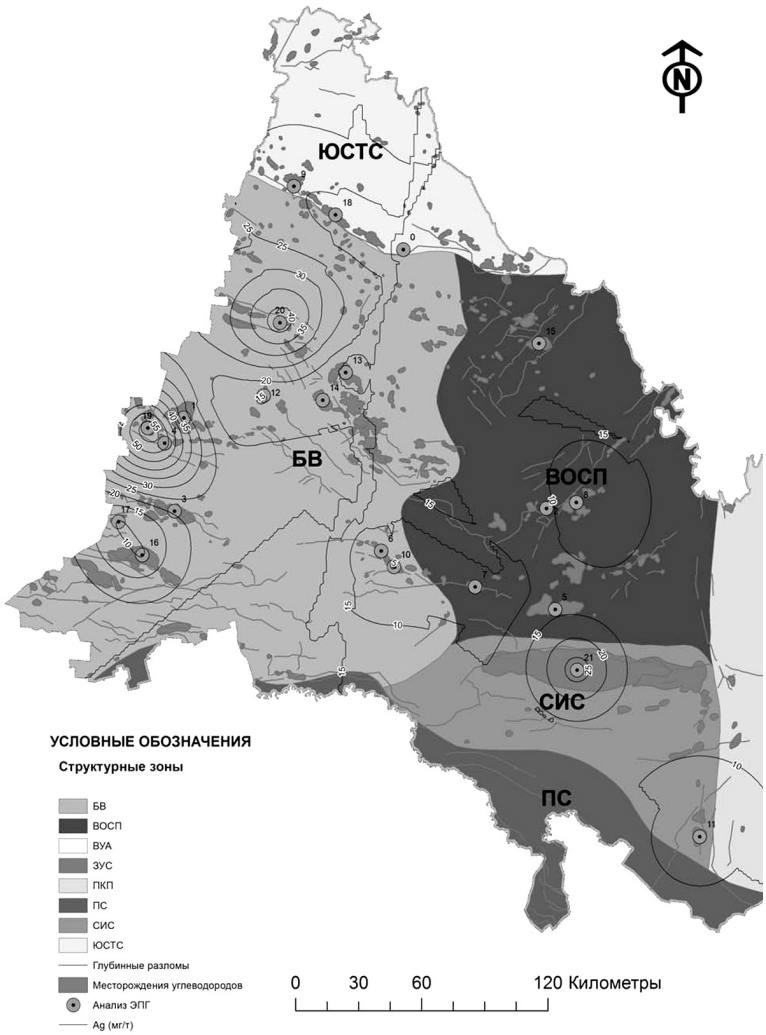

Рисунок 3. Карта распределения Ag в нефтегазовых месторождениях Оренбургской области

в восточной. Угловатые очертания зоны могут служить доказательством тектонической природы наблюдаемого явления. Похожее распределение, выраженное в меньшей степени, наблюдается и для золота. Распределение палладия и серебра является относительно более спокойным и равномерным. Однако, наибольшие концентрации для этих металлов отмечаются в тех же нефтегазогеологических районах, что и для золота и платины – Южно-Бузулукском и Муханово-Ероховском, приуроченным к Бузулукской впадине, то есть в западной зоне.

Приведенный в статье материал позволяет сделать следующие выводы.

В результате интерпретации количественных данных по содержанию БМ в нефти месторождений окраинно-платформенной части Оренбургской области выделены платиносодержащие нефтеносные зоны:

1. Западная, объединяющая большую часть Бузулукской впадины и Южного склона Татарского свода.

2. Восточная, включающая Восточно-Оренбургское сводовое поднятие, Соль-Илецкий свод и северный борт Прикаспийской синеклизы.

Границей зон является крайне резкая ступень в концентрациях Pt, которые к западу от нее более чем в три раза выше, чем на территории Восточно-Оренбургского сводового поднятия, Соль-Илецкого свода и Прикаспийской синеклизы. В западной платиноносной зоне установлены и повышенные содержания Pd, а также Au и Ag (Южно-Бузулукский и Муханово-Ероховский нефтегазогеологические районы).

