



УДК 502.654
DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-2-206-213

Экологическое состояние водных ресурсов рек Ирака

**Везенцев А.И., Кзар Даилал Али, Воловичева Н.А.,
Королькова С.В., Аль-Атея А.Т.**

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: vesentsev@bsu.edu.ru

Аннотация. Основными направлениями использования вод в Ираке являются орошение, выработка электроэнергии и питьевое водоснабжение. При этом наиболее активным потребителем воды является сельское хозяйство. В настоящей работе рассмотрена проблема загрязнения природной пресной воды рек Ирака катионами тяжелых металлов, поскольку к настоящему времени данный аспект недостаточно изучен. Целью исследования является комплексный сравнительный анализ уровня содержания тяжелых металлов в водах реки Евфрат. Показано, что бесконтрольный сброс в речные бассейны рек Тигр и Евфрат сточных вод, имеющих высокое содержание поллютантов бытового и техногенного происхождения, привело к прогрессирующей неудовлетворительной экологической ситуации. Приведены результаты разовых экспериментальных исследований проб воды реки Евфрат из 8 станций водозабора. Выявлено превышение в природных водах предельно допустимой концентрации катионов таких тяжелых металлов, как никель, кадмий и свинец более чем в 200 раз. Сделан вывод о том, что Загрязнение природной воды рек Ирака является следствием не только климатических особенностей, но и отсутствия должного надзора за предприятиями, осуществляющими бесконтрольный сброс сточных вод в природную гидросферу и неудовлетворительным состоянием городских очистных сооружений.

Ключевые слова: загрязнение вод тяжелыми металлами, водные ресурсы Ирака, проблемы очистки воды, экологические проблемы водных ресурсов, реки Ирака, река Евфрат, река Тигр.

Для цитирования: Везенцев А.И., Кзар Даилал Али, Воловичева Н.А., Королькова С.В., Аль-Атея А.Т. 2021. Экологическое состояние водных ресурсов рек Ирака. Региональные геосистемы, 45 (2): 206–213. DOI: 10.52575/2712-7443-2021-45-2-206-213

Ecological status of Iraq river's water

**Aleksandr I. Vesentsev, Kzar Dailal Ali, Natalia A. Volovicheva,
Svetlana V. Korolkova, Anver T. Al-Ateya**

Belgorod National Research University
85 Pobedy St, Belgorod, 3080015, Russia
E-mail: vesentsev@bsu.edu.ru

Abstract. The problem of the natural fresh water pollution of Iraq's rivers by cations of transition metal is considered in this article. The main uses of water in Iraq are irrigation, electricity generation and drinking water supply. At the same time, agriculture is the most active consumer of water. It is shown that the uncontrolled discharge into the river basins of the rivers Tigris and Euphrates of wastewater with a high content of pollutants of domestic and technogenic origin has led to a progressively unsatisfactory ecological situation. The researching results of water samples from the Euphrates River from 8 water intake stations are presented. An excess of the maximum permissible concentration of transition cations such as nickel, cadmium and lead in natural waters was revealed by more than 200 times. The pollution of the natural water Iraq's rivers is a consequence of climatic features and of the lack of proper supervision

of enterprises that carry out uncontrolled discharge of wastewater into the natural hydrosphere and the unsatisfactory state of urban wastewater treatment plants.

Keywords: water pollution by transition metals, Iraqi water resources, water treatment problems, environmental problems of water resources, Iraqi rivers, Euphrates river, Tigris river.

For citation: Vesentsev A.I., Kzar Dailal Ali, Volovicheva N.A., Korolkova S.V., Al-Ateya A.T. 2021. Ecological status of Iraq river's water. Regional geosystems. 45 (2): 206–213 (in Russian). DOI: 10.52575/2712-7443-2021-45-2-206-213

Введение

В течение двадцатого века природная экологическая система Ирака подверглась преобразованиям, которые привели к ухудшению состояния водных ресурсов, опустыниванию земель, оскудению растительности, повышению уровня загрязнителей в воздухе.

Население Ирака страдает от низкого качества питьевой воды ввиду отсутствия скоординированной политики, направленной на экологическую безопасность объектов гидросферы. В частности, активное, зачастую несанкционированное строительство плотин в притоках рек Тигр и Евфрат, ведущееся без учета потребностей населения в качественной питьевой воде, а также неконтролируемый сброс поллютантов органического и неорганического происхождения привели к критической экологической ситуации.

