

6. Gorshkova A. T., Urbanova O. N., Minullina A. A. Geomorfologicheskie osnovy formirovaniya struktury basseyna i vodnosti reki Kazanka [Geomorphological foundations of formation of the basin and water content of the Kazanka river]. *Georesursy* [Georesources], 2011, no. 2 (38), pp. 41–46.
7. Grigorev A. A. Nekotorye itogi razvitiya novykh idey v fizicheskoy geografii [Some results of the development of new ideas in physical geography]. *Izvestiya AN SSSR, seriya geografii i geofiziki* [Proceedings of the AS SSSR, Series of Geography and Geophysics], 1946, no. 2, pp. 169–178.
8. Grigorev A. A. Osnovy teorii fiziko-geograficheskogo protsessa [Fundamentals of the theory of the physico-geographical process]. *Trudy vtorogo Vsesoyuznogo geograficheskogo sezda* [Proceedings of the Second All-Union Geographical Congress], 1949, vol. 1, pp. 249–257.
9. Dronin N. M. *Globalnoe poteplenie. O parnikovom effekte, Kiotskom protokole i perspektivakh izmeneniya temperatury* [Global warming. On the greenhouse effect, the Kyoto Protocol and the prospects for temperature changes], 2015. Available at: <https://postnauka.ru/faq/48561> (accessed 05.12.2017).
10. Yermolaev O. P., Igonin M. Ye., Bubnov A. Yu., Pavlova S. V. *Landshafty Respubliki Tatarstan. Regionalnyy landshaftno-ekologicheskii analiz* [Landscapes of the Republic of Tatarstan. Regional landscape-ecological analysis], Kazan, Slovo Publ., 2007, 411 p.
11. Ivanov L. N., Tikhonov A. I., Skvortsov S. Ye., Yegorov S. P., Ivanov A. F. Radonovye vody v rayone g. Cheboksary [Radon waters near Cheboksary]. *Izvestiya natsionalnoy akademii nauk i iskusstv Chuvashskoy Respubliki* [Proceedings of the National Academy of Sciences and Arts of the Chuvash Republic], 1997, no. 2, pp. 120–126.
12. Istomin I. S., Dronin N. M. Klimaticheskaya politika kak faktor razvitiya innovatsiy v Yevropeyskom soyuze [Climate Policy as a Factor of Innovation Development in the European Union]. *Mir geoekologii. Geoekologicheskie problemy i puti ikh resheniya* [World of Geoecology. Geoecological Problems and Ways to Solve Them], Moscow, Varson Publ., 2017, pp. 84–94.
13. Mishina O. V., Petrova R. S., Trofimov A. M., Tokhtaseva N. V., Shagimardanov R. A. *Predraspolozhennost territorii Respubliki Tatarstan k proyavleniyu chrezvychaynykh ekologicheskikh situatsiy* [Predisposition of the territory of the Republic of Tatarstan to the manifestation of emergency environmental situations], Kazan, Novoe znanie Publ., 2000, 160 p.
14. Tikhonov A. I., Duev D. S., Vasilev A. V., Olysheva G. F., Nikolaev A. K. Izotopno-gidrogeohimicheskie issledovaniya prirodnykh protsessov obrazovaniya nekonditsionnykh podzemnykh vod na Russkoy platforme i otsenka riska dlya zdorovya naseleniya [Isotope-hydrogeochemical studies of natural processes of formation of substandard groundwater on the Russian platform and an assessment of the risk to public health]. *Risk : materialy Vserossiyskoy konferentsii* [Risk. Proceedings of the All-Russian Conference], Moscow, Peoples' Friendship University of Russia Publ. House, 2003, pp. 101–105.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ, ФЕНОЛОВ И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДЕ И ПОЧВЕ ПРИКАСПИЯ

Тырков Алексей Георгиевич, доктор химических наук, профессор, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: tyrkov@rambler.ru

Великородов Анатолий Валериевич, доктор химических наук, профессор, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: avelikorodov@mail.ru

Серебряков Олег Иванович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: geologi2007@yandex.ru

Носачев Святослав Борисович, кандидат химических наук, доцент, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: sbn86chem@yandex.ru

Ковалев Вячеслав Борисович, кандидат химических наук, доцент, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: chemkovalevne@mail.ru