Полученные результаты свидетельствуют о влиянии геолого-структурных элементов на пространственное распределение благород-

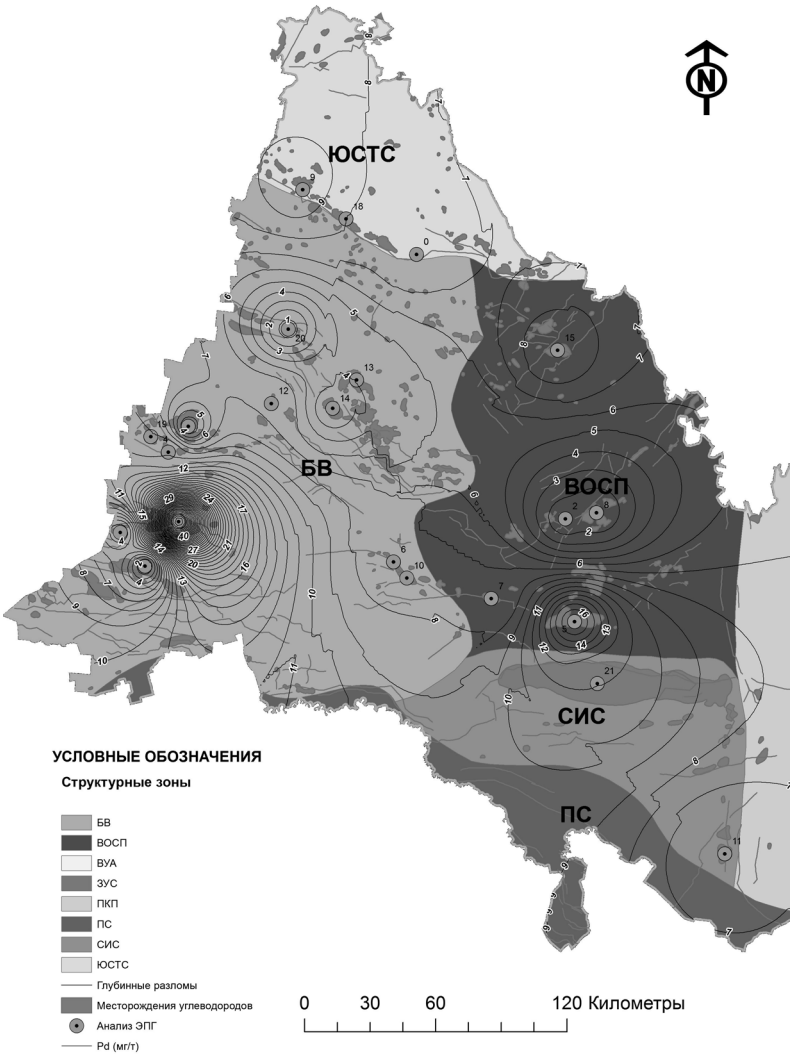

Рисунок 4. Карта распределения Pd в нефтегазовых месторождениях Оренбургской области

ных металлов в нефтегазовых месторождениях Оренбургской части Волго-Уральской нефтегазоносной провинции.

Зависимость содержаний БМ от геохимических характеристик нефти (плотности, содержания смолисто-асфальтеновых веществ, серы и др.) на территории платформенной части Оренбургской области подтверждается наличием значимых ранговых коэффициентов корреляции между ними. Полученные результаты, в частности, согласуются с данными по месторождениям Сибири [9], Туркмении [10], Казахстана [11], Татарстана и других территорий [12], а также Сирии [13].

Приведенные данные могут быть использованы при металлогеническом районировании территории платформенного и складчатого Оренбуржья по платиноидной специализации [14], для прогнозной оценки на благородные металлы, для стратиграфической корреляции нефтенасыщенных пластов и решения вопросов источников БМ в углеводородном сырье.

