

DOI: 10.24143/2073-5529-2017-4-29-36
УДК 551.313:628.394(282.247.41+262.81)

Н. В. Карыгина, О. В. Попова

СРЕДНИЕ ХАРАКТЕРНЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ТОКСИКАНТОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ И СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

При оценке степени загрязнения водных экосистем важным объектом анализа являются донные отложения. Ввиду отсутствия в настоящее время в России нормативов содержания приоритетных токсикантов в донных отложениях водных объектов предпринимаются различные попытки их нормирования, имеющие сугубо региональный статус. В рамках исследования был применен подход, позволяющий характеризовать степень загрязнения с помощью сравнения абсолютных значений концентраций токсикантов, наиболее распространенных в Волго-Каспийском бассейне, со средними характерными величинами, рассчитанными для каждого основного типа отложений. Для расчетов использовали многолетний массив данных по содержанию нефтепродуктов, цинка, меди, свинца, кадмия, никеля, марганца и железа в водотоках дельты р. Волги и западной части Северного Каспия. Проведенная типизация грунтов с выделением основных типов пресноводных и морских отложений для каждого из них сопровождалась усреднением величин концентраций токсикантов. При переходе от крупнодисперсных фракций к мелкодисперсным для пресноводных грунтов было выявлено увеличение содержания всех токсикантов в 2,8–9,8 раза. Отмечено, что в накоплении нефтепродуктов, никеля и марганца помимо дисперсности важную роль играло присутствие ракушечного материала. В северокаспийских донных отложениях уменьшение размера частиц вызывало повышение концентраций ряда токсикантов, особенно в присутствии илистых фракций. Кроме этого, усиление накопления некоторых загрязняющих веществ (никеля, свинца и кадмия) наблюдалось в грунтах, представленных ракушкой как в чистом виде, так и с примесью песка. На примере сравнительного анализа данных по содержанию токсикантов в донных отложениях водотоков дельты Волги и Северного Каспия в 2016 г. со средними характерными величинами выделены участки, в наибольшей степени подверженные загрязнению.

Ключевые слова: донные отложения, контроль, загрязнение, токсиканты, концентрация, дисперсность.

Введение

Донные отложения любого водного объекта представляют большой интерес для оценки уровня загрязнения водных экосистем. По сравнению с водными массами донные отложения являются более информативным объектом наблюдения [1], т. к. перемещаются с гораздо меньшей скоростью, сохраняют «память» о внешнем воздействии, накапливают загрязняющие вещества в значительно большем количестве. Это связано с высокой сорбционной способностью грунтов и более низкой (по сравнению с водой) скоростью деградации в них токсикантов [2, 3].

Объективный контроль загрязнения окружающей среды осуществляется обычно с помощью экспериментально обоснованного норматива содержания веществ в виде их предельно допустимой концентрации (ПДК). При этом предусмотрено несколько лимитирующих направлений: токсикологическое, санитарное, санитарно-токсикологическое, органолептическое, рыбохозяйственное [4]. В настоящее время в России утверждены и действуют нормативы в виде ПДК токсикантов в водах водных объектов, но отсутствуют и не разработаны (даже на приоритетные химические вещества) нормативы в донных отложениях водных экосистем. Вопрос о необходимости нормирования качества донных отложений как среды депонирования загрязняющих веществ давно и широко обсуждается, необходимость решения этой проблемы давно назрела.

Донные осадки – сложная многокомпонентная среда, и вследствие большого разнообразия и неоднородности состава интерпретация результатов их анализа затруднена. Предпринимались попытки различных подходов к нормированию и характеристике содержания токсикантов в донных отложениях [5–7], имеющих свои преимущества и недостатки. Существуют нормативы оценки качества донных отложений регионального статуса, применение которых ограничено конкретной территорией и водными объектами, где загрязнение произошло в недалеком прошлом (территория Ханты-Мансийского округа, Тюменской области, Обь-Иртышского бассейна, г. Санкт-Петербурга).

Нами был выбран подход, предусматривающий анализ данных многолетних наблюдений и установление обобщающей величины, называемой средней характерной концентрацией приоритетных токсикантов в конкретных типах грунта, залегающего в дельте р. Волги и Северном Каспии. Эту величину в последующем можно будет использовать для сравнения с абсолютной концентрацией каждого токсиканта в определенном районе и в определенный период времени для характеристики подверженности данного участка загрязнению.

