

ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

УДК 553.982.2:544(470.56)

Сравнительная характеристика свойств нефти месторождений Оренбургской области

Н.Г. Мязина, В.В. Кузьмина

Оренбургский государственный университет, 460018, Оренбург,
пр. Победы, 13. E-mail: miazinanatalia@rambler.ru, legovik@inbox.ru
(Статья поступила в редакцию 14 апреля 2015 г.)

Физико-химические свойства нефти играют важную роль в принятии проектных и технологических решений в процессе добычи и транспортировки нефтяных углеводородов и продуктов их переработки. Для анализа физико-химических свойств нефтей выбраны несколько месторождений, приуроченных к различным геоструктурным элементам Оренбургской нефтегазоносной области. Геохимические закономерности размещения нефтей различного состава в недрах обусловлены геохимическими процессами превращения органического вещества как в осадочных образованиях до формирования залежей, так и нефтяных углеводородов в залежах. Дана общая характеристика выбранных месторождений. На обширной территории Оренбургской нефтегазоносной области в подсолевом нефтегазоносном комплексе установлено: 1) нет резких различий свойств нефти; 2) нефти в основном легкие или средней плотности; 3) Таращанское, Гаршинское и Моргуновское месторождения имеют высокие температуры застывания нефтей; 3) встречаются нефти от малосернистых до высокосернистых.

Ключевые слова: *Оренбургская НГО, Волго-Уральская НГП, нефть, коллектор, физико-химические свойства, плотность, вязкость, сера, подсолевой НГК, ГЗН.*

DOI: 10.17072/psu.geol.28.57

Введение

В настоящее время нефтегазовая отрасль промышленности Оренбургской области и России в целом занимает ведущее место. Активно ведется разработка месторождений, открытие новых, реанимация старых. Важную роль в данных видах работ, выполняемых повсеместно, играют не только теория и практика исследований, но и знание истории происхождения нефти, ее состава, причины его изменения. Поэтому целью данной работы является

сравнительный анализ физико-химических свойств нефтей на примере месторождений Оренбургской области.

Исследуемая территория – Оренбургская нефтегазоносная область – является составной частью Волго-Уральского нефтегазоносного бассейна. По условиям залегания осадочного чехла на территории Оренбургской области выделяется Южный склон Татарского свода, Бузулукская впадина, Восточно-Оренбургское сводовое поднятие, Предуральский краевой прогиб и Прикаспийская впадина. На юж-

ном окончании Татарского свода поверхность кристаллического фундамента залегает на глубинах 1,6-2,0 км. На границе южного окончания Татарского свода и Серноводско-Абдулинской впадины фундамент резко погружается и достигает глубины 6 км. На Жигулевско-Оренбургском своде абсолютные отметки фундамента изменяются с запада на восток от 2780 до 6000 м. Соль-Илецкий выступ залегает на глубинах 3960 м, погружаясь до 8500 м на границе с Прикаспийской впадиной [3,11].

Геохимические закономерности размещения нефтей различного состава в недрах обусловлены геохимическими процессами превращения органического вещества как в осадочных образованиях до формирования залежей, так и нефтяных УВ в залежах [1]. Рассмотрим геохимические особенности состава и свойства нефтей подсольевых отложений НГК на примере месторождений Оренбургской области (Спасское, Западно-Петропавловское, Гаршинское, Моргуновское, Таращанское, Нагумановское и т.д.).

Для анализа физико-химических свойств нефтей ряда месторождений Оренбургской области используются данные о глубинных пробах нефти в пробуренных интервалах следующих месторождений: Таращанское, Гаршинское, Моргуновское, Западно-Петропавловское, Спасское, Нагумановское (рисунок). Выбор месторождений зависел от их различного расположения в разных нефтегазоносных районах Оренбургской нефтегазосной области.

