

Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2021. Вып. 5 (133). С. 132-142. ISSN 1998-8443 (print)

Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products. 2021. Issue 5 (133). P. 132-142. ISSN 1998-8443 (print)

Научная статья

УДК 502.175

doi: 10.17122/ntj-oil-2021-5-132-142

МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА РЕКИ ШУГУРОВКА (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)

Гузель Габдулловна Ягафарова¹, Эльза Ильясовна Ахметова², Альберт Хамитович Сафаров³, Ирина Гайсаровна Мигранова⁴

^{1, 2, 3, 4}Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Россия

¹kafedra_ecologia@mail.ru

²elza.ahmetova13@gmail.com

³alsaf1978@mail.ru

⁴migranova@inbox.ru

Автор, ответственный за переписку: Гузель Габдулловна Ягафарова,
kafedra_ecologia@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме охраны малых водных объектов, расположенных в непосредственной близости от нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий.

Цель статьи - изучение экологической обстановки реки Шугуровка (Республика Башкортостан) и выявление ее загрязненности исследуемыми металлами (Fe, Cu, Ni и Mn) ввиду антропогенного воздействия.

Анализ, проведенный в трех точках: у истока, в средней части и близ устья, показывает, что река Шугуровка подвержена загрязнению исследуемыми металлами (Fe, Cu, Ni и Mn).

Ключевые слова: мониторинг, донные отложения, загрязнение, металлы, токсичность, малые реки

© Ягафарова Г. Г., Ахметова Э. И., Сафаров А. Х., Мигранова И. Г., 2021

Для цитирования: Ягафарова Г. Г., Ахметова Э. И., Сафаров А. Х., Мигранова И. Г. Мониторинг качества реки Шугуровка (Республика Башкортостан) // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2021. Вып. 5 (133), С. 132-142. <http://doi.10.17122/ntj-oil-2021-5-132-142>.

Original article

QUALITY MONITORING OF SHUGUROVKA RIVER (REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN)

Guzel G. Yagafarova¹, Elza I. Akhmetova², Albert Kh. Safarov³, Irina G. Migranova⁴

^{1, 2, 3, 4}Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia

¹kafedra_ecologia@mail.ru

²elza.ahmetova13@gmail.com

³alsaf1978@mail.ru

⁴migranova@inbox.ru

Corresponding author: **Guzel G. Yagafarova**, kafedra_ecologia@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the urgent problem of protecting small water bodies located in the immediate vicinity of oil refining and petrochemical enterprises.

The purpose of the article is to study the ecological situation of the Shugurovka River (Republic of Bashkortostan) and identify its contamination with the studied metals (Fe, Cu, Ni and Mn) due to anthropogenic impact.

The analysis carried out at three points: at the source, in the middle part and near the mouth, shows that the Shugurovka River is subject to pollution by the metals under study (Fe, Cu, Ni and Mn).

Keywords: monitoring, sediments, pollution, metals, toxicity, small rivers

For citation: Yagafarova G. G., Akhmetova E. I., Safarov A. Kh., Migranova I. G. Monitoring kachestva reki Shugurovka (Respublika Bashkortostan). [Quality Monitoring of Shugurovka River (Republic of Bashkortostan)]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefiti i nefteproduktov - Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*. 2021, Issue 5 (133), pp. 132-142. <http://doi.10.17122/ntj-oil-2021-5-132-142>.

Введение

С развитием нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий возрастает негативное воздействие на окружающую среду, в том числе наблюдается загрязнение водных объектов. В связи с этим возникает важная проблема мониторинга качества и оценки воздействия загрязняющих веществ на объекты окружающей среды [1, 2].

Как известно, малые реки составляют речную сеть стран и республик, в том числе Республики Башкортостан, и влияют на состав и свойства более крупных рек, определяя их экологическую чистоту. Именно эти объекты подвергаются прямому антропогенному воздействию [3].

