

Влияние донных отложений на качество воды малых рек

Поступила 21.02.2019 г. / Принята к публикации 25.03.2019 г.

© Искандарова Шахноза Тулкуновна¹, Усманов Ислам Аббасович²,
Хасанова Мамура Икромовна¹

¹ Ташкентский педиатрический медицинский институт, г. Ташкент, Республика Узбекистан

² Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация. Исследования посвящены изучению влияния донных отложений на качество воды реки Ахангаран. Установлено, что ниже сброса сточных вод Алмалыкского горно-металлургического комбината в прибрежных участках реки Ахангаран образуются донные отложения, в которых накапливаются значительные концентрации минеральных и органических веществ. В речной воде обнаруживаются токсичные металлы, концентрации которых превышают нормативные уровни, особенно в летний период года. Установлена прямая сильная корреляционная связь ($r > 0,5$) между содержанием микроэлементов в донных отложениях и концентрацией их в воде реки Ахангаран. Полученные результаты дают основание считать, что донные отложения являются вторичными источниками загрязнения малых рек. В связи с этим мониторинг за качеством воды малых рек в районах расположения предприятий цветной металлургии должен проводиться с учетом неблагоприятного воздействия донных отложений на состояние водных объектов. Содержание элементов в донных отложениях варьирует в широких пределах в среднем от 0,01 (поверхностные слои) до 32,1 мг/г (глубокие слои). Характерно, что железо и медь в донных отложениях присутствуют в более высоких, по сравнению с другими элементами, концентрациях.

Ключевые слова. Река Ахангаран, донные отложения, качество воды, сточные воды, водопользование населения.

The influence of the bottom sediments on water quality of small rivers

Received on February 21, 2019 / Accepted on March 25, 2019

© Iskandarova Shakhnoza Tulkunovna¹, Usmanov Islam Abbasovich²,
KHasanova Mamura Ikromovna¹

¹ Tashkent pediatric medical institute, Tashkent, Republic of Uzbekistan

² Scientific research Institute of irrigation and water problems, Tashkent, Republic of Uzbekistan

Abstract. The research is devoted to the study of the effect of bottom sediments on the water quality of the Akhangaran river. It has been established that below the wastewater discharge of the Almalyk Mining and Metallurgical Combine, bottom sediments are formed in the coastal areas of the Akhangaran River, in which significant concentrations of mineral and organic substances accumulated. The toxic metals, the concentrations of which exceed the normative levels, especially in the summer season were found in the water. A strong correlation ($r > 0.5$) has been established between the content of elements in bottom sediments and their concentration in the water of the Akhangaran river. The obtained data shows that bottom sediments are secondary sources of pollution of small rivers. Thus, the monitoring the water quality of small rivers in areas where non-ferrous metallurgy enterprises are located should be carried out taking into account the adverse effects of bottom sediments on the state of water bodies. The content of elements in bottom sediments varies widely on average from 0.01 (surface layers) to 32.1 mg/g (deep layers). It is characteristic that iron and copper in the bottom sediments are present in higher concentrations compared to other elements.

Keywords. Akhangaran river, bottom sediments, water quality, wastewater, water use of the population.

Введение. В последние годы все более пристальное внимание экологов привлекают вопросы, связанные с влиянием на качество воды водных объектов донных отложений, образующихся в процессе многолетнего сброса промыш-

ленных стоков [9]. Донные отложения могут накапливать значительные количества микроэлементов естественного и антропогенного происхождения, принимая активное участие в формировании качества воды водных объектов. Устано-

влена тенденция накопления меди, железа, цинка, кадмия, кобальта, ртути и других микроэлементов в донных осадках рек в зоне выбросов медно-никелевых и медеплавильных заводов [10].

Рядом авторов отмечено, что соединения металлов содержатся в больших концентрациях в донных отложениях прибрежных мест рек и озер [1, 3, 4]. В условиях изменения гидрологических режимов водоемов и температуры в различные периоды года выявлена неодинаковая степень загрязнения придонной воды тяжелыми металлами [2].