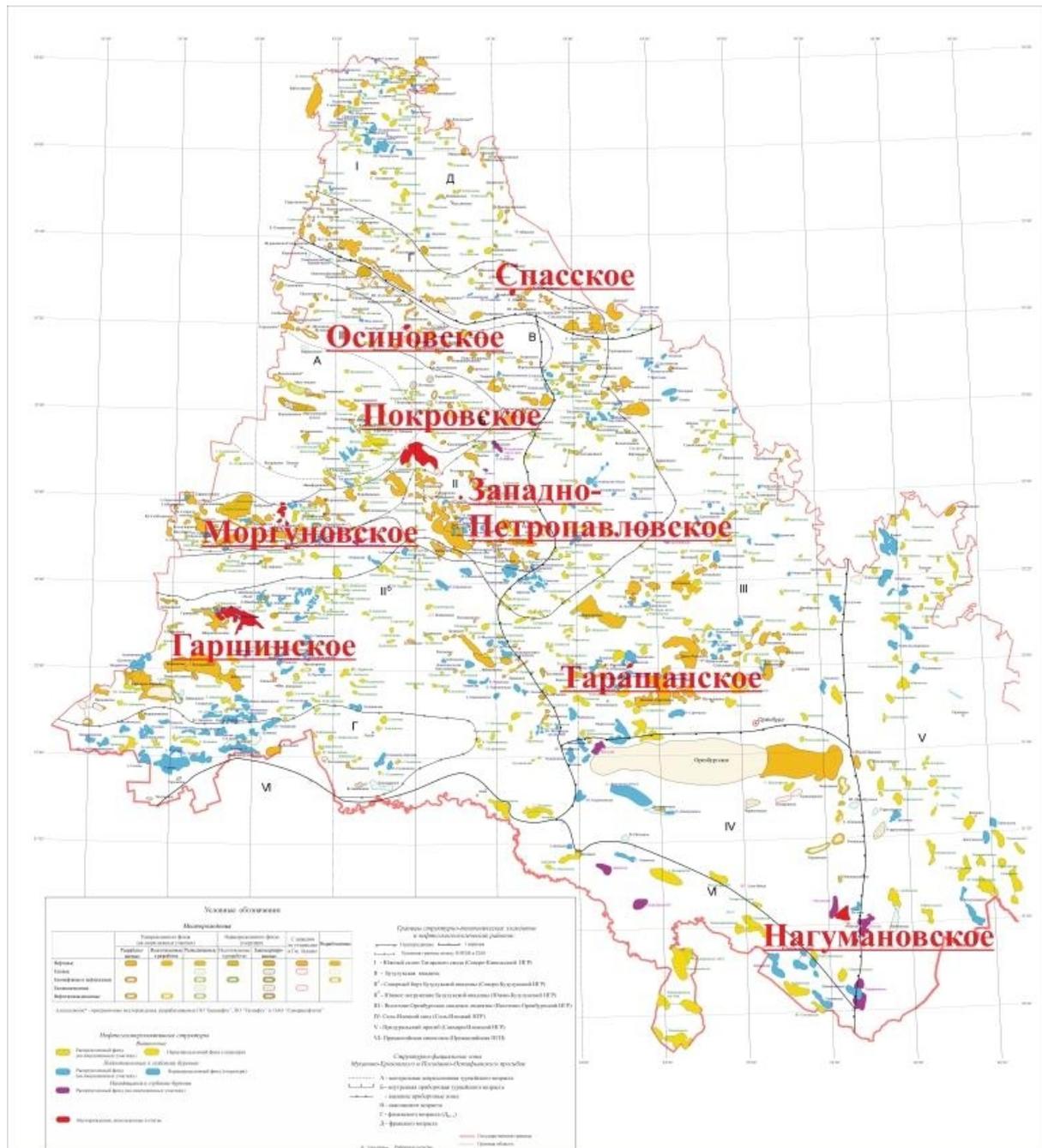
Результаты, обсуждения

Таращанское месторождение в региональном плане расположено на стыке надпорядковых структурных элементов: Восточно-Уральской антеклизы, Прикаспийской синеклизы и Предуральяского прогиба. В тектоническом отношении рассматриваемый район принадлежит к северному склону Переволоцко-Сыртовского выступа фундамента юго-

западной части Восточно-Оренбургского сводового поднятия. Разрез исследуемой территории слагают породы кристаллического фундамента и осадочного чехла палеозойского, мезозойского и четвертичного возрастов.

Гаршинское месторождение в тектоническом отношении приурочено к южному погружению Бузулукской впадины. Западно-Моргуновский купол Моргуновского локального поднятия находится в пределах внешней бортовой зоны Муханово-Ероховского прогиба и приурочен к центральной части Бобровско-Покровского вала. Его территория расположена в Бузулукском нефтегазодобывающем районе. Разрез исследуемой территории слагают породы кристаллического фундамента архейского, нижне- и среднепротерозойского возраста и породы осадочного чехла палеозойского, мезозойского возраста, перекрытого четвертичными отложениями.