Вместе с тем малые реки подвержены стремительному загрязнению и заиливанию. При накоплении донных отложений изменяются морфометрические показатели водного объекта, химические и биологические процессы в водной среде.

Скорость образования, мощность, гранулометрический и химический состав донных отложений зависят от природно-антропогенных процессов, происходящих на водосборах, главным образом, водно-эрозионных, а также совокупности процессов, которые происходят в самих реках. В заиленных водных объектах нарушается кислородный режим, изменяется кислотность грунта и воды, падает его продуктивность как объекта для рыбоводства, снижается ценность реки как рекреационного объекта [4].

Донные отложения - минеральные вещества, отложившиеся на дне океанов, морей, озёр, рек в результате физических, химических и биологических процессов. Эти геологические образования формируются и в настоящее время и являются важнейшим «компонентом» подводных ландшафтов и неотъемлемым элементом водной экосистемы. Их образование связано с осаждением речных наносов, которые в силу физических законов всегда находятся в потоках.

Для оценки уровней загрязнений используют фоновые значения, кларки в поро-

дах, ПДК в почвах и другие геохимические показатели [5]. Однако общим недостатком всех показателей является отсутствие учета специфики состава донных отложений и особенностей гидрохимической трансформации загрязнителей в системе «вода - наносы - донные отложения» [6].

Целью данной работы является мониторинг качества реки Шугуровка (Республика Башкортостан). Река Шугуровка имеет протяженность 28 км, расположена в непосредственной близости от нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий.

Река Шугуровка впадает в реку Уфа, являющуюся источником питьевой воды.

Материалы и методы исследования

Отбор проб проводился согласно ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб» и ГОСТ 17.1.5.01-80 «Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность».

Пробы были взяты в трех точках: у истока, в средней части реки и близ устья (рисунки 1) [7].

Исследования проб природной поверхностной воды и донных отложений реки Шугуровка проводили в аккредитованной лаборатории атомно-абсорбционным спектрофотометром (протокол испытаний проб природной поверхностной воды № 5368-5370 от 03 декабря 2020 г., протокол испытаний проб донных отложений № 5371-5373 от 30 ноября 2020 г.).

Оценка токсичности воды и донных отложений проводилась путем биотестирования на приборе Биотестер-2М с использованием в качестве тест-объекта инфузорий *Paramecium caudatum*.

Метод определения токсичности основан на способности тест-объекта реагировать на присутствие в водных объектах и донных отложениях рек загрязняющих веществ, представляющих опасность для их жизнедеятельности.