Ухудшение качества воды в реках Тигр и Евфрат наблюдается с момента их входа на территорию Ирака и до их впадения в Персидский залив. Активные точки сброса жидких и твердых отходов в указанные реки находятся в районах, расположенных к югу от Багдада. Это, в свою очередь, ведет к дополнительному загрязнению, изменению текстуры и химического состава почв в областях, через которые проходит река Евфрат.

Загрязнение тяжелыми металлами является широко распространенным явлением, вызывающим серьезное опасение за состояние окружающей среды. Являясь высокотоксичными и трудно разлагаемыми, они влекут серьезные последствия для водных экосистем [Jumbe, Nandini, 2009; Kumar et al., 2013]. Тяжелые металлы широко используются при производстве пестицидов, бытовой техники, стоматологических амальгам, фотобумаги, красок, а также в машиностроении и горнодобывающей промышленности.

Тяжелые металлы являются причиной многих серьезных заболеваний. Например, присутствие свинца в нервной ткани у детей вызывает отклонения в психическом развитии [Needleman, Bellinger, 1991; Alomary, 2013]. Указанный металл занимает второе место в двадцатке самых патогенных элементов (после мышьяка). Его органами-мишенями являются кости, кровь, почки, репродуктивная и сердечно-сосудистая системы, а также мозг и щитовидная железа [Bergdahl, 1988; HMRC, 2003].

Основными органами, подверженными поражению кадмием, являются почки и печень. А высокий уровень цинка в организме может вызвать мышечную боль, острую почечную недостаточность, панкреатит и анемию. Определенные заболевания человека, к примеру такие, как аллергические реакции, хронические язвы и перфорация носовой перегородки связаны также с попаданием в организм хрома. Патогенное воздействие никеля на организм заключается в повреждении тканей сердца и печени, снижении массы тела и раздражении кожи [Needleman, Bellinger, 1991]. Поэтому мониторинг содержания этих металлов является важной и актуальной задачей для оценки безопасности окружающей среды и, как следствие, для здоровья человека.

Целью настоящей работы является комплексный сравнительный анализ результатов исследования уровня содержания тяжелых металлов в водах реки Евфрат, протекающей через территорию Ирака.

Объекты и методы исследования

В Ираке неочищенные сточные воды с городских территорий стекают в реки, неся с собой отходы бытового и промышленного водопользования. Возвратные воды оросительного земледелия также ухудшают качество воды. Самый высокий уровень загрязнения объектов гидросферы наблюдается возле крупнейших городов Багдад и Мосул.

Проблема засоления воды в Ираке стоит более остро, чем, например, в Турции. Наиболее сильно эффект засоления проявляется в центральной и южной частях Месопотамской низменности ввиду более высокой скорости испарения и интенсивных процессов орошения в этом регионе.

Помимо сбросов с территории человеческих поселений, источником загрязнения речной воды также являются засоленные грунтовые воды в пойме реки. Эта проблема становится особенно острой в летние месяцы, когда снижается уровень воды в реке.

Ранее проведенные минералогические, геохимические и экологические исследования проб воды, отобранных из рек Евфрат и Тигр, показали наличие аномального высокого уровня загрязнения катионами свинца, цинка, кадмия и хрома [Jawad, 1984; Al-Taiee, Rasheed, 2009].

Примером загрязнения речных вод опасными поллютантами является производство медикаментов. Данный вид промышленных отходов, попадающих в реки, содержит большое количество тяжелых металлов в виде трудно разлагаемых фосфатов. Опасность также представляет традиционный выброс в речные воды гнилых овощей и фруктов, а также старых автомобилей и других металлических конструкций. Это приводит к дополнительному увеличению доли катионов железа, кадмия, свинца и других элементов в водах. Отходы сельскохозяйственного производства способствуют увеличению доли нитратов и нитритов в речной воде за счет использования удобрений и пестицидов, что приводит к увеличению доли органических соединений в реках [Salah et al., 2015].

С целью получения достоверных результатов и минимальной погрешности при определении тяжелых металлов в пробах природных и сточных вод использовали комплексный подход и следующие методы исследования: атомно-абсорбционную спектрометрию в пламенной и графитовой печи, масс-спектрометрию с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS), нейтронно-активационный анализ, оптическую эмиссионную спектрометрию с индуктивно связанной плазмой (ICP-OES), масс-спектрометрию с индуктивно связанной плазмой с электротермическим испарением (ETV-ICP-MS), эмиссионную спектрометрию с индуктивно связанной плазмой (ICP-ES) и масс-спектрометрию с индуктивно связанной плазмой с лазерной абляцией (LA-ICP-MS).