В региональном тектоническом плане Западно-Петропавловское месторождение по поверхности кристаллического фундамента расположено на южном склоне Жигулевско-Оренбургского свода. По осадочному чехлу – в пределах северо-восточной части Бузулукской впадины. По отложениям нижнего карбона оно находится во внешней бортовой зоне внутриформационного Муханово-Ероховского прогиба и приурочено к восточному окончанию крупной седиментационной структуры второго порядка – Бобровско-Покровскому валу. Бобровско-Покровский вал является элементом внешней бортовой зоны Муханово-Ероховского прогиба. Он состоит из поднятий обложения многочисленных крупных и мелких биогермов позднефаменского возраста [2]. Западно-Петропавловское месторождение находится в Сорочинском нефтегазодобывающем районе с достаточно высокой нефтедобычей. В геологическом строении разреза вышеназванного месторождения принимают участие породы девонского, каменноугольного, пермского и четвертичного возрастов.



Обзорная карта месторождений нефти и газа Оренбургской области

В тектоническом отношении Спасское месторождение приурочено к зоне Серноводско-Абдулинской впадины, в пяти километрах севернее Большекинельского вала. В геологическом строении месторождения принимают участие додевонские (рифей-венд), девонские, каменноугольные, пермские и четвертичные отложения.

Нагумановское месторождение расположено в Соль-Илецком нефтегазогеоло-

гическом районе (НГР). Зона Соль-Илецкого НГР в целом характеризуется распространением нефтегазовых залежей в башкирском ярусе среднего карбона (C_{2b}) и артинском ярусе нижней перми (P_{1ar}) [7].

Все представленные месторождения Оренбургской области содержат легкие маловязкие нефти плотностью до 850 кг/м³ (табл. 1). Исключением являются

Осиновское и Спасское месторождения, которые содержат нефти средней плотности ($\rho=870 \text{ кг/м}^3$), от повышенной (21,7) до высокой (40,61 мПа·с) вязкости. Коллекторами служат известняки фаменского (D_3fm) и башкирского (C_2b) возраста на глубинах 2000 и 1440 м.

Месторождения по содержанию серы в нефти подразделяются на малосернистые (до 0,5%) – Гаршинское (C_2b) и Нагумановское (C_2b); сернистые (от 0,5 до 2,0%) – Нагумановское, Моргуновское, Покровское, Таращанское; высокосернистые (более 2,0%) – Осиновское, Западно-Петропавловское. Содержание серы в подсолевых НГК связано со специфическим гидрогеохимическим или газовым режимом морского бассейна и эволюцией животного и растительного мира [1, 5].

Нефть в артинских и башкирских отложениях Нагумановского месторождения легкая, с незначительной вязкостью, ма-

лосернистая, малосмолистая, парафинистая [7].

Для сопоставления физико-химических свойств нефтей данных месторождений были составлены таблицы, которые приведены ниже.

На территории Оренбургской НГО исследуемые нефти в продуктивных пластах (P_{1ar} , C_2b , C_{1bb} , C_{1t} , D_3fm , D_3fr) были отобраны на глубинах от 1440-3000 до 4482 м в бортовой зоне Прикаспия с пластовой температурой от 48 до 100°C и давлением в пласте от 22,7 до 57,0 МПа (табл. 1, 2, 3). Таращанское, Гаршинское и Моргуновское имеют высокие температуры застывания нефтей – от -22 до -30°C (табл. 4), а Западно-Петропавловское и Спасское – -10°C. Содержание парафина во всех перечисленных месторождениях невысокое – от 3,6 до 6,9 %. Нефти в подсолевых НГК по удельному весу и физико-химическим параметрам однородные [5].