Ранее подобные расчеты, в ходе которых использовались результаты за 25-летний период наблюдений, были произведены для бассейна Азовского моря [8]. В нашем случае для расчета характерных концентраций в дельте р. Волги и Северном Каспии были использованы данные, полученные за 9 лет наблюдений (2008–2016 гг.).

Материалы и методы исследований

Исследования проводились в водотоках дельты р. Волги на 17 стационарных станциях, в западной части Северного Каспия – на 37 станциях. Пробы донных отложений отбирались в ходе научных экспедиций ежегодно – с апреля по октябрь. Отбор проб осуществлялся в соответствии с ГОСТ 17.1.5.01-80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность (<http://docs.cntd.ru/document/1200012787>), с помощью дночерпателей бентосного и «Океан-50». Всего было проанализировано 597 проб речных грунтов и 517 образцов морских грунтов.

Перечень приоритетных для Волго-Каспийского бассейна токсикантов состоит из нефтепродуктов и 7 тяжелых металлов – цинка, меди, свинца, кадмия, никеля, марганца, железа, содержание которых измерялось согласно единым методикам выполнения химических анализов. Другими словами, методы определения и приборная база оставались неизменными, что чрезвычайно важно для достоверности полученных данных и выводов, сделанных на основе их анализа. Для определения нефтепродуктов использовали метод флуоресценции [9], тяжелые металлы определяли методом пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии [10].

Результаты исследований

Водотоки дельты р. Волги. Как известно, степень накопления токсикантов в значительной степени зависит от дисперсности грунтов: при переходе от крупных фракций к мелким возможно увеличение их содержания в несколько раз. В ряде исследований, посвященных изучению современных осадков Северного Каспия и дельты р. Волги, приведен обзор их гранулометрических особенностей, установлено, что спектр размеров частиц весьма широк [11–14].

На основе многолетних данных в водотоках дельты Волги нами было выделено семь основных типов грунтов – от крупно- до мелкодисперсных (табл. 1). Наиболее распространенными типами донных отложений являлись илистые, а также мелко- и среднезернистые пески, наименее распространенными – илы (с примесью песков, алевритов, ракушки и без примесей).

Таблица 1

Типы донных отложений в водотоках дельты Волги по данным 2008–2016 гг.

Тип донных отложений	Характеристика грунта	Частота встречаемости, %
1	Среднезернистый светлый песок	17
2	Мелкозернистый светло- и темно-серый песок	27
3	Илистый песок	32
4	Ил с примесью ракушки	2
5	Песчанистый ил	11
6	Алевритистый ил	4
7	Ил	7

При расчете средних характерных концентраций для каждого из выделенных типов грунтов были получены средние арифметические, минимальные и максимальные значения, стандартное отклонение σ , после чего из массива данных были исключены результаты, отклоняющиеся более чем на 2σ , и рассчитаны усредненные показатели.

Примечательно, что в пресноводных водотоках от среднезернистого песка до ила содержание всех токсикантов увеличивалось, самым незначительным (в 2,8 раза) увеличение было по

кадмию, самым существенным (в 9,8 раза) – по железу. Для цинка, меди, свинца, кадмия, железа по мере уменьшения размера частиц происходило постепенное увеличение значений (рис. 1, а). В динамике концентраций этих элементов выявлена тесная положительная связь ($r = 0,98-0,99$ при $p < 0,05$). Для других токсикантов (нефтепродуктов, никеля, марганца) важную роль играло присутствие в грунтах ракушечного материала – примесь ракуши в илистом песке снижала содержание нефтепродуктов, но повышала содержание никеля и марганца (рис. 1, б). Несмотря на это, показатели концентрации нефтепродуктов, никеля и марганца положительно коррелировали между собой ($r = 0,86-87$ при $p < 0,05$).