Основными антропогенными загрязнителями воды и почвы являются тяжелые металлы, нефтепродукты, фенолы и другие соединения. В отличие от воды и атмосферного воздуха почва наиболее объективный и стабильный индикатор техногенного загрязнения. На территории Астраханской области находится ряд крупных предприятий нефтегазоперерабатывающего комплекса. Нижняя Волга и Каспийский бассейн традиционно служат магистралью по транспортировке нефтепродуктов. Основными поставщиками тяжелых металлов в почву и воду являются предприятия судо- и машиностроения. Целью исследования является проведение мониторинга фенольных соединений, нефтепродуктов и тяжелых металлов вблизи промышленных зон в Астрахани и районах Астраханской области. В результате проведенных исследований установлено, что характер загрязнений природных поверхностных вод и почв определяется как плотностью промышленных зон г. Астрахани и Астраханской области, спецификой предприятий, так и влиянием сезонного фактора. Анализ экспериментальных данных показывает, что содержание фенолов в почве в осенне-зимний период, как правило, выше, чем в весенне-летний период, когда процессы распада фенолов в объектах окружающей среды протекают интенсивнее. В ряде случаев наблюдается превышение ПДК по ряду тяжелых металлов, в частности меди, железу, свинцу, что можно объяснить спецификой промышленных предприятий, расположенных на данных территориях.

Ключевые слова: нефтепродукты, фенолы, тяжелые металлы, поллютанты, вода, почва, мониторинг, количественный анализ, спектрофотометрия, атомно-абсорбционная спектроскопия, инфракрасная спектроскопия, Астрахань, Астраханская область, Прикаспий

THE ENVIRONMENTAL EVALUATION OF THE CONTENT OF PETROLEUM PRODUCTS, PHENOLS AND HEAVY METALS IN WATER AND SOIL OF THE CASPIAN SEA REGION

Tyrkov Aleksey G., D.Sc. in Chemistry, Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: tyrkov@rambler.ru

Velikorodov Anatoliy V., D.Sc. in Chemistry, Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: avelikorodov@mail.ru

Serebryakov Oleg I., D.Sc. in Geology and Mineralogy, Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: geologi2007@yandex.ru

Nosachev Svyatoslav B., C.Sc. in Chemistry, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: sbn86chem@yandex.ru

Kovalev Vyacheslav B., C.Sc. in Chemistry, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: chemkovalevne@mail.ru

The main anthropogenic pollutants of water and soil are heavy metals, petroleum products, phenols and other compounds. In contrast to water and atmospheric air, soil is the most objective indicator of man-made pollution. On the territory of the Astrakhan region is a number of large enterprises of the oil and gas processing complex. The Lower Volga and the Caspian Sea basin traditionally serve as a highway for the transportation of petroleum products. The main suppliers of heavy metals to soil and water are the enterprises of

shipbuilding and machine building. The purpose of the study is to monitor phenolic compounds, oil products and heavy metals near industrial zones in Astrakhan and Astrakhan region. As a result of the conducted studies, it has been established that the nature of the pollution of natural surface waters and soils is determined by the density of the industrial zones of Astrakhan and Astrakhan region, the specificity of enterprises, and the influence of the seasonal factor. Analysis of the experimental data shows that the content of phenols in the soil in the autumn-winter period is usually higher than in the spring-summer period, when the processes of phenol decomposition in environmental objects proceed more intensively. In a number of cases, the MPC is exceeded for a number of heavy metals, in particular copper, iron, lead, which can be explained by the specifics of industrial enterprises located in these territories.

Keywords: oil products, phenols, heavy metals, pollutants, water, soil, monitoring, quantitative analysis, spectrophotometry, atomic absorption spectroscopy, infrared spectroscopy, Astrakhan, Astrakhan region, Caspian Sea region

Загрязнение почвенных и водных экологических систем представляет серьезную угрозу для всех живых организмов, в том числе для человека. Под влиянием поллютантов в экосистемах наблюдается уменьшение их устойчивости вследствие нарушения связей в биоценозах микробиологического загрязнения, эвтрофирования и других неблагоприятных процессов. Основными антропогенными загрязнителями воды и почвы являются тяжелые металлы, нефтепродукты, фенолы и другие соединения.

В отличие от воды и атмосферного воздуха почва наиболее объективный и стабильный индикатор техногенного загрязнения. В Астраханской области фенолы в естественных условиях образуются в процессах метаболизма водных организмов при биохимическом распаде и трансформации органических веществ, протекающих как в водной толще, так и в донных отложениях [1, 2].