3.06.2015

Список литературы:

1. Патент № 2409810 РФ МПК51 G01N 31/00 Способ разложения проб при определении благородных металлов в углеродистых породах / Г.А. Пономарева, П.В. Панкратьев; 2011. - Бюл. № 2. – 7 с.
2. Пономарева, Г.А. Региональные закономерности распределения платиноидов в Оренбургской части Южного Урала: дис…. канд. геол-мин. наук: 25.00.11. – Екатеринбург, 2013. – 240 с.
3. Виноградов, А.П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных пород земной коры / А.П. Виноградов // Геохимия, 1962. - № 7. - 555 с
4. Пономарева, Г.А. Особенности распределения благородных металлов в нефтях Западной части Оренбургской области / Г.А. Пономарева, П.В. Панкратьев. – Вестник Оренбургского государственного университета. – Оренбург: ОГУ, 2011. - № 5. – С. 125-131.
5. Пономарева, Г.А. Микроэлементный состав нефти Оренбургских месторождений / Г.А. Пономарева, П.В. Панкратьев, А.А. Хальзов. – Вестник Оренбургского государственного университета. – Оренбург: ОГУ, 2012. - № 1. – С. 125 - 131.
6. Шарапова, И.И. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации / И.И. Шарапова, Е.А. Коломенская, А.В. Коломенская. Под ред. В.Г. Рубан. Выпуск 60. Нефть, том V, Уральский регион. Комитет РФ по геологии и использованию недр. Российский федеральный геологический фонд. Для служебного пользования. – Москва. – 1996. – В № 9. – С. 3-34, 412-600.
7. Геологическое строение и нефтегазоносность Оренбургской области / Под ред. А.С. Пантелеева и Н.Ф. Козлова. – Оренбург: Оренбургское книжное издательство, 1997. – 272 с.
8. Геология, разработка и обустройство нефтяных и газовых месторождений Оренбургской области / Под общ. ред. М.Н. Персиянцева [и др]. Научные труды. Выпуск 4. – Оренбург: ОАО «ИПК «Южный Урал», 2007. – 280 с.
9. Попова, Н.В. Некоторые особенности распределения золота в нефтях Ленно-Тунгусской нефтегазоносной провинции / Н.В. Попова // Геология нефти и газа, 1995. - № 9. – С. 29 – 35.
10. Мирзоев, Р.Х. О металлоносности нефтей Западной Туркмении / Р.Х. Мирзоев, Р.К. Гасанов, В.М. Харитонов // Геология нефти и газа. - 1993. - № 5. - С. 43-48.
11. Нукенов Д. Металлогения нефтей Бузачинской нефтегазоносной области Республики Казахстан / Д. Нукенов, С.А. Пунанова // Геологическое изучение и использование недр. Научно-технический информационный сборник. – М.: Геоинформарк, 2001. – С. 15 – 21.
12. Маракушев, А.А. Геохимическая специфика нефти и происхождение ее месторождений / А.А. Маракушев, Б.И. Писоцкий, Н.А. Панеях, Р.П. Готтих // Доклады АН, 2004. – Т. 398. – № 6. – С. 795 - 799.
13. Лазаренков, В.Г. Геохимия элементов платиновой группы / В.Г. Лазаренков, И.В. Таловина. – СПб.: Галарт, 2001. – 266 с. 45 ил.
14. Пономарева, Г.А. Металлогеническая зональность платиноидной специализации Оренбургской части Южного Урала / Г.А. Пономарева // Вестник Оренбургского государственного университета. – Оренбург: ОГУ, 2015. – № 6. – С. 147-151.

Сведения об авторе:

Пономарева Галина Алексеевна, доцент кафедры геологии геолого-географического факультета Оренбургского государственного университета, кандидат геолого-минералогических наук

460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 3206, тел.: (3532) 372543, e-mail: galy.ponomareva@mail.ru