Таблица 1. Физико-химические свойства нефти из скважин месторождений

№ п/п	Месторождение	Пласт (возраст)	Глубина залегания пласта (отбора проб), м	Порода-коллектор	Пластовое давление, МПа	Пластовая нефть		Поверхностная нефть	
						Плотность, кг/м^3	Вязкость (динам.), мПа·с	Плотность при 20 °С, кг/м^3	Вязкость (динам.), мПа·с
1	Спасское	Дф2-в (D_3fm)	2000	Известняк	22,67	873	19,82	898	40,61
2	Осиновское	A4 (C_2b)	1440	Известняк, доломит		864	15,46	876	21,7
3	Гаршинское	A4-0 (C_2b)	1950	Известняк	25,5	727,4	0,73	786,4	1,7
4	Моргуновское	T2 (C_{1t})	3000	Известняк, доломит	29,52	840,8	4,4	863,7	11,58
5	Покровское	B2 (C_{1bb})	2300	Песчаник	9,9	737	1,44	831	
6	Западно-Петропавловское	T1 (C_{1t})	2200	Известняк	22,67	826	5,4	867,4	11,42
7	Таращанское	Дкт3 (D_3fr)	3000	Песчаник	36,16	742	0,7	831,6	4,29
8	Нагумановское	Пермский (P_{1ar})	4196-4250	Известняк	41,4	824		824	4,26
9		Башкирский (C_2b)	4807-4882	Известняк	57			813	2,561

Таблица 2. Физико-химические свойства нефти из скважин месторождений

Место-рождение	Пласт (возраст)	Глубина залега-ния пла-ста (от-бора проб), м	Порода коллек-тор	Со-держа-ние солей, мг/дм ³	Мощ-ность радиоак-тивного излу-чения, мкР/час	Массовое содержание, %				
						во-ды	се-ры	смо-л	ас-фаль-тенов	пара-финов
Спасское	Дф2-в (D ₃ fm)	2000	Извест-няк							
Осинов-ское	A4 (C ₂ b)	1440	Извест-няк, до-ломит				2,5	12		6,9
Гаршин-ское	A4-0 (C ₂ b)	1950	Извест-няк	13974	9	6,0	0,43	3,0	<0,05	4,2
Моргу-новское	T2 (C ₁ t)	3000	Извест-няк, до-ломит	11495	9	36,6	1,77	11,7	3,1	4,7
Покров-ское	B2 (C ₁ bb)	2300	Песча-ник				1,1	14,7		3,6
Западно-Петропа-ловское	T1 (C ₁ t)	2200	Извест-няк	46310	10	48,0	2,2	11,7	3,3	4,4
Таращан-ское	Дкт3 (D ₃ fr)	3000	Песча-ник	853,3	9	2,4	0,86	5,1	2,3	4,0
Нагума-новское	Пермский (P ₁ ar)	4196-4250	Извест-няк	-			0,78	2,19	0,1	5,15
	Башкир-ский (C ₂ b)	4807-4882	Извест-няк				0,12	2,57	0,64	3,92

Таблица 3. Геолого-промысловые данные месторождений

Месторож-дение	Геологический возраст			Пласт	Глу-бина зале-гания, м	Поро-да кол-лектор	Пла-стовая темпе-ратура, °С	Пла-стовое дав-ление, МПа
	Систе-ма	Отдел	Ярус					
Таращан-ское	Девон-ская	Верхний	Франский (D ₃ fr)	Дкт3	3000	Песча-ник	64	36,16
Гаршинское	Камен-ноуголь-ная	Сред-ний	Башкир-ский (C ₂ b)	A4-0	1950	Извест-няк	48	25,5
Моргунов-ское		Нижний	Турней-ский (C ₁ t)	T2	3000	Извест-няк, доломит	56	29,52
Западно-Петропа-ловское		Нижний		T1	2200	Извест-няк	49	22,67
Спасское	Девон-ская	Верхний	Фаменский (D ₃ fm)	Дф2-в	2000	Извест-няк		
Нагуманов-ское	Перм-ская	Нижний	Аргинский P ₁ ar		4196-4250	Извест-няк	83	41,4
	Каменно-угольная	Сред-ний	Башкир-ский (C ₂ b)	A4	4807-4882	Извест-няк	100	57

Таблица 4. Физико-химические свойства пластовой и разгазированной нефтей

Месторождение	Пластовая нефть				Поверхностная (разгазированная) нефть		
	Глубина отбора проб, м	Давление насыщения, МПа	Плотность, кг/м ³	Вязкость, мПа·с	Плотность, кг/м ³	Вязкость, мПа·с	Температура застывания, °С
Таращанское (D ₃ fr)	3000	11,17	742	0,7	831,6	4,29	-22
Гаршинское (C ₁ b)	1950	5,95	724,7	0,73	786,4	1,7	-30
Моргуновское (C ₁ t)	3000	3,94	840,8	4,4	863,7	11,58	-25
Западно-Петропавловское (C ₁ t)	2200	5,79	826	5,4	867,4	11,42	-10
Спасское (D ₃ fm)	2000	4,1	873	19,82	898	40,61	-10

Коллекторы в основном карбонатные, представлены известняками с прослоями доломитов (P₁ar-D₃fm) и терригенными песчаниками на месторождениях Таращанское (терригенный девон D₃fr) и Покровское (C₁bb). Нефтегазоматеринскими породами являются карбонатные известняки [4]. Температурный режим пластовых залежей понижается с севера на юг в соответствии с температурным градиентом Волго-Уральской НГП (0,7-2,9°C), в среднем 1,8°C [4,11].