Одним из наиболее распространенных загрязнителей, поступающих в поверхностные воды со стоками предприятий нефтегазоперерабатывающей промышленности, является фенол. В водах фенольные соединения могут вступать в различные реакции полимеризации и поликонденсации с образованием сложных гумусоподобных и других довольно устойчивых соединений. Жизнеспособность фенолов может сохраняться в течение 7–12 дней. При обработке хлором воды, содержащей примеси фенолов, возможно образование весьма токсичных диоксинов. Поэтому представляется важным проведение исследований по определению содержания фенолов в природных водах.

Типичными загрязнителями окружающей среды являются нефть и продукты ее переработки. На территории Астраханской области находится ряд крупных предприятий нефтегазоперерабатывающего комплекса и предприятий по транспортировке нефти.

Основными поставщиками тяжелых металлов в почву и воду являются предприятия судо- и машиностроения. Нефтепродукты попадают в окружающую среду в результате аварийных разливов нефти, главным образом при транспортировке и хранении топлива, а также при нарушении целостности нефтепроводов и нефтехранилищ. Среди других факторов – нарушение технологических процессов, недостаточная очистка сточных вод, заправка двигателей, а также выброс в воздух несгоревших компонентов. Нижняя Волга и Каспийский бассейн традиционно служат магистралью по транспортировке нефтепродуктов. Большие объемы нефтепродуктов поступают в почвенный покров в результате их использования в качестве топлив и горюче-смазочных материалов при эксплуатации сельскохозяйственной техники.

Нефтепродукты представляют собой сложные смеси различных по природе компонентов. В объектах окружающей среды под влиянием различных физико-химических и биологических процессов происходит быстрая трансформация нефтепродуктов. Для определения содержания нефтепродуктов в водах и почвах используют самые различные методы. Наиболее экспрессным методом обнаружения нефтепродуктов и источников их поступления в окружающую среду является метод ИК-спектроскопии [3].

Методы исследования и результаты. Фенолы в природных водах определяли по методике ПНД Ф 14.1:2.105-97 (2004), а в почве – по методике ПНД Ф 16.1:2.3:3.44-05 (2005) на спектрофотометре UV-1800.

Содержание нефтепродуктов в природных водах определяли по методике ПНД Ф 14.1:2.4.168-2000 (2009), а в почвах – по методике ПНД Ф 16.1:2.2.22-98 (2005) на концентратометре КН-2М.

Тяжелые металлы определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии на спектрофотометре ААС-5000 согласно ПНД Ф 14.1:2.4.139-98 (2010). Усредненные результаты определения содержания тяжелых металлов в природной поверхностной воде и тяжелых металлов, фенолов и нефтепродуктов в почве в черте г. Астрахани и области приведены в таблицах 1 и 2.

Усредненные результаты определения фенолов и нефтепродуктов в природной поверхностной воде в черте в природной поверхностной воде в черте г. Астрахани и Астраханской области приведены в таблице 3.

Таблица 1

Содержание* некоторых тяжелых металлов в природной поверхностной воде, мг/мл

Район	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Cr
Трусовский р-н г. Астрахани (р. Волга)	0,22/ 0,143	0,0031/ 0,0038	0,0112/ 0,0115	0,0071/ 0,0083	0,008/ 0,0011	0,0030/ 0,0037
Астраханская область						
Красноярский (р. Длинный)	0,0171/ 0,13	0,0034/ 0,0060	0,0116/ 0,0111	0,0086/ 0,0092	0,0013/ 0,0013	0,0044/ 0,007
Икрянинский (р. Волга)	0,162/ 0,158	0,0032/ 0,0046	0,0096/ 0,0114	0,0051/ 0,0055	0,0011/ 0,0011	0,007/0,008
Ахтубинский (р. Ахтуба)	0,167/ 0,169	0,0033/ 0,0037	0,0110/ 0,0111	0,0074/ 0,0077	0,0011/ 0,0011	0,0013/ 0,0022
Енотаевский (р. Волга)	0,168/ 0,172	0,0041/ 0,0045	0,0111/ 0,0113	0,0055/ 0,0062	0,0054/ 0,0054	0,0030/ 0,0027
Наримановский (р. Бузан)	0,168/ 0,171	0,0031/ 0,0036	0,0012/0,013	0,0079/ 0,0084	0,0012/ 0,0012	0,0042/ 0,0012
Камызякский (р. Кизань)	0,152/ 0,161	0,0032/ 0,0042	0,012/0,014	0,01/0,01	0,0011/ 0,0016	0,0041/ 0,0041
ПДК, мг/мл	0,1	0,001	0,01	0,006	0,005	0,07