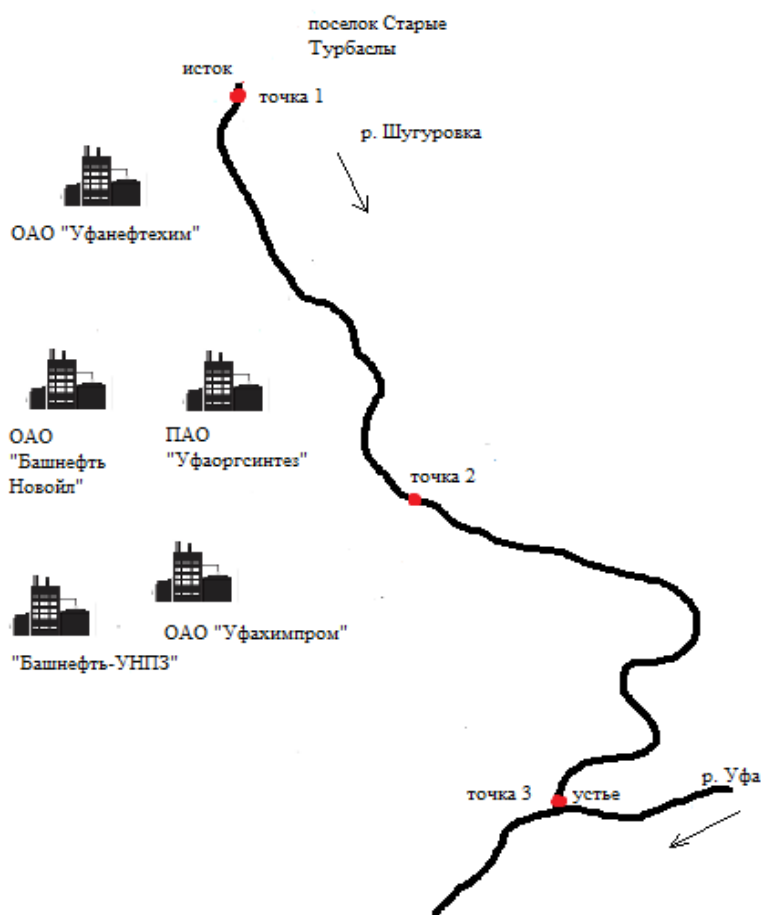


Рисунок 1. Схема точек отбора проб воды реки Шугуровка
Figure 1. Scheme of water sampling points of the Shugurovka River

Эта способность тест-объектов перемещаться по градиенту концентраций называется хемотаксической реакцией.

По величине индекса анализируемые пробы классифицируются по степени их токсичности на 3 группы:

- 1) допустимая степень токсичности ($0,00 < T < 0,40$);
- 2) умеренная степень токсичности ($0,40 < T < 0,70$);
- 3) высокая степень токсичности ($T > 0,70$).

Полученные результаты подтверждаются и расчетными данными согласно методике Чыонг Ван Туана и Нгуен Суан Шанга [8].

Четыре показателя - индекс геоаккумуляции (I_{geo}), коэффициент обогащения (EF), фактор загрязнения (CF) и индекс нагрузки загрязнения (PLI) - были использованы для получения информации об источниках загрязнения металлами и оценки состояния загрязнения.

Индекс геоаккумуляции (I_{geo}) определяют путем сравнения концентрации металла

в исследуемых донных отложениях с его базовым уровнем в земной коре и рассчитывают по формуле (1):

$$I_{\text{geo}} = \log_2 \frac{C_{\text{Me}}}{1,5C_{\text{B}}}, \quad (1)$$

где C_{Me} - концентрация металла в исследуемых донных отложениях;

C_{B} - это базовая концентрация металла в земной коре, определяемая по таблице 1;

1,5 - коэффициент для минимизации изменений, которые могут произойти с базовой концентрацией металла из-за геологических изменений в донных отложениях.

Шкала индекса I_{geo} выглядит следующим образом:

$I_{\text{geo}} \leq 0$ - не содержит;

$0 < I_{\text{geo}} < 1$ - от отсутствия содержания до среднего содержания;

$1 < I_{\text{geo}} < 2$ - среднее содержание;

$2 < I_{\text{geo}} < 3$ - от среднего содержания до высокого содержания;

$3 < I_{\text{geo}} < 4$ - высокое содержание;

$4 < I_{\text{geo}} < 5$ - от высокого содержания до очень высокого содержания (или загрязнение);

$5 < I_{\text{geo}}$ - очень высокое содержание (или тяжелое загрязнение).

Таблица 1. Базовая концентрация металлов в земной коре

Table 1. Basic concentration of metals in the earth's crust

Металл	Cd	Ni	Cr	As	Pb	Cu	Zn	Fe
Концентрация (мг/кг)	0,3	68	90	13	20	45	95	47200

Коэффициент обогащения (EF) отображает степень накопления металла в донных отложениях в сравнении с его базовой концентрацией в земной коре. Определяется с использованием концентрации одного из металлов Al, Fe, Mn, Ti, Sc в качестве стандарта для сравнения, так как концентрация данных металлов в земной коре или донных отложениях довольно высока и мало подвержена изменениям вследствие загрязнения окружающей среды.