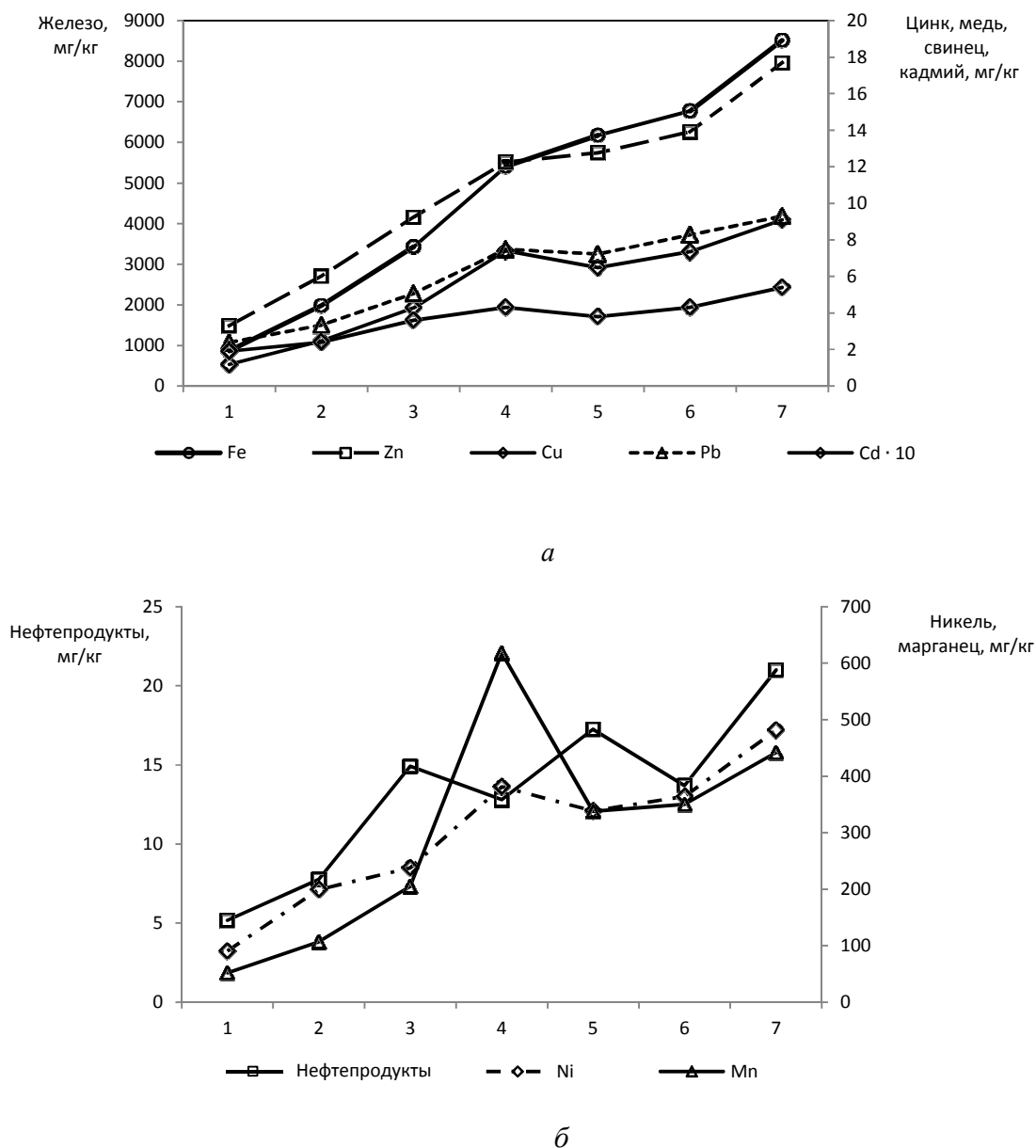


Рис. 1. Средние характерные концентрации токсикантов в донных отложениях пресноводных водоемов:
 а – Fe, Zn, Cu, Pb, Cd · 10 (для визуализации концентрация кадмия увеличена в 10 раз);
 б – нефтепродукты, Ni, Mn: 1 – среднезернистый песок; 2 – мелкозернистый песок; 3 – илистый песок;
 4 – ил с примесью ракуши; 5 – песчаный ил; 6 – алевритистый ил; 7 – ил

Учитывая небольшую разницу в значениях типов осадков, близких по гранулометрическому признаку (средне- и мелкозернистый песок, песчаный и алевритистый ил), средними характерными концентрациями предлагаем считать величины, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

Средние характерные концентрации токсикантов в донных отложениях различных гранулометрических типов в водотоках дельты Волги, мг/кг

Тип грунта	Нефтепродукты	Zn	Cu	Pb	Cd	Ni	Mn	Fe
Среднезернистый светлый песок Мелкозернистый песок	8,0	6,0	2,5	3,0	0,3	7,0	100,0	1800,0
Илистый песок	15,0	9,0	4,0	5,0	0,4	9,0	200,0	3000,0
Ил с примесью ракуши	12,0	12,0	7,0	7,0	0,4	13,0	600,0	5000,0
Песчанистый ил Алевритистый ил	17,0	13,0	7,0	8,0	0,4	13,0	350,0	6000,0
Ил	20,0	18,0	9,0	9,0	0,5	17,0	450,0	8000,0

Акватория Северного Каспия. В Северном Каспии донные осадки были представлены восемью основными типами, среди которых по частоте встречаемости доминировали ракуша (целая и битая), а также мелкозернистый и илистый песок с обломками ракушечного материала (табл. 3).

Таблица 3

Типы донных отложений Северного Каспия по данным 2008–2016 гг.

Тип донных отложений	Характеристика грунта	Частота встречаемости, %
1	Ракуша, обломки ракуши	26
2	Ракуша с примесью песка	7
3	Крупнозернистый песок с примесью ракуши	7
4	Мелкозернистый песок с обломками ракуши	21
5	Илистый песок с примесью ракуши	18
6	Мелкозернистый песок	8
7	Илистый песок	9
8	Песчанистый ил	4

В северокаспийских донных отложениях при переходе от крупнодисперсных фракций к мелкодисперсным повышались концентрации не всех токсикантов, а лишь нефтепродуктов, цинка, меди, марганца и железа, которые тесно коррелировали друг с другом ($r = 0,89–0,94$ при $p < 0,05$). Следует отметить общую особенность динамики показателей – появление в составе грунтов илистых фракций сразу влекло за собой их увеличение по сравнению с ракушечным и песчаным типами (рис. 2, а). Для остальных токсикантов (свинца, никеля, кадмия) увеличение накопления отмечалось в грунтах ракушечного типа (рис. 2, б), и между ними была выявлена положительная связь ($r = 0,50–0,98$ при $p < 0,05$). Специфической особенностью никеля было определяющее влияние на его содержание доли песчаных фракций – рост этой доли сопровождался уменьшением показателей.

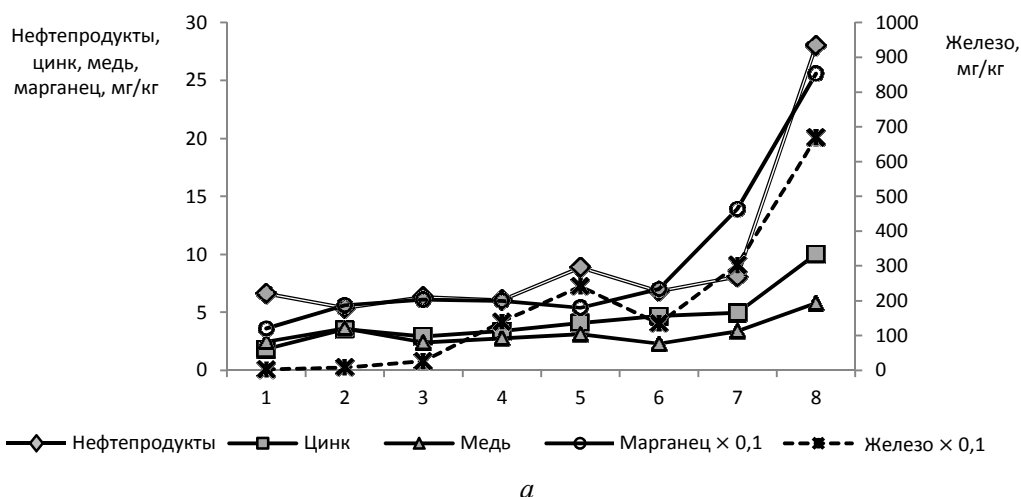
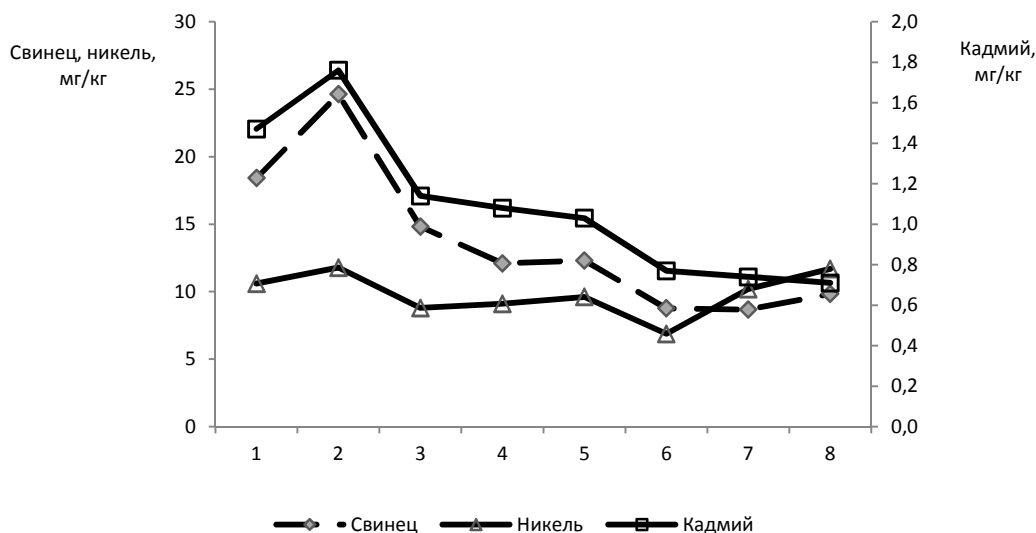


Рис. 2. Средние характерные концентрации токсикантов в донных отложениях Северного Каспия: а – нефтепродукты, Zn, Cu, Mn, Fe: 1 – ракуша; 2 – ракуша с песком; 3 – крупнозернистый песок с ракушей; 4 – мелкозернистый песок с ракушей; 5 – илистый песок с ракушей; б – мелкозернистый песок; 7 – илистый песок; 8 – песчанистый ил



б

Рис. 2. Продолжение: б – Pb, Ni, Cd: 1 – ракуша; 2 – ракуша с песком; 3 – крупнозернистый песок с ракушей; 4 – мелкозернистый песок с ракушей; 5 – илистый песок с ракушей; 6 – мелкозернистый песок; 7 – илистый песок; 8 – песчаный ил

При типизации отложений по средним характерным концентрациям были определены величины, указанные в табл. 4, при этом крупнозернистый песок и мелкозернистый песок с примесью ракуши были объединены в один тип.

Таблица 4

Средние характерные концентрации токсикантов в донных отложениях различных гранулометрических типов в Северном Каспии, мг/кг

Тип грунта	Нефтепродукты	Zn	Cu	Pb	Cd	Ni	Mn	Fe
Ракуша, обломки ракуши	6,0	2,0	2,5	18,0	1,5	10,0	40,0	25,0
Ракуша с примесью песка	6,0	3,0	3,0	24,0	2,0	12,0	60,0	80,0
Крупно- и мелкозернистый песок с обломками ракуши	6,0	3,0	2,5	13,0	1,0	9,0	60,0	800,0
Илистый песок с примесью ракуши	9,0	4,0	3,0	12,0	1,0	10,0	60,0	2500,0
Мелкозернистый песок	7,0	5,0	2,0	9,0	0,8	7,0	70,0	1300,0
Илистый песок	8,0	5,0	3,0	9,0	0,8	10,0	140,0	3000,0
Песчаный ил	25,0	10,0	6,0	9,0	0,8	12,0	250,0	6000,0

Теперь, имея средние характерные величины, для определения степени подверженности загрязнению конкретного района в конкретный период времени, необходимо сравнить с ними абсолютные величины. Превышение этой усредненной характерной концентрации будет свидетельствовать о загрязненности районов исследования независимо от гранулометрических особенностей донных отложений.

Так, в 2016 г., при анализе содержания токсикантов в донных отложениях дельты Волги в рукавах Бахтемир, Кизань, Волго-Каспийском канале, Белинском канале в период половодья, было обнаружено значительно большее количество нефтепродуктов, цинка, свинца, кадмия, чем в других водотоках. Сравнение со средними характерными величинами для данных типов грунтов (илистого и мелкозернистого песка) дало основание полагать, что усиление накопления токсикантов отмечено лишь в районе 4 Огневки Волго-Каспийского канала, где кратность превышения средних характерных значений достигала по нефтепродуктам 20 раз, цинку и кадмию – 3 раза, свинцу – 5 раз. В остальных районах концентрации незначительно отличались от величин, характерных для этих типов грунтов. На акватории Северного Каспия в июне 2016 г. содержание нефтепродуктов, цинка, свинца, меди, кадмия в донных осадках выше, чем в остальных районах моря, было в районе западного мелководья у банки Часовая и на юго-востоке

у п-ва Мангышлак. Кратность превышения средних характерных величин (2–3 раза) указывала на поступление в грунты у банки Часовая значительного количества нефтепродуктов и цинка, в грунты у п-ва Мангышлак – кадмия. По остальным параметрам усиления загрязнения в этих районах исследований отмечено не было.

Заключение

Таким образом, в отсутствие российских рыбохозяйственных нормативов содержания токсикантов в донных отложениях при оценке степени подверженности загрязнению экосистемы Волго-Каспийского бассейна можно использовать полученные нами обобщенные показатели, характерные для каждого из основных литологических типов.

Установлено, что в пресноводных водотоках уменьшение размера частиц грунта сопровождалось увеличением в той или иной мере концентраций всех изучаемых токсикантов. Для морских донных отложений, помимо дисперсности, немаловажным фактором в накоплении ряда токсикантов было присутствие в составе грунта ракушечного материала. Сравнительный анализ данных 2016 г. по содержанию загрязняющих веществ и средних характерных концентраций позволил оценить, какие именно районы подвержены загрязнению и какими конкретно токсикантами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сает Ю. М., Ревич Б. А., Янин Е. П. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990. 335 с.
2. Кленкин А. А., Корпакова И. Г., Конев Ю. В., Елецкий Б. Д. Фоновое содержание нефтепродуктов в компонентах экосистемы Азовского моря // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2006. № 9. С. 76–79.
3. Никаноров А. М., Страдомская А. Г. Нефтепродукты в донных отложениях пресноводных объектов // Водные ресурсы. 2003. Т. 30, № 1. С. 106–110.
4. Нормативы качества воды и водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. М.: ВНИРО, 2011. 257 с.
5. Кленкин А. А., Павленко Л. Ф., Корпакова И. Г., Студеникина Е. И. Современная характеристика донных отложений Азовского моря по степени загрязненности комплексом наиболее опасных токсикантов // Водные ресурсы. 2008. Т. 35, № 1. С. 88–92.
6. Степанова Н. Ю., Латыпова В. В., Румянцев В. А., Поздняков Ш. Р. Использование интегрального подхода для нормирования качества донных отложений природных вод // Водные ресурсы. 2015. Т. 42, № 5. С. 647–656.
7. Галиулин Р. В., Галиулина Р. А., Башкин В. Н. Решение проблемы нормирования углеводородов в донных отложениях водных экосистем // Территория Нефтегаз. 2011. № 2. С. 72–75.
8. Кленкин А. А., Павленко Л. Ф., Корпакова И. Г., Темердашев З. А. Обоснование обобщающего показателя качества экологического состояния донных отложений // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2007. Т. 73, № 8. С. 11–14.
9. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02»: ПНД Ф 16.1:2.21-98. М., 2012. 14 с.
10. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3.78-2013 Методика измерений массовой концентрации подвижных форм металлов: меди, цинка, свинца, кадмия, марганца, никеля, кобальта, хрома в пробах почв, грунтов, донных отложений, осадков сточных вод методом пламенной атомно-абсорбционной спектрометрии. М., 2013. 17 с.
11. Хрипунов И. А., Катунин Д. Н., Азаренко А. В. Многолетние изменения гранулометрического состава и пространственного распределения донных отложений Северного Каспия // Водные ресурсы. 2010. Т. 37, № 6. С. 709–706.
12. Свальнов В. Н., Алексеева Т. Н., Газенко А. О. Современные осадки Северного Каспия и дельты Волги // Океанология. 2011. Т. 51, № 1. С. 123–135.
13. Карыгина Н. В., Дегтярева Л. В. Органические соединения в донных отложениях дельты р. Волга // Водные ресурсы Волги: история, настоящее и будущее, проблемы управления: Материалы II Межрегион. науч.-практ. конф. (25–27 октября 2012 г., Астрахань). Астрахань, 2012. С. 157–160.
14. Degtjareva L., Zajcev V. The content of the organic in grounds of the Caspian sea // Soil Science in International Year of Soils 2015 (19–23 октября 2015 г., Сочи). М.: ООО «БукиВеди», 2015. Р. 84–86.

Статья поступила в редакцию 6.06.2017

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Карыгина Наталья Владимировна – Россия, 414000, Астрахань; Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства; старший научный сотрудник лаборатории водных проблем и токсикологии; kaspiy-info@mail.ru.

Попова Ольга Владимировна – Россия, 414000, Астрахань; Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства; старший научный сотрудник лаборатории водных проблем и токсикологии; kaspiy-info@mail.ru.



N. V. Karygina, O. V. Popova

**AVERAGE CHARACTERISTIC CONCENTRATIONS
OF TOXICANTS IN BOTTOM SEDIMENTS
OF THE VOLGA DELTA
AND NORTHERN PART OF THE CASPIAN SEA**

Abstract. The general test object in the assessment of pollution degree of water ecosystems are bottom sediments. There are different attempts to norming, having regional status in default of standards of the contents of preferred toxicants in the bottom sediments of water objects at the present time in Russia. In this work scientists used the approach permitting to characterize the pollution degree, using comparison between absolute values of toxicant concentrations, that are most prevailing in the Volga-Caspian basin, and these toxicant concentrations are calculated for each kind of the main type of sediments. For the calculation scientists used longstanding body of data on the content of oil products, zinc, copper, plumbum, cadmium, nickel, manganese and ferum in the water courses of the Volga Delta and western part of the Northern Caspian. Conducted typification of the grounds with separation of the main types of river and sea sediments was accompanied by averaging out values of toxicant concentrations. There was identified an increase of the content of all toxicants in 2.8-9.8 times when transferring from coarse particle fractions to finely divided fractions for freshwater grounds. In the same time, besides dispersion, the presence of shell material played an important role in the accumulation of oil products, nickel and manganese. In the Northern-Caspian bottom sediments lessening of particle size caused the raise of toxicant concentrations, especially in the presence of silty fractions. Moreover, the growing concentration of several pollutants – nickel, plumbum, and cadmium – was observed in shelly grounds or with impurity of sand. According to the results of comparative analysis of the data on the toxicant content with average specific values in the bottom sediments of watercourses of the Volga delta and the Caspian Sea in 2016, there were singled out the locations most affected by pollution.

Key words: bottom sediments, control, pollution, toxicants, concentration, dispersity.

REFERENCES

1. Saet Iu. M., Revich B. A., Ianin E. P. *Geokhimiia okruzhaiushchei sredy* [Geochemistry of the environment]. Moscow, Nedra Publ., 1990. 335 p.
2. Klenkin A. A., Korpakova I. G., Konev Iu. V., Eletsii B. D. Fonovoe sodержanie nefteproduktov v komponentakh ekosistemy Azovskogo moria [Baseline state of oil-products in components of ecosystem of the Azov Sea]. *Zashchita okruzhaiushchei sredy v neftegazovom komplekse*, 2006, no. 9, pp. 76-79.
3. Nikanorov A. M., Stradomskaia A. G. Nefteprodukty v donnykh otlozheniiakh presnovodnykh ob"ektov [Oil-products in bottom sediments of freshwater objects]. *Vodnye resursy*, 2003, vol. 30, no. 1, pp. 106-110.
4. *Normativy kachestva vody i vodnykh ob"ektov rybokhoziaistvennogo znacheniia, v tom chisle normativy pre-del'no dopustimykh kontsentratsii vrednykh veshchestv v vodakh vodnykh ob"ektov rybokhoziaistvennogo znacheniia* [Quantity standards of water and water objects of commercial fishing, including standards for maximum permissible concentrations of poisonous substances in water objects of commercial fishing] Moscow, VNIRO, 2011. 257 p.
5. Klenkin A. A., Pavlenko L. F., Korpakova I. G., Studenikina E. I. Sovremennaia kharakteristika donnykh otlozhenii Azovskogo moria po stepeni zagriaznennosti kompleksom naibolee opasnykh toksikantov [Modern characteristics of bottom sediments of the Azov sea to the extent of pollution by the complex of the most repugnant toxicants]. *Vodnye resursy*, 2008, vol. 35, no. 1, pp. 88-92.

6. Stepanova N. Iu., Latypova V. V., Rumiantsev V. A., Pozdniakov Sh. R. Ispol'zovanie integral'nogo podkhoda dlia normirovaniia kachestva donnykh otlozhenii prirodnykh vod [Use of the integrated approach for norming the quantity of bottom sediments of natural waters]. *Vodnye resursy*, 2015, vol. 42, no. 5, pp. 647-656.
7. Galiulin R. V., Galiulina R. A., Bashkin V. N. Reshenie problemy normirovaniia uglevodorodov v donnykh otlozheniiakh vodnykh ekosistem [Solution of the problem of norming hydrocarbons in bottom sediments of water ecosystems]. *Territoriiia Neftegaz*, 2011, no. 2, pp. 72-75.
8. Klenkin A. A., Pavlenko L. F., Korpakova I. G., Temerdashev Z. A. Obosnovanie obobshchaiushchego pokazatelya kachestva ekologicheskogo sostoianiia donnykh otlozhenii [Substantiation of a resumptive quantity indicator of the ecological state of bottom sediments]. *Zavodskaiia laboratoriiia. Diagnostika materialov*, 2007, vol. 73, no. 8, pp. 11-14.
9. *Metodika vypolneniia izmerenii massovoi kontsentratsii nefteproduktov v probakh pochv i gruntov fluo-rimetricheskim metodom na analizatore zhidkosti «Fliuorat-02»*: PND F 16.1:2.21-98 [Procedure of measuring mass concentration of oil-products in samples of grounds using fluorimetric method on the fluid analyzer "Fluorat-02": PND F 16.1:2.21-98]. Moscow, 2012. 14 p.
10. *Metodika izmerenii massovoi kontsentratsii podvizhnykh form metallov: medi, tsinka, svintsa, kadmiia, margantsa, nikelia, kobal'ta, khroma v probakh pochv, gruntov, donnykh otlozhenii, osadkov stochnykh vod metodom plamennoi atomno-absorbtsionnoi spektrometrii*: PND F 16.1:2.2:2.3.78-2013 [Procedure of measuring mass concentration of active forms of metals: cuprum, zinc, plumbum, cadmium, manganese, nickel, cobalt, chrome in samples of soils, grounds, bottom sediments, wastes water mud using the flame atomic absorption spectrometry. PND F 16.1:2.2:2.3.78-2013]. Moscow, 2013. 17 p.
11. Khripunov I. A., Katunin D. N., Azarenko A. V. Mnogoletnie izmeneniia granulometriceskogo sostava i prostranstvennogo raspredeleniia donnykh otlozhenii Severnogo Kaspiia [Annually changes of granulometric composition and directional distribution of bottom sediments of the Northern Caspian]. *Vodnye resursy*, 2010, vol. 37, no. 6, pp. 709-706.
12. Sval'nov V. N., Alekseeva T. N., Gazenko A. O. Sovremennye osadki Severnogo Kaspiia i del'ty Volgi [Recent sediments of the Northern Caspian and the Volga Delta]. *Okeanologiia*, 2011, vol. 51, no. 1, pp. 123-135.
13. Karygina N. V., Degtiareva L. V. Organicheskie soedineniia v donnykh otlozheniiakh del'ty r. Volga [Organic compounds in the bottom sediments of the Volga Delta]. *Vodnye resursy Volgi: istoriia, nastoiashchee i budushchee, problemy upravleniia: Materialy II Mezhhregional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii (25–27 oktiabria 2012 g., Astrakhan')*. Astrakhan, 2012. P. 157-160.
14. Degtiareva L., Zajcev V. The content of the organic in grounds of the Caspian Sea. *Soil Science in International Year of Soils 2015 (19–23 oktiabria 2015 g., Sochi)*. Moscow, 2015. P. 84-86.

The article submitted to the editors 6.06.2017

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Karygina Natalja Vladimirovna – Russia, 414000, Astrakhan; Caspian Scientific Research Institute of Fisheries; Senior Researcher of the Laboratory of Water Problems and Toxicology; kaspivy-info@mail.ru.

Popova Olga Vladimirovna – Russia, 414000, Astrakhan; Caspian Scientific Research Institute of Fisheries; Senior Researcher of the Laboratory of Water Problems and Toxicology; kaspivy-info@mail.ru.