Таблица 2

Содержание* некоторых тяжелых металлов, фенолов и нефтепродуктов в почве, мг/кг

Район	Нефтепродукты	Фенолы	Mn	Zn	Cu	Pb
Трусовский р-н г. Астрахани	75,00/89,00	0,1/0,05	297,22/297,24	17,1/17,0	15,4/15,6	5,9/7,8
Астраханская область						
Красноярский р-н	26,8/36,1	0,4/0,06	358,33/330,83	35,9/39,10	14,9/16,1	7,9/14,34
Камызякский р-н	37,13/44,8	0,7/1,74	485,0/513,0	27,4/28,2	16,1/19,4	7,4/7,5
Наримановский р-н	10,26/18,92	0,3/0,1	156,7/172,3	6,6/7,24	14,6/14,8	6,7/7,4
Икрянинский р-н	19,34/17,40	0,29/0,05	320,11/327,17	13,76/12,38	17,2/40,61	13,76/11,26
ПДК	По фону	По фону	1500	23	3	32

Примечание: * в числителе приведены усредненные результаты измерений за октябрь – май, в знаменателе – за июнь – сентябрь 2017 г.

Таблица 3

Содержание * фенолов и нефтепродуктов в природной поверхностной воде, мг/мл

Район	Фенолы	Нефтепродукты
Трусовский р-н г. Астрахани (р. Волга)	0,004/0,002	0,068/0,023
Астраханская область		
Ахтубинский р-н (р. Ахтуба)	0,002/0,002	0,038/0,036
Красноярский р-н (р. Маячная)	0,002/0,002	0,027/0,025
Лиманский р-н (р. Бахтемир)	0,002/0,002	0,026/0,025
Камызякский р-н (р. Кизань)	0,003/0,002	0,033/0,021
Володарский р-н (р. Чурка)	0,002/0,002	0,021/0,018
Наримановский р-н (рук. Кривой Бузан)	0,003/0,002	0,028/0,031
Икрянинский р-н (р. Волга)	0,003/0,002	0,031/0,036
ПДК, мг/мл	0,01	0,05

Примечание: * в числителе приведены усредненные результаты измерений за октябрь – май, в знаменателе – за июнь – сентябрь 2017 г.

Результаты исследования. Осуществленные мониторинговые исследования показали, что характер загрязнений природных поверхностных вод и почв определяется как плотностью промышленных зон г. Астрахани и Астраханской области, спецификой предприятий, так и влиянием сезонного фактора [4–10]. Как показывает анализ экспериментальных данных, содержание фенолов в почве в осенне-зимний период, как правило, выше, чем в весенне-летний период, когда процессы распада фенолов в объектах окружающей среды протекают интенсивнее [11–14]. В ряде случаев наблюдается превышение ПДК по ряду тяжелых металлов, в частности меди, железу, свинцу. Все это можно объяснить спецификой промышленных предприятий, расположенных на данных территориях [15]. В почве наблюдается сильное превышение ПДК по меди во всех районах области, а в Красноярском, Камызякском и Наримановском районах области – кроме того, превышение ПДК по цинку. Количественное определение фенолов показало, что в Камызякском районе наблюдается повышенное содержание фенолов.

Вывод. В связи с вышеизложенным рекомендуется проведение комплекса работ на предприятиях по совершенствованию технологии производств с целью уменьшения антропогенной нагрузки на объекты окружающей среды.

Список литературы

1. Немировская И. А. Идентификация нефтяных углеводородов в морской среде при использова-ши различных методов анализа / И. А. Немировская, В. В. Анисеев, Н. Теобальд, А. Раве // Журнал аналитической химии. – 1997. – Т. 52, № 4. – С. 392–396.
2. Леоненко И. И. Методы определения нефтепродуктов в водах 1 других объектах окружающей среды / И. И. Леоненко, В. П. Антонович, А. М. Андрианов, З. В. Безлуцкая, К. К. Цимбалюк // Методы и объекты химического анализа. – 2010. – Т. 5, № 2. – С. 58–72.
3. Дугов Ю. С. Экологическая аналитическая химия / Ю. С. Дугов. – Санкт-Петербург : Анатолия, 2000. – 250 с.
4. Зорькин Л. М. Геохимия природных газов нефтегазоносных бассейнов / Л. М. Зорькин, И. С. Старобинец, Е. В. Стадник. – Москва : Недра, 1984. – С. 200–210.
5. Серебряков О. И. Перспективы развития минерально-сырьевой базы на Астраханском ГПЗ / О. И. Серебряков // Развитие и освоение нефтяных и газоконденсатных месторождений : сб. науч. тр. – 2003. – Вып. 4. – С. 79–82.
6. Коротков М. В. Оценка экологической опасности промышленного района города, как совокупного источника выбросов вредных веществ в атмосферу (на примере города Оренбурга) / М. В. Коротков, А. И. Байтелова // Экологические системы и приборы. – 2008. – № 5. – С. 41–43.