Выводы

На обширной территории Оренбургской нефтегазоносной области в подсолевом нефтегазоносном комплексе установлено: 1) нет резких различий свойств нефти; 2) нефти в основном легкие или средней плотности; 3) Таращанское, Гаршинское и Моргуновское месторождения имеют высокие температуры застывания нефтей от -22 до -30°C, а Западно-Петропавловское и Спасское -10°C, что важно для принятия проектных решений по транспортировке нефтяных углеводородов и продуктов их переработки.

Месторождения Оренбургской области содержат легкие маловязкие и средней плотности нефти. Нефти в артинских и башкирских отложениях Нагумановского

месторождения Оренбургской области легкие, с незначительной вязкостью, малосернистые, малосмолистые, парафинистые. Они состоят из керосиновых и дизельных фракций. УВ нефтяного ряда с такими свойствами наблюдаются в южных районах Оренбургской области. Образование такой нефти связано с миграцией УВ с седиментационными водами из Прикаспийской впадины и Предуральского краевого прогиба в сторону Соль-Илецкого свода. Зоны аккумуляции в нижнепермском и башкирском комплексе приурочены к Соль-Илецкому своду (Нагумановская зона, Оренбургский вал) и бортовой зоне Прикаспийской впадины.

Все исследуемые месторождения нефтяных УВ находятся в интервалах глубин 1440 – 3000 м, увеличиваясь до 5 км в бортовой зоне Прикаспийской впадины, и расположены в зоне главной фазы нефтеобразования (ГФН) при пластовых температурах от 48 до 100°C и более и давлении от 22 до 57 МПа и более. ГФН охватывает стадии катагенеза от ПК₃ до МК₃, глубина катагенеза увеличиваются к Прикаспийской впадине. В южных районах Соль-Илецкого свода на глубинах 4000-5000 м степень катагенеза соответствует градации МК₂₋₃, где нижнепермские отложения вступили в главную зону нефтегазообразования и являются нефтегазоматеринскими.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что на обширной территории Оренбургской нефтегазоносной области в подсоловом нефтегазоносном комплексе нефти не имеют резких различий в физико-химическом составе. Глубины залегания нефтей соответствуют глубинам главной зоны нефтенакпления (ГЗН).

Библиографический список

1. Бакиров Э. А., Ермолкин В.И., Ларин В.И., Мальцев А.К., Рожков Э.Л. Геология нефти и газа. М.: Недра, 1990. 240с.
2. Геологический словарь / под ред. К.Н. Паффенгольца. М.: Недра, 1978.
3. Геологическое строение и нефтегазоносность Оренбургской области. Оренбург: Оренбург. кн. изд., 1997. 272с.
4. Геология, разработка и обустройство нефтяных и газовых месторождений Оренбургской области / под ред. М.Н. Персиянцева. Оренбург: ОАО ИПК Южный Урал», 2007. 280 с.
5. Капченко Л.Н. Связь нефти, рассолов и соли в земной коре. Л.: Недра, 1974. 183 с.
6. Методика и практика подсчета запасов нефти и газа / под ред. М.А. Жданова. М.: Недра, 1967. 403 с.
7. Мязина Н.Г., Назырова Н.М. Характеристика физико-химических свойств нефтей Нагумановского месторождения // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: мат-лы Всерос. науч.-метод. конф., 29-31 января 2014г. / Оренбург. гос. ун-т. Оренбург, 2014.
8. Рассел У.Л. Основы нефтяной геологии. Л.: Гос. науч.-техн. изд-во нефт. и горн. - топлив. лит., 1958. 619 с.
9. Словарь по геологии нефти / под ред. М.Ф. Мирчинка. Л.: Гос. науч.-техн. изд-во нефт. и горн. -топл. лит., 1958. 776 с.
10. Современная гидрогеология нефти и газа (фундаментальные и прикладные вопросы): мат-лы Всерос. науч. конф., посв. 85-летию А.А.Карцева. М.: ГЕОС, 2010. 533 с.
11. Справочник по геологии нефти и газа / под ред. Н.А. Еременко. М.: Недра, 1984. 480 с.
12. Хаин Н.Дж. Геология, разведка, бурение и добыча нефти. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2004. 752 с.