Результаты исследования и их обсуждение

В рамках настоящего исследования проведен анализ содержания катионов тяжелых металлов в пробах вод, отобранных из восьми водозаборных станций, расположенных по ходу течения реки Евфрат (рис. 1).

Согласно данным, представленным в работе Un-Escwa B.G.R. [2013], объемы среднегодового стока за период 1930–1973 гг. составляли порядка 30 млн м³. Однако после начала активного строительства плотин в период с 1974 г. по 2010 г. наблюдается постепенное снижение объемов среднегодового стока в среднем до 25 млн м³. Эта тенденция сохраняется и в настоящее время.

В официальной информационной справке, опубликованной в 2010 г. Министерством водных ресурсов Ирака, отмечается устойчивое снижение притока воды в районе иракско-сирийской границы. В марте 2009 г. Ирак зарегистрировал рекордно низкой уровень стока в 250 м³/с по Евфрату.

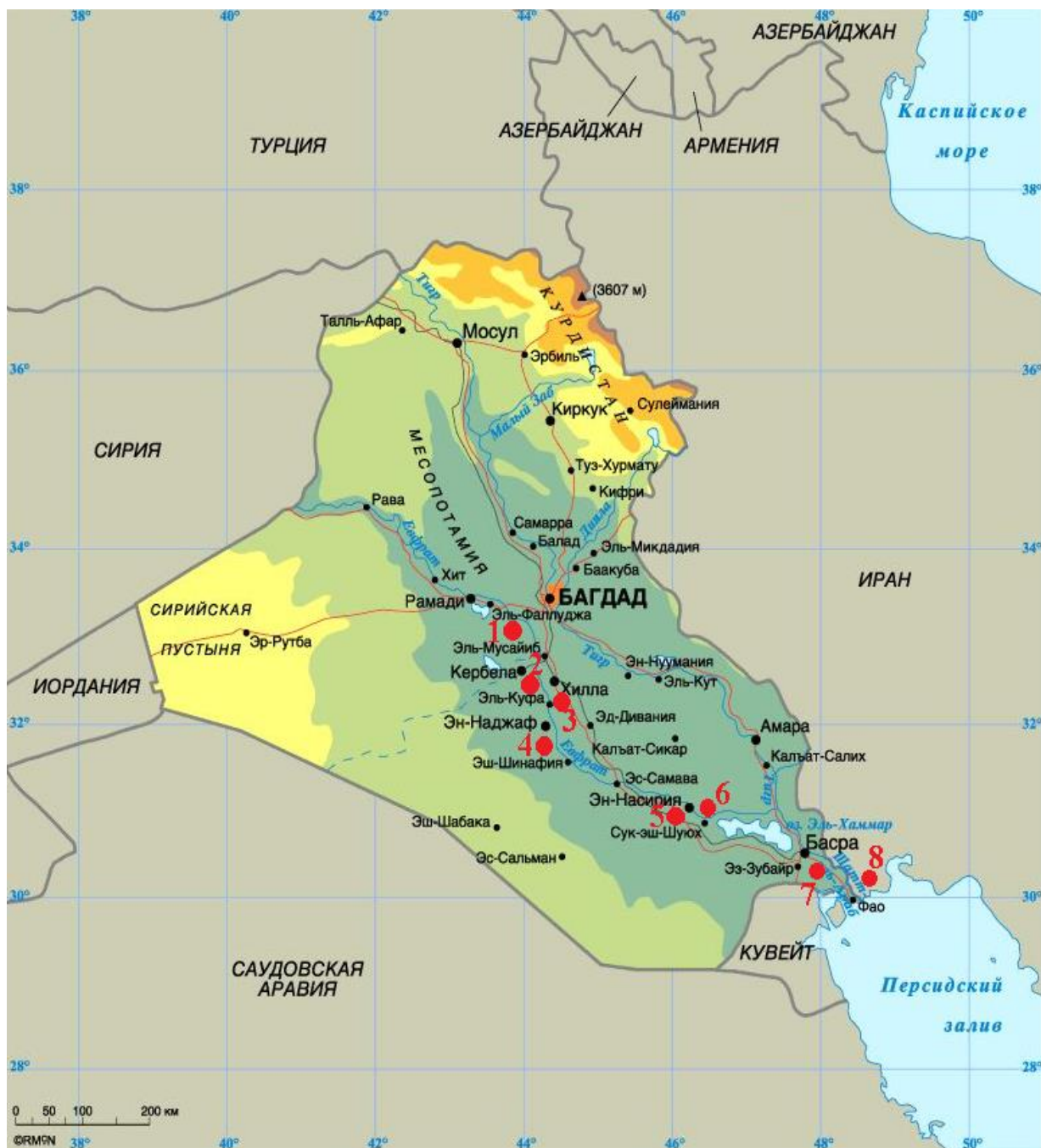


Рис. 1. Станции отбора проб воды, расположенные по ходу течения реки Евфрат:
 1 – Анбар; 2 – Эль-Хиндия-Эль-Куфа; 3 – река Шатт, Эль-Хилла; 4 – Або-Гарак
 (южное направление от города Кифил); 5 – Эн-Насирия; 6 – река Эль-Героф Насирия;
 7 – река Карматт Али; 8 – устье реки Шатт-Эль-Араб

Fig. 1. Water sampling stations located along the course of the Euphrates River:
 1 – Anbar; 2 – Al-Hindiyyah-Al-Kufa; 3 – Shatt River, Al-Hillah; 4 – Abo-Garack
 (south side of Kyphyl); 5 – An-Nasiriyah; 6 – Al-Geraf River, Nasiriyah;
 7 – River Qarmatt Ali; 8 – mouth of the Shatt-Al-Arab River

Основными направлениями использования вод в бассейне реки Евфрат в Ираке, а также Сирии и Турции являются орошение, выработка электроэнергии и питьевое водоснабжение. При этом наиболее активным потребителем воды (более 70 %) является сельское хозяйство. Среднегодовой расход воды в районе городов Хит, Рамади и Эль-Фалуджа



составляет 850 м³/с. К устью в результате активного водозабора на орошение, а также потерь стока на испарение и просачивание средний расход воды уменьшается до 400 м³/сек.