7. Смирнова Т. С. Газогидрохимические критерии перспектив нефтегазоносности / Т. С. Смирнова, О. И. Серебряков, И. В. Быстрова, Е. Н. Лиманский // Геология, география и глобальная энергия. – 2011. – № 1. – С. 144–153.
8. Серебряков О. И. Синергия геоэкологического мониторинга разведки, разработки и переработки природного сырья / О. И. Серебряков, А. О. Серебряков // Естественные и технические науки. – 2010. – № 4 (49). – С. 230–234.
9. Серебряков А. О. Геохимический потенциал генерации углеводородов в Каспийском море / А. О. Серебряков, О. И. Серебряков // Геология, география и глобальная энергия. – 2011. – № 2. – С. 168–175.
10. Мерчева В. С. Особенности нефтегазоносности Прикаспийской впадины / В. С. Мерчева, Н. Ф. Федорова, О. И. Серебряков, О. В. Красильникова, А. О. Серебряков, И. В. Быстрова, Т. С. Смирнова, Е. Н. Лиманский // Геология, география и глобальная энергия. – 2010. – № 3. – С. 105.
11. Макаров А. Н. Геоисследования распространения нефтегазоносных объектов в акватории Каспийского моря и аналитическая оценка ресурсов в геосфере региона / А. Н. Макаров, Т. С. Смирнова, О. И. Серебряков // Южно-российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – 2007. – № 2. – С. 68.
12. Смирнова Т. С. Формирование экологических геосистем Прикаспийской впадины в условиях разведки и разработки нефтегазоносных месторождений / Т. С. Смирнова, О. И. Серебряков // Южно-российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – 2007. – № 2. – С. 68–69.
13. Смирнова Т. С. Геохимические особенности нижнемеловых нефтей и конденсатов северо-восточного предкавказья / Т. С. Смирнова, О. И. Серебряков // Южно-российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – 2006. – № 12. – С. 88–103.
14. Смирнова Т. С. Геохимические закономерности изменения состава нефтей, газа и конденсата месторождений западного побережья Каспийского моря / Т. С. Смирнова, А. О. Серебряков, О. И. Серебряков // Геология, география и глобальная энергия. – 2012. – № 2. – С. 55–81.
15. Dasgupta P. K. Determination of Atmospheric Sulfur Dioxide witholt Tetrachloromercurate (II) and the Mechanism of the Schiff Reaction / P. K. Dasgupta, K. De Cesare, J. C. Ulrey // Anal. Chem. – 1980. – Vol. 52, № 12. – P. 1912–1922.

References

1. Nemirovskaya I. A., Anikeev V. V., Theobald N., Rave A. Identifikatsiya neftnykh uglevodorodov v morskoy srede pri ispolzova-shi razlichnykh metodov analiza [Identification of oil hydrocarbons in the marine environment at ispolzova-sh of various methods of the analysis]. *Zhurnal analiticheskoy khimii* [Journal of the Analytical Chemistry], 1997, vol. 5, no. 4, pp. 392–396.
2. Leonenko I. I., Antonovich V. P., Andrianov A. M., Bezlutsкая Z. V., Tsimbalyuk K. K. Metody opredeleniya nefteproduktov v vodakh i drugikh obektakh okruzhayushchey sredy [Methods of definition of oil products in waters i other objects of the environment]. *Metody i obekty khimicheskogo analiza* [Methods and Subjects of the Chemical Analysis], 2010, vol. 5, no. 2, pp. 58–72.
3. Dugov Yu. S. *Ekologicheskaya analiticheskaya khimiya* [Ecological analytical chemistry], St. Petersburg, Anatoliya Publ., 2000, 250 p.
4. Zorkin L. M., Starobinets I. S., Stadnik Ye. V. *Geokhimiya prirodnkh gazov neftegazonosnykh basseynov* [Geochemistry of the Natural Gases of Oil and Gas Bearing Basins], Moscow, Nedra Publ., 1984, pp. 200–210.
5. Serebryakov O. I. Perspektivy razvitiya mineralno-syrevoy bazy na Astrakhanskom GPZ [The prospects of development of mineral resources on the Astrakhan GPP]. *Razvitie i osvoenie neftnykh i gazokondensatnykh mestorozhdeniy : sb. nauchn. trudov* [Development and Exploration of Oil and Gas-Condensate Fields. Proceedings], 2003, issue 4, pp. 79–82.
6. Korotkov M. V., Baytelova A. I. Otsenka ekologicheskoy opasnosti promyshlennogo rayona goroda, kak sovokupnogo istochnika vybrosov vrednykh veshchestv v atmosferu (na primere goroda Orenburga) [Assessment of ecological danger of the industrial region of the city, as cumulative source of emissions of harmful substances in the atmosphere (on the example of the city of Orenburg)]. *Ekologicheskie sistemy i pribory* [Ecological Systems and Devices], 2008, no. 5, pp. 41–43.
7. Smimova T. S., Serebryakov O. I., Bystrova I. V., Limanskiy Ye. N. Gazogidrokhimicheskie kriterii perspektiv neftegazonosnosti [Gas-hydrochemical criteria of prospects of oil-and-gas content]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2011, no. 1, pp. 144–153.