Comparative Characteristics of the Properties of Oil of the Orenburg Region Fields

N.G. Myazina, V.V. Kuzmina

Orenburg State University, 13 Pobedy Ave., Orenburg 460018, Russia

E-mail: miazinanatalia@rambler.ru, legovik@inbox.ru

Physico-chemical properties of oil are important for making design and technology decisions in the process of production and transportation of hydrocarbons and derived products. A number of oil fields related to the different geological setting of the Orenburg oil and gas province were chosen for comparative analysis of oil physico-chemical properties. Geochemical processes of transformation of organic matter govern a regularity of occurrences distribution of crude oil of different composition during sedimentation before the formation of deposit, and hydrocarbons in the deposits after accumulation as well. General characteristic of selected oil fields is presented. It was found that there is no significant difference in the oil properties throughout the area of the Orenburg subsalt fields; light or medium density oil predominates; Tarashchanskoye, Garshinskoye, and Morgunovskoye oil has a high freezing point; and oil ranges from low-sulfur to high-sulfur.

Keywords: *Orenburg; the Volga-Urals oil and gas province; oil collector; physico-chemical properties; density; viscosity; sulfur; subsalt oil and gas fields, oil resources.*

References

1. Bakirov E.A., Ermolkin V.I., Larin V.I., Maltsev A.K., Rozhkov E.L. 1990. Geologiya nefi i gaza [Geology of oil and gas]. Nedra, Moskva, p. 240. (in Russian)
2. *Geologicheskiy slovar* [Geological Glossary]. Paffengolz K.N. (Ed.) Nedra, Moskva, 1978. (in Russian)
3. *Geologicheskoe stroenie i neftegazonosnost Orenburgskoy oblasti* [Geology and petroleum potential of the Orenburg region]. Orenburg Publishing House, Orenburg, 1997, p. 272. (in Russian)
4. *Geologiya, razrabotka i obustroystvo neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy Orenburgskoy oblasti* [Geology, development and construction of oil and gas fields in the Orenburg region]. M.N. Persiantsev (Ed.). JSC IEC South Ural, Orenburg, 2007, p. 280. (in Russian)
5. Kapchenko L.N. 1974. Svyaz nefi, rassolov i soli v zemnoy kore [The correlation of oil, brines and salt in the earth's crust]. Nedra, Leningrad, p. 183. (in Russian)
6. *Metodika i praktika podscheta zapasov nefi i gaza* [Methodology and practice of calculation of oil and gas reserve]. M.A. Zhdanov (Ed.). Nedra, Moskva, 1967, p. 403. (in Russian)
7. Myasina N.G., Nazyrova N.M. 2014. Kharakteristika fiziko-khimicheskikh svoystv nefey Nagumanovskogo mestorozhdeniya [Characteristics of physico-chemical properties of oil of Nagumanovskoye field]. Materials of All-Russian nauch.-method. Conf., 29-31 January 2014. Orenburg State University, Orenburg, pp. 1592-1598. (in Russian)
8. Russell W.L. 1951. Principles of petroleum geology. New York: McGraw-Hill.
9. *Sovremennaya gidrogeologiya nefi i gaza (fundamentalnye i prikladnye voprosy)* [Modern hydrogeology of oil and gas (fundamental and applied problems)]. Materials of All-Russian scientific conference devoted to the 85th anniversary of A.A. Kartsev. Moskva, GEOS, 2010, p. 533. (in Russian)
10. *Slovar po geologii nefi* [Glossary of Oil Geology]. M.F. Mirchink (Ed.). State scientific and technical publishing, 1958, p. 776. (in Russian)
11. *Spravochnik po geologii nefi i gaza* [Guide to the oil and gas geology]. N.A. Eremenko (Ed.). Nedra, Moskva, 1984, p. 480. (in Russian)
12. *Khain N.J.* 2004. Geologiya, razvedka, burenie i dobycha nefi [Geology, exploration, drilling, and production of oil]. ZAO "Olympus Business, Moskva, p. 752. (in Russian)