В большинстве случаев обычно используют Fe в качестве стандарта, поэтому в данном исследовании также использована кон-

центрация Fe в качестве стандарта, и EF рассчитывается по формуле (2):

$$EF = \frac{C_{\text{Me}}/C_{\text{Fe;ref}}}{C_{\text{B}}/C_{\text{Fe;B}}}, \quad (2)$$

где C_{Me} и $C_{\text{Fe;ref}}$ - концентрация металла и Fe в исследуемых донных отложениях или почве;

C_{B} и $C_{\text{Fe;B}}$ соответственно базовая концентрация металла и Fe в земной коре или донных отложениях (таблица 1).

На основе EF можно оценить степень накопления металла в исследуемых донных отложениях:

$EF < 2$ - нет накоплений;

$2 < EF < 5$ - от отсутствия накоплений до средних накоплений;

$5 < EF < 20$ - средние накопления;

$20 < EF < 40$ - от средних накоплений до больших накоплений;

$EF > 40$ - очень большие накопления.

Фактор загрязнения CF одного микроэлемента используется для определения степени загрязнения донных отложений и рассчитывается по формуле (3):

$$CF = \frac{C_{Me}}{C_B}, \quad (3)$$

где C_{Me} - это концентрация металла в исследуемых донных отложениях;

C_B - базовая концентрация металла в земной коре.

Шкала фактора загрязнения CF выглядит следующим образом:

$CF < 1$ - низкое загрязнение;

$1 < CF \leq 3$ - умеренное загрязнение;

$3 < CF \leq 6$ - значительное загрязнение;

$6 < CF$ - очень высокое загрязнение.

Индекс нагрузки загрязнения PLI определяет нагрузку загрязнения отложений, что также может дать простые и относительные средства для оценки степени загрязнения металлами, рассчитывается по формуле:

$$PLI = \sqrt[n]{CF_1 * CF_2 * \dots * CF_n}, \quad (4)$$

где n - это количество металлов.

Шкала индекса нагрузки загрязнения (PLI) выглядит следующим образом:

$PLI < 1$ - индекс нагрузки загрязнения можно классифицировать как отсутствие загрязнения; $1 < PLI < 2$ - умеренное загрязнение;

$2 < PLI < 3$ - от среднего загрязнения до высокого загрязнения;

$3 < PLI$ - чрезвычайно сильное загрязнение.

Результаты исследования

Результаты исследования проб природной поверхностной воды и донных отложений реки Шугуровка представлены в таблицах 2 и 3.

В результате проведенных исследований поверхностной воды и донных отложений было обнаружено превышение нормативных значений, например концентрация марганца в 15 - 20 раз превышает предельно допустимую концентрацию. Причем в донных отложениях содержание тяжелых металлов в разы больше, чем в поверхностной воде. Например, концентрация меди в донных отложениях составило 43 мг/кг, тогда как в воде - 0,03 мг/л. Помимо этого, результаты ранее проведенных исследований свидетельствуют о высокой токсичности донных отложений. Наибольшее загрязнение обнаружено в точке отбора № 3 (близ устья), $T = 0,65 - 0,70$. Содержание ионов исследуемых металлов (Fe, Cu, Ni и Mn) превышают концентрацию веществ у истока и в средней части реки на 40 %.

Согласно (1)-(4) рассчитаны значения индекса геоаккумуляции, коэффициента обогащения, фактора загрязнения, индекса нагрузки загрязнения.

Полученные результаты представлены в таблицах 4-7 [8].

Ввиду отсутствия базовой концентрации марганца в земной коре расчет проводился по трем исследуемым металлам: Fe, Cu и Ni. Из таблицы 4 видно, что наибольшие значения индекса геоаккумуляции, за исключением меди, наблюдаются у устья реки (точка отбора № 3). Индекс геоаккумуляции по меди и никелю соответствуют среднему, по железу - высокому содержанию.