Интенсивная сельскохозяйственная деятельность и сброс неочищенных сточных вод в Евфрат и его притоки способствуют загрязнению реки поллютантами различного происхождения, в числе которых и ионы тяжелых металлов.

В табл. 1 представлены результаты разовых экспериментальных исследований по определению массового содержания ионов Cr³⁺, Fe³⁺, Ni²⁺, Cd²⁺ и Pb²⁺, которые, однако, позволяют сформировать общее представление о содержании катионов тяжелых металлов на протяжении всего течения реки Евфрат через территорию Ирака. В табл. 2 представлены нормативные значения содержания указанных тяжелых металлов в природных водах.

Таблица 1
Table 1

Содержание катионов тяжелых металлов (мг/л) в пробах воды, отобранных из водозаборных станций, расположенных на реке Евфрат
Contain of transition metal cations (mg / l) in water samples taken from water intake stations located on the Euphrates River

№ п/п	Станция отбора	Содержание катионов тяжелых металлов, мг/л				
		Cr ³⁺	Fe ³⁺	Ni ²⁺	Cd ²⁺	Pb ²⁺
1	Анбар [Salah et al., 2015]	0,124	0,340	0,038	0,116	0,528
2	Эль-Хиндия-Эль-Куфа [Hassan et al., 2010]	0,0001	0,106	0,0001	0,0021	0,00010
3	река Шатт, город Эль-Хилла [Hussein et al., 2014]	–	0,389	–	0,0002	0,00018
4	Або-Гарак (южнее города Кифил) [Habeb et al., 2015]	–	0,105	–	0,0066	0,00143
5	Эн-Насирия [Al-Khafaji et al., 2011]	–	0,726	–	0,0002	0,00020
6	река Эль-Гераф, Насирия [Nadhir, 2013]	–	–	–	0,0267	–
7	река Карматт Али [Al-Khafaji, 2001]	–	0,6905	–	0,00013	0,00031
8	устье реки Шатт-Эль-Араб [Al-Taiee, Rasheed, 2009]	–	8,11	13,00	–	16,09

При анализе табл. 1 выявлено, что содержание катионов тяжелых металлов в природной воде из точек пробоотбора, расположенных ближе к истоку Евфрата, является сравнительно невысоким, наблюдается точечное превышение ПДК (табл. 2), что указывает на отсутствие систематичности и может быть связано с территориальными особенностями хозяйственно-бытовой деятельности. Однако содержание уровня поллютантов увеличивается вниз по течению.