Исследованиями установлено, что за счет повышенного содержания биогенных элементов в донных отложениях происходит усиление ферментативной активности микроорганизмов, что ведет к увеличению на порядок подвижности восстановленных форм металлов с переменной валентностью, таких как железо, марганец, медь, молибден, кобальт, свинец и транслокацию их из донных отложений в воду [6].

Установлена тесная корреляционная связь между содержанием органических соединений, металлов в донных отложениях и в воде ирригационных каналов и рек [7, 8]. Авторами показано, что донные отложения содержат значительное количество загрязнений, которые принимают активное участие в процессах формирования качества воды водоемов и оказывают неблагоприятное воздействие на течение процессов самоочищения воды [5].

Цель исследований состояла в установлении роли донных отложений как вторичных источников загрязнения реки Ахангаран и влияния их на формирование качества речной воды.

Материалы и методы исследований. Исследования предусматривали отбор проб донных отложений и воды из р. Ахангаран на участке выше (фоновый) и ниже (контрольный створ) сброса сточных вод Алмалыкского горно-металлургического комбината (АГМК) в условиях экспедиционных выездов в периоды весеннего и летнего гидрологических сезонов года. Донные отложения отбирали на глубине 0...5, 10...15 и 20...30 см из прибрежных участков водного объекта. Состав донных отложений и анализы отобранных проб воды из реки Ахангаран по химическим показателям

проводили стандартными методами в соответствии с ГОСТ 950:2011 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора».

В работе использованы статистические методы оценки достоверности сравниваемых величин, корреляционный и регрессионный анализ динамики основных показателей качества речной воды. Проведен расчет корреляционной зависимости состава сбрасываемых промышленных сточных вод с показателями загрязнения воды р. Ахангаран.

Результаты исследований и их обсуждение. Донные отложения представляют собой илистые образования серовато-коричневого цвета сложного состава, содержащиеся в основном в прибрежных участках рек по ходу течения воды.

За многолетний период сброса сточных вод в водоисточники возникло явление динамического равновесия в системе «донные отложения – вода водоемов», произошла стабилизация процессов миграции элементов в воду. Однако это равновесие нарушается в результате изменения гидрологических режимов рек в условиях безвозвратного отбора воды на нужды орошения сельскохозяйственных культур, особенно из малых рек. Попадая в водоемы химические элементы, включаются в сложные процессы физико-химической и биологической миграции, которые значительно усложняют их топографию и распределение в воде и донных отложениях. Интенсивность этого воздействия зависит от гидрологических и гидрохимических условий рек, физико-химических свойств элементов, их подвижности, количества и путей миграции в водной среде.

Исследования авторов статьи показали, что процессы образования донных отложений во многом определяются количеством загрязнений в сточных водах, температурой воды и сезонностью. Усиление миграционной способности микроэлементов из донных отложений в воду в летний период, по нашему мнению, может быть сопряжено с повышением активности микроорганизмов, развитием условий анаэробного и усилением процессов восстановления, протекающих в системе «донные отложения – вода водоемов». Выявлено, что в донных осадках, в

створе ниже сброса стоков АГМК, микроэлементы аккумулируются в значительных количествах и распределяются неравномерно по его толще. Минеральный состав донных отложений характеризуется наличием различных форм

азота, наиболее распространенным видом, которого, являются нитраты. Медь, цинк и свинец содержатся, в большей степени, в верхних слоях. А железо и марганец - в глубоких слоях донных отложений (таблица 1).

Таблица 1

Валовое содержание микроэлементов и соединений азота в донных отложениях исследованных образцов из р. Ахангаран (mg/g).