Значения коэффициента обогащения по железу по ходу течения реки Шугуровка равно 1, так как для расчета данного показателя железо было выбрано в качестве стандарта для сравнения. Коэффициент обогащения по меди и никелю соответствует степени накопления металлов от средних до высоких.

Таблица 2. Результаты исследований проб природной поверхностной воды реки Шугуровка
Table 2. Results of studies of natural surface water samples from the Shugurovka River

Металл	Содержание металла, мг/дм ³		
	Точка отбора № 1	Точка отбора № 2	Точка отбора № 3
Железо	0,34	0,139	0,069
Медь	0,02	0,014	0,024
Марганец	1,33	0,80	1,27
Никель	0,082	0,031	0,019

Таблица 3. Результаты исследований проб донных отложений реки Шугуровка
Table 3. Results of investigations of samples of bottom sediments of the Shugurovka River

Металл	Содержание металла, мг/кг		
	Точка отбора № 1	Точка отбора № 2	Точка отбора № 3
Железо	9000	9500	7500
Медь	246	246	246
Марганец	36	34,8	49
Никель	25	36	43

Таблица 4. Значения индекса геоаккумуляции
Table 4. Values of the geoaccumulation index

Металл	I _{geo}		
	Точка отбора № 1	Точка отбора № 2	Точка отбора № 3
Железо	2,976	2,898	3,239
Медь	1,8660	1,8660	1,8660
Никель	1,029	1,246	1,503

Таблица 5. Значения коэффициента обогащения
Table 5. Values of the enrichment factor

Металл	EF		
	Точка отбора № 1	Точка отбора № 2	Точка отбора № 3
Железо	1	1	1
Медь	18,67	12,86	28,63
Никель	1,93	1,99	20,82

Таблица 6. Значения фактора загрязнения
Table 6. Pollution factor values

Металл	CF		
	Точка отбора № 1	Точка отбора № 2	Точка отбора № 3
Железо	0,16	0,19	0,20
Медь	5,47	5,47	5,47
Никель	0,37	0,53	0,63

Таблица 7. Значения индекса нагрузки загрязнения на исследуемые металлы
Table 7. Values of the index of pollution load on the investigated metals

Металл	PLI		
	Точка отбора № 1	Точка отбора № 2	Точка отбора № 3
Железо	0,73	0,82	0,84
Медь			
Никель			

Фактор загрязнения по меди имеет одинаковые значения в трех рассматриваемых точках, так как содержание меди в донных отложениях по ходу течения реки Шугуровка одно и то же, и данный показатель соответствует значительному загрязнению. А значения фактора загрязнения по железу и никелю - более низкому загрязнению. Индекс нагрузки загрязнения рассчитан с учетом суммарного содержания исследуемых металлов (Fe, Cu, Ni) у истока, в средней части и близ устья реки Шугуровка и составляет от 0,73 до 0,84.

В ходе проведения мониторинга качества реки Шугуровка была установлена умеренная токсичность поверхностных вод и донных отложений. Высокое содержание меди и значительное загрязнение ею наблюдается на всей протяженности реки Шугуровка ($I_{geo} < 2$; $3 < CF \leq 6$), при этом коэффициент обогащения свидетельствует о значительном накоплении меди во второй точке отбора проб. Значение коэффициента обогащения в третьей точке показывает большое накопление никеля близ устья реки.