8. Serebryakov O. I., Serebryakov A. O. Sinergiya geoeologicheskogo monitoringa razvedki, razrabotki i pererabotki prirodnogo syr'ya [Synergy of geoenvironmental monitoring of investigation, development and processing of natural raw materials]. *Yestestvennye i tekhnicheskie nauki* [Natural and Technical Science], 2010, no. 4 (49), pp. 230–234.
9. Serebryakov A. O., Serebryakov O. I. Geokhimicheskiy potentsial generatsii uglevodorodov v Kaspiyskom more [Geochemical potential of generation of hydrocarbons in the Caspian Sea]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 201, no. 2, pp. 168–175.
10. Mercheva V. S., Fedorova N. F., Serebryakov O. I., Krasilnikova O. V., Serebryakov A. O., Bystrova I. V., Smirnova T. S., Limanskiy Ye. N. Osobennosti neftegazonosnosti Prikaspiyskoy vpadiny [Features of oil-and-gas content of Caspian Depression]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2010, no. 3, p. 105.
11. Makarov A. N., Smirnova T. S., Serebryakov O. I. Geoissledovaniya rasprostraneniya neftegazonosnykh obektov v akvatorii Kaspiyskogo morya i analiticheskaya otsenka resursov v geosfere regiona [Geological surveys of distribution of oil-and-gas objects to water areas of the Caspian Sea and analytical assessment of resources in a region geosphere]. *Yuzhno-rossiyskiy vestnik geologii, geografii i globalnoy energii* [Southern Russian Bulletin of Geology, Geography and Global Energy], 2007, no. 2, pp. 68.
12. Smirnova T. S., Serebryakov O. I. Formirovanie ekologicheskikh geosistem Prikaspiyskoy vpadiny v usloviyakh razvedki i razrabotki neftegazonosnykh mestorozhdeniy [Formation of ecological geosystems of Caspian Depression in the conditions of investigation and development of oil-and-gas fields]. *Yuzhno-rossiyskiy vestnik geologii, geografii i globalnoy energii* [Southern Russian Bulletin of Geology, Geography and Global Energy], 2007, no. 2, pp. 68–69.
13. Smirnova T. S., Serebryakov O. I. Geokhimicheskie osobennosti nizhnemelovykh neftey i kondensatov severo-vostochnogo predkavkaz'ya [Geochemical features Lower Cretaceous neftes and condensates of northeast Ciscaucasia]. *Yuzhno-rossiyskiy vestnik geologii, geografii i globalnoy energii* [Southern Russian Bulletin of Geology, Geography and Global Energy], 2006, no. 12, pp. 88–103.
14. Smirnova T. S., Serebryakov A. O., Serebryakov O. I. Geokhimicheskie zakonomernosti izmeneniya sostava neftey, gaza i kondensata mestorozhdeniy zapadnogo poberezh'ya Kaspiyskogo mor'ya [Geochemical regularities of change of structure neftes, gas and condensate of fields of the western coast of the Caspian Sea]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2012, no. 2, pp. 55–81.
15. Dasgupta P. K., De Cesare K., Ulrey J. C. Determination of Atmospheric Sulfur Dioxide without Tetrachloromercurate (II) and the Mechanism of the Schiff Reaction. *Anal. Chem.*, 1980, vol. 52, no. 12, pp. 1912–1922.