Таблица 2
Table 2

Пределно допустимое содержание катионов тяжелых металлов (мг/л) в пробах воды согласно принятым нормативным документам
Maximum permissible content of transition metal cations (mg / l) in water according to the adopted normative documents

Нормативные документы	Содержание катионов тяжелых металлов, мг/л				
	Cr ³⁺	Fe ³⁺	Ni ²⁺	Cd ²⁺	Pb ²⁺
Нормативы ВОЗ [Guidelines for Drinking-water ..., 2011]	0,050	0,300	0,070	0,003	0,010
Стандарты окружающей среды Ирака [Al-Hussaini et al., 2018]	0,050	0,300	0,100	0,005	0,050

В то же время, в пробах речных вод, отобранных на станции Анбар, уже наблюдаются значительные превышения нормативов присутствия катионов тяжелых металлов. В частности, выявлено, что содержание Cr³⁺ в 2,5 раза, Cd²⁺ – почти в 37, а Pb²⁺ – более чем в 50 раз превышает допустимые концентрации.

Наиболее критическая ситуация, связанная с загрязнением катионами указанных тяжелых металлов, наблюдается в районе реки Шатт-Эль-Араб. В пробах воды, отобранных на станции, расположенной на указанной реке, зафиксировано превышение по катионам Ni²⁺ и Pb²⁺ более чем в 200 раз. Река Шатт-Эль-Араб образуется при слиянии рек Тигр и Евфрат, ее воды активно используются на орошение сельхозугодий и производство электроэнергии (среднегодовой *расход воды* составляет 1500 м³/с). Ввиду того что в последние годы сохраняется тенденция уменьшения количества осадков, а строительство плотин вдоль двух речных потоков интенсифицируется, в реке Шатт-Эль-Араб наблюдается постоянное снижение уровня воды, что также способствует увеличению концентрации загрязняющих веществ.

Полученные экспериментальные результаты свидетельствуют о катастрофической экологической ситуации, которая явилась следствием отсутствия должного надзора за предприятиями, осуществляющими бесконтрольный сброс сточных вод в природную гидросферу и неудовлетворительного состояния городских очистных сооружений.

Заключение

Трансграничное загрязнение и отсутствие грамотной экологической политики, направленной на управление речным бассейном Ирака привели к деградации основных источников пресной воды. Постоянно увеличивающаяся концентрация катионов тяжелых металлов в природных водах является причиной не только нарушения жизненных циклов биоценозов, но и развития заболеваний у людей.

Факт, учитывающий, что Ирак расположен в засушливой климатической зоне, с незначительным годовым количеством осадков, а темпы прироста населения остаются на достаточно высоком уровне, указывает на то, что в будущем проблема обеспечения качественной питьевой водой будет только обостряться.

Применяемые на территории Ирака технологии очистки сточных вод уже в настоящее время не в состоянии обеспечить потребности населения страны в пресной воде. Таким образом, указанная проблема диктует необходимость незамедлительного поиска вы-



сокоэффективных доступных и экологичных способов водоподготовки. Одним из перспективных направлений, успешно зарекомендовавших себя в мировой практике, является сорбция с использованием природных материалов, например, гидроалюмосиликатов. Поэтому научные исследования, направленные на поиск новых высокоэффективных сорбентов на основе нативных сырьевых ресурсов, и разработка технологии водоочистки являются одним из рациональных путей решения проблемы обеспечения населения качественной водой.

References

1. Al-Hussaini S.N.H., Al-Obaidy A.H.M.J., Al-Mashhady A.A.M. 2018. Environmental assessment of heavy metal pollution of Diyala River within Baghdad City. *Applied Water Science*, 8 (3): 1–6. DOI: 10.1007/s13201-018-0707-9.
2. Al-Khafaji B.Y. 2001. The Initial assessment of some trace metals in Qarmatt Ali river connected with Shatt Al-Arab. *Iraqi Journal Biology*, 1: 175–186.
3. Al-Khafaji B.Y., Mohammed A.B., Maqtoof A.A. 2011. Distribution of some heavy metals in water, sediment & fish *Cyprinus carpio* in Euphrates river near Al-Nassiriya city center south Iraq. *Baghdad Science Journal*, 8 (1): 552–560. DOI: 10.21123/bsj.2011.8.1.552-560
4. Al-Taiee T.M., Rasheed A.M. 2009. Simulation Tigris River Flood Wave in Mosul City Due to a Hypothetical Mosul Dam Break. *Damascus University Journal*, 25 (2): 17–36.
5. Alomary A. 2013. Assess determination of trace metals in drinking water in Irbid City-Northern Jordan. *Environmental monitoring and assessment*, 185 (2): 1969–1975. DOI: 10.1007/s10661-012-2680-3.
6. Bergdahl I.A. 1988. Lead-binding proteins – a way to understand lead toxicity? *Analysis*, 26 (6): 81–83.
7. Guidelines for Drinking-water Quality. 2011. Geneva, World Health Organization (WHO), 531 p.
8. Habeeb M., Al-Bermani A., Salman J. 2015. Environmental study of water quality and some heavy metals in water, sediment and aquatic macrophytas in lotic ecosystem, Iraq. *Mesopotamia Environmental Journal*, 1: 66–84.
9. Hassan F., Saleh M., Salman J. 2010. A study of physicochemical parameters and nine heavy metals in the Euphrates River, Iraq. *E-Journal of Chemistry*, 7 (3): 685–692. DOI: 10.1155/2010/906837
10. HMRC, Heavy Metal Handbook: A Guide for Health Care Practitioners, 2003. London, United Kingdom, 1–10.
11. Hussein F., Baqir S., Karam F. 2014. Seasonal Variation in Heavy Metals Contamination in Surface Water of Shatt Al-Hilla River, Babylon, Iraq. *Asian Journal of Chemistry*, 26 (2014): S207–S210. DOI: 10.14233/ajchem.2014.19047.
12. Jawad Ali A. 1984. Some trace element analysis of Pliocene Molasse and Recent Euphrates and Tigris fluvial sediments. *Chemical Geology*, 45: 213–224.
13. Jumbe A.S., Nandini N. 2009. Heavy metals analysis and sediment quality values in urban lakes. *American Journal of Environmental Sciences*, 5 (6): 678–687.
14. Kumar R.N., Solanki R., Kumar J.I.N. 2013. Kumar R. N., Solanki R., Kumar J. I. N. Seasonal variation in heavy metal contamination in water and sediments of river Sabarmati and Kharicut canal at Ahmedabad, Gujarat. *Environmental monitoring and assessment*, 185 (1): 359–368. DOI: 10.1007/s10661-012-2558-4.
15. Nadhir A. 2013. Al-Ansari. Management of Water Resources in Iraq: Perspectives and Prognoses. *Engineering*, 5 (8): 667–684. DOI:10.4236/eng.2013.58080.
16. Needleman H.L., Bellinger D. 1991. The health effects of low level exposure to lead. *Annual review of public health*, 12 (1): 111–140.
17. Salah E.A.M., Al-Hiti I.K., Alessawi K.A. 2015. Assessment of heavy metals pollution in euphrates river water, Amiriyah Fallujah, Iraq. *Journal of environment and earth science*, 5 (15): 59–70.
18. Un-Escwa B.G.R. 2013. United Nations Economic and Social Commission for Western Asia; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. In: Inventory of Shared Water Resources in Western Asia. Beirut, Lebanon, 626 p.



ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Везенцев Александр Иванович, доктор технических наук, профессор кафедры общей химии Института фармации, химии и биологии Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

Кзар Даилал Али, магистрант кафедры общей химии Института фармации, химии и биологии Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

Воловичева Наталья Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры общей химии Института фармации, химии и биологии Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

Королькова Светлана Викторовна, кандидат технических наук, доцент кафедры русского языка, профессионально-речевой и межкультурной коммуникации Института межкультурной коммуникации и международных отношений Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

Аль-Атея Анвер Тхамер Агхаяд, аспирант кафедры общей химии Института фармации, химии и биологии Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Aleksandr I. Vesentsev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of General Chemistry, Institute of Pharmacy, Chemistry and Biology of the Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Kzar Dailal Ali, undergraduate, Department of General Chemistry, Institute of Pharmacy, Chemistry and Biology of the Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Natalia A. Volovicheva, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of General Chemistry, Institute of Pharmacy, Chemistry and Biology of the Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Svetlana V. Korolkova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Russian Language, Professional-Speech and Intercultural Communication, Institute for Intercultural Communication and International Relations of the Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Anver T. Al-Ateya, graduate student, Department of General Chemistry, Institute of Pharmacy, Chemistry and Biology of the Belgorod National Research University, Belgorod, Russia