Список источников

1. Сафаров А.М., Ягафарова Г.Г., Леонтьева С.В., Сафарова Р.В. Влияние нефтехимических и нефтеперерабатывающих предприятий на качество поверхностных вод // *Водоочистка*. 2015. № 7. С. 19-22.
2. Charekhan P.R., Dand A.M. Problems of Environmental Pollution and its Hazards in Refinery and Petrochemical Plants // *Chemical Age of India*. 1980. Vol. 31. No. 4. P. 331-334.
3. Леонтьева С.В., Ягафарова Г.Г., Фатихова Н.И., Габитова И.У., Зиновьева Н.А., Федорова Ю.А., Кузнецова Г.М., Ягафарова Д.И. Мониторинг загрязнения экотоксикантами малых рек (на примере реки Шугуровка) // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика*. 2017. № 1 (25). С. 116-125. DOI: 10.15593/2409-5125/2017.01.10.
4. Плиева Т.Х., Заикина И.В., Тетдоев В.В. Использование системного анализа при выборе оптимальной технологии очистки пруда в условиях

Выводы

Осуществлен мониторинг качества реки Шугуровка, Республика Башкортостан. В результате экспериментальных и расчетных данных установлено загрязнение поверхностных вод и донных отложений исследуемыми металлами (Fe, Cu, Ni и Mn).

Источником загрязнения металлами, по-видимому, является комплекс нефтеперерабатывающих заводов, расположенных практически у истока реки Шугуровка.

Установлено, что исследуемые металлы аккумулируются в донных отложениях и становятся постоянным источником загрязнения воды экотоксикантами. При этом устье реки загрязнено в большей степени, чем исток и ее средняя часть.

Установлена корреляция содержания исследуемых металлов в донных отложениях и базового их уровня в земной коре.

References

1. Safarov A.M., Yagafarova G.G., Leonteva S.V., Safarova R.V. Vliyaniye neftekhimicheskikh i neftepererabatyvayushchikh predpriyatii na kachestvo poverkhnostnykh vod [Effect of Petroleum Refining and Oil Processing Plants Over Quality of Surface Waters]. *Vodoochistka - Water Treatment*, 2015, No. 7, pp. 19-22. [in Russian].
2. Charekhan P.R., Dand A.M. Problems of Environmental Pollution and its Hazards in Refinery and Petrochemical Plants. *Chemical Age of India*, 1980, Vol. 31, No. 4, pp. 331-334.
3. Leonteva S.V., Yagafarova G.G., Fatikhova N.I., Gabitova I.U., Zinoveva N.A., Fedorova Yu.A., Kuznetsova G.M., Yagafarova D.I. Monitoring zagryazneniya ekotoksikantami malyx rek (na primere reki Shugurovka) [Monitoring of Pollution Ecotoxicants Small Rivers (the Example of River Shugurovka)]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika - Bulletin of Perm National Research Polytechnic Univer-*

его заиливания // Вестник научно-методического совета по природообустройству и водопользованию. 2020. № 17. С. 48-50.

5. Сае́т Ю.Е., Янин Е.П., Григорьева О.Г., Сорокина Е.П. Микроэлементы в донных отложениях рек как индикаторы загрязнения антропогенных ландшафтов. Минск: Наука и техника, 1980. 108 с.

6. Янин Е.П. Техногенные речные илы в зоне влияния промышленного города (формирование, состав, геохимические особенности). М.: ИМГРЭ, 2002. 100 с.

7. Ягафарова Г.Г., Валиахметова Ю.А., Леонтьева С.В., Сафаров А.Х. Очистка водных объектов от экотоксикантов. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2018. 266 с.

8. Чыонг В.Т., Нгуен С.Ш. Использование индекса нагрузки загрязнения (PLI) и индекса геоаккумуляции (I-GEO) для оценки загрязнения тяжелыми металлами в донных отложениях реки «Лачь Трай» во Вьетнаме // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2020. № 1. С. 49-54.

sity. Applied Ecology. Urban Development, 2017, No. 1 (25), pp. 116-125. DOI: 10.15593/2409-5125/2017.01.10. [in Russian].