Донные отложения, см	Железо		Медь		Марганец		Цинк		Свинец		Нитраты	
	сред.	макс.	сред.	макс.	сред.	макс.	сред.	макс.	сред.	макс.	сред.	макс.
0...5	23,0	30,0	7,5	10,0	4,5	6,0	0,12	0,20	0,09	0,20	20,2	37,5
10...15	30,2	32,6	6,2	9,0	5,0	5,6	0,10	0,20	0,03	0,04	18,5	32,5
20...30	32,1	39,0	5,5	8,2	5,3	6,2	0,08	0,20	0,01	0,02	14,5	16,1

Установлено приоритетное содержание железа и меди в донных осадках и в меньших количествах – цинка, марганца и свинца. В условиях весеннего гидрологического режима в воде контрольного створа р. Ахангаран концентрации мик-

роэлементов, за исключением свинца, превышают установленные на них предельно допустимые концентрации (ПДК). Вместе с тем, по содержанию нитратов качество воды соответствует экологическим требованиям (таблица 2).

Таблица 2

Влияние донных отложений АГМК на качество воды р. Ахангаран

Сезоны 2017 года	Створы	Расходы, м ³ /с	t °C	Показатели, mg/dm ³ (средние данные 3-х серий определений)					
				цинк*	свинец	медь	железо	марганец	нитраты
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Весенний паводок	Фоновый	41,2	12,5	0,0001	н/о	н/о	н/о	н/о	0,041
		41,6	12,8	0,0001	н/о	0,22	н/о	н/о	0,041
		42,3	13,7	0,001	н/о	0,27	н/о	н/о	0,042
Весенний паводок	Контрольный	43,4	12,1	1,008	0,0013	1,31	0,05	0,14	0,44
		43,2	12,2	1,200	0,0011	1,33	0,06	0,13	0,42
		44,1	13,4	1,100	0,0014	1,25	0,06	0,14	0,63
Летняя межень	Фоновый	3,50	22,5	0,0054	н/о	н/о	н/о	н/о	0,037
		5,10	23,3	0,0070	н/о	н/о	н/о	н/о	0,046
		5,10	20,1	0,0036	н/о	н/о	н/о	н/о	0,053
Летняя межень	Контрольный	3,40	21,9	4,018	0,015	5,44	1,79	0,29	0,81
		3,20	22,5	4,025	0,014	5,52	1,78	0,34	0,84
		4,10	22,9	4,600	0,013	5,47	1,70	0,33	0,85

*ПДК: для цинка 1,0 mg/dm³, свинца 0,01 mg/dm³, меди 1,0 mg/dm³, железа 0,3 mg/dm³, марганца 0,1 mg/dm³

В условиях летней межени в контрольном створе р. Ахангаран концентрации микроэлементов в речной воде значительно возрастают, отрицательно влияющих

на самоочищение водоема и его экологическое состояние. Так, концентрации железа в 5,6...5,9; меди в 5,4...5,5; марганца в 2,9...3,4; цинка в 4,0...4,6 и свинца в

1,3...1,5 раз превышают ПДК в воде поверхностных водоемов.

Следовательно, аккумулярованные в донных осадках соли металлов являются дополнительным источником вторичного загрязнения малых рек, роль которых возрастает в условиях летнего гидрологического сезона года.

Установленные различия уровней микроэлементного загрязнения донных отложений и водоема свидетельствуют о сложности внутренних связей между ними. Для выявления этих связей и значения приоритетных показателей в формировании качества воды водных объектов нами проведен корреляционно-регрессионный анализ полученных результатов. Результаты расчетов показали, что между содержанием элементов в донных отложениях и концентрацией их в воде р. Ахангаран существует прямая ($r > 0,5$) корреляционная связь (таблица 3).

Железо, медь, цинк, марганец и свинец, содержащиеся в донных отложениях, имеют сильную корреляционную связь с их концентрациями в воде реки Ахангаран. Выявленные количественные связи соответствуют линейным уравнениям регрессии вида:

$$Y = A + BX,$$

где Y – зависимая переменная (концентрации загрязнений в донных отложениях); A – свободный член уравнения; B – коэффициент регрессии; X – независимая переменная (концентрации загрязнений в речной воде).

Таблица 3

Корреляционная и регрессионная связь содержания микроэлементов в донных отложениях с их концентрациями в воде р. Ахангаран

Показатели, mg/dm^3	Коэффициент корреляции (r)	Уравнение регрессии $Y = A + BX$
Цинк	0,89	$5,723+0,7369X$
Свинец	0,73	$0,025+0,1627X$
Медь	0,95	$0,025+0,3548X$
Железо	0,99	$3,126+0,2295X$
Марганец	0,82	$0,248+0,1070X$
Нитраты	-0,09	–

Таким образом, выполненные исследования показали, что в донных отложениях содержатся специфические химические компоненты загрязнения, характерные составу и качеству сточных

вод объектов цветной металлургии, сбрасывающих стоки в водные объекты. Результаты исследований свидетельствуют о том, что донные отложения в значительной степени влияют на формирование качества воды водотоков в связи с миграцией в воду токсичных элементов, подтверждая тем самым данные источников литературы. В придонной воде микроэлементы содержатся в количествах, превышающих установленные на них ПДК, их концентрации возрастают в летний гидрологический период времени года.

Полученные результаты могут быть использованы территориальными органами государственного комитета экологии и санитарно-эпидемиологической службой для совершенствования мониторинга за экологическим состоянием малых рек с учетом возможного вторичного их загрязнения из донных отложений.

Выводы

Содержание элементов в донных отложениях варьирует в широких пределах в среднем от 0,01 (поверхностные слои) до 32,1 мг/г (глубокие слои). Характерно, что железо и медь в донных отложениях присутствуют в более высоких, по сравнению с другими элементами, концентрациях.

Валовое содержание токсичных металлов в донных отложениях значительно превышает концентрации их в воде водного объекта.

Установлено, что донные отложения являются дополнительными источниками загрязнения реки Ахангаран, т.к. концентрации токсичных металлов в речной воде превышают нормативные их значения, особенно в летний сезон года.

Между содержанием элементов в донных отложениях и концентрацией их в воде реки Ахангаран установлена прямая сильная корреляционная связь ($r > 0,5$).

Библиографический список

1. Акатова Е.В., Арлянов В.А. Оценка экологического состояния донных отложений водоемов Тульской области // Известия Тульского государственного университета Естественные науки. 2015. Вып. 4. С. 220-231.
2. Дубинский В.М., Лебедев М.А. Вопросы охраны водных ресурсов в долине

реки Ахангаран // Вторая Республиканская конференция по актуальным проблемам охраны окружающей среды: тезисы докладов. Ташкент. 2015. С. 103-105.

3. Крамер Д.А., Тихонова И.О. Антропогенное загрязнение донных отложений малых рек // Башкирский химический журнал. 2012. Том 19. № 4. С. 34-37.

4. Матсапаева И.В., Матсапаева И.В., Осинская Н.С., Данилова Е.А. Содержание тяжелых металлов в донных отложениях озера Дауткуль как показатель антропогенного воздействия в южном Приаралье // Водные ресурсы. 2010. Том 37. № 4. С. 505-509.

5. Петросян И.М., Пирумян В.И. Влияние содержания сульфат и нитрат ионов на миграцию железа в системе вода-донные отложения реки Раздан // Вода: химия и экология. 2016. № 3. С. 82-88.

6. Радовская Т.Л. Изучение химического состава донных отложений и подвижных форм их микроэлементов // Гигиена и санитария. 2002. № 4. С.76-78.

7. Решетняк Г.И., Закруткин И.С. Донные отложения как источник вторичного загрязнения речных вод металлами // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2016. № 4. С. 104-111.

8. Искандарова Ш.Т., Ходжаева Г.А. К вопросу охраны водных объектов бассейна реки Сырдарьи // Экологический вестник Узбекистана. 2017. № 2. С.15-18.

9. Усманов И.А., Ходжаева Г.А., Мусаева А.К. Экологическая оценка состояния водоемов в районе расположения АГМК // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: сб. межд. научн. конф. Россия. 2018. С. 44-49.

10. Шортанбаева, М.А. Роль донных отложений в формировании качества воды // Научно-практическая конференция по санитарной охране водоемов. Пермь. 2005. С. 61-62.

donnyh otlozhenij vodoemov Tul'skoj oblasti // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta Estestvennye nauki. 2015. Vyp. 4. S. 220-231.

2. Dubinskij V.M., Lebedev M.A. Voprosy ohrany vodnyh resursov v doline reki Ahangaran // Vtoraya Respublikanskaya konferenciya po aktual'nyh problemam ohrany okruzhayushchej sredy: tezisy dokladov. Tashkent. 2015. S. 103-105.

3. Kramer D.A., Tihonova I.O. Antropogennoe zagryaznenie donnyh otlozhenij malyh rek // Bashkirkij himicheskij zhurnal. 2012. Tom 19. № 4. S. 34-37.

4. Matsapaeva I.V., Matsapaeva I.V., Osinskaya N.S., Danilova E.A. Soderzhanie tyazhelyh metallov v donnyh otlozheniyah ozera Dautkul' kak pokazatel' antropogennogo vozdejstviya v yuzhnom Priaral'e // Vodnye resursy. 2010. Tom 37. № 4. S. 505-509.

5. Petrosyan I.M., Pirumyan V.I. Vliyanie soderzhaniya sul'fat i nitrat ionov na migraciyu zheleza v sisteme voda-donnye otlozheniya reki Razdan // Voda: himiya i ekologiya. 2016. № 3. S. 82-88.

6. Radovskaya T.L. Izuchenie himicheskogo sostava donnyh otlozhenij i podvizhnyh form ih mikroelementov // Gigena i sanitariya. 2002. № 4. S.76-78.

7. Reshetnyak G.I., Zakrutkin I.S. Donnye otlozheniya kak istochnik vtorichnogo zagryazneniya rechnyh vod metallami // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Estestvennye nauki. 2016. № 4. S. 104-111.

8. Iskandarova SH.T., Hodzhaeva G.A. K voprosu ohrany vodnyh ob'ektov bassejna reki Syrdar'i // Ekologicheskij vestnik Uzbekistana. 2017. № 2. S.15-18.

9. Usmanov I.A., Hodzhaeva G.A., Musaeva A.K. Ekologicheskaya ocenka sostoyaniya vodoemov v rajone raspolozheniya AGMK // Sovremennoe ekologicheskoe sostoyanie prirodnoj sredy i nauchno-prakticheskie aspekty racional'nogo prirodopol'zovaniya: sb. mezhd. nauchn. konf. Rossiya. 2018. S. 44-49.

10. SHortanbaeva, M.A. Rol' donnyh otlozhenij v formirovanii kachestva vody // Nauchno-prakticheskaya konferenciya po sanitarnoj ohrane vodoemov. Perm'. 2005. S. 61-62.

References in roman script

1. Akatova E.V., Arlyanov V.A. Ocenka ekologicheskogo sostoyaniya

Дополнительная информация

Сведения об авторах:

Искандарова Шахноза Тулкуновна, доктор медицинских наук, профессор кафедры общественного здоровья, организации и управления здравоохранением; Ташкентский педиатрический медицинский институт; Республика Узбекистан, 100187, г.Ташкент, ул. Багишамол 223; тел. +998-71-260-31-26100140.

Усманов Ислам Аббасович, доктор медицинских наук, старший научный сотрудник; заведующий лабораторией гидроэкологии и охраны водных ресурсов; Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем; Республика Узбекистан, 100000, г.Ташкент, Ул. Асака, д.3; тел. +998-98-