4. Plieva T.Kh., Zaikina I.V., Tetdov V.V. Ispol'zovanie sistemnogo analiza pri vybere optimal'noi tekhnologii ochistki pruda v usloviyakh ego zailivaniya [Using System Analysis for Choosing the Optimal Technology to Clean the Pond Under the Circumstances of Silting]. *Vestnik nauchno-metodicheskogo soveta po prirodoobustroystvu i vodopol'zovaniyu - Vestnik the Scientific and Methodological Council in Environmental Engineering and Water Management*, 2020, No. 17, pp. 48-50. [in Russian].

5. Saet Yu.E., Yanin E.P., Grigoreva O.G., Sorokina E.P. *Mikroelementy v donnykh otlozheniyakh rek kak indikatorы zagyazneniya antropogennykh landshaftov* [Trace Elements in River Bottom Sediments as Indicators of Pollution of Anthropogenic Landscapes]. Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1980. 108 p. [in Russian].

6. Yanin E.P. *Tekhnogennyye rechnyye ily v zone vliyaniya promyshlennogo goroda (formirovaniye, sostav, geokhimicheskiye osobennosti)* [Technogenic River Silts in the Zone of Influence of an Industrial City (Formation, Composition, Geochemical Features)]. Moscow, IMGRE Publ., 2002. 100 p. [in Russian].

7. Yagafarova G.G., Valiakhmetova Yu.A., Leonteva S.V., Safarov A.Kh. *Ochistka vodnykh ob'ektov ot ekotoksikantov* [Cleaning Water Bodies from Ecotoxicants]. Ufa, UGNTU Publ., 2018. 266 p. [in Russian].

8. Chyong V.T., Nguen S.Sh. Ispol'zovanie indeksa nagruzki zagyazneniya (PLI) i indeksa geoakkumulyatsii (I-GEO) dlya otsenki zagyazneniya tyazhelymi metallami v donnykh otlozheniyakh reki «Lach' Trai» vo V'etname [Using the Pollution Load Index (PLI) and Geoaccumulation Index (I-GEO) to Assess Heavy Metal Pollution in the Lach Trai River Sediment in Vietnam]. *Aktual'nyye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk - Actual Problems of the Humanities and Natural Sciences*, 2020, No. 1, pp. 49-54. [in Russian].

Информация об авторах

• Ягафарова Гузель Габдуллоевна, д-р техн. наук, профессор
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
Профессор кафедры прикладной экологии
Россия, 450064, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1
e-mail: kafedra_ecologia@mail.ru

Information about the authors

• Yagafarova Guzel. G., Doctor of Engineering Sciences
Ufa State Petroleum Technological University
Professor of Applied Ecology Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450064, Russia
e-mail: kafedra_ecologia@mail.ru

• Ахметова Эльза Ильясовна
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
Магистрант кафедры прикладной экологии
Россия, 450064, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1
e-mail: elza.ahmetova13@gmail.com

• Akhmetova Elza I.
Ufa State Petroleum Technological University
Undergraduate Student of Applied Ecology Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450064, Russia
e-mail: elza.ahmetova13@gmail.com

• Сафаров Альберт Хамитович, канд. техн. наук
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
Доцент кафедры прикладной экологии
Россия, 450064, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1
e-mail: alsaf1978@mail.ru

• Safarov Albert. Kh., Candidate of Engineering
Sciences
Ufa State Petroleum Technological University
Assistant Professor of Applied Ecology Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450064, Russia
e-mail: alsaf1978@mail.ru

• Мигранова Ирина Гайсаровна, канд. биол. наук
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
Доцент кафедры прикладной экологии
Россия, 450064, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1
e-mail: migranova@inbox.ru

• Migranova Irina. G., Candidate of Biological
Sciences
Ufa State Petroleum Technological University
Assistant Professor of Applied Ecology Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450064, Russia
e-mail: migranova@inbox.ru

Статья поступила в редакцию 12.07.2021; одобрена после рецензирования 01.08.2021; принята к публикации 25.08.2021.

The article was submitted 12.07.2021; approved after reviewing 01.08.2021; accepted for publication 25.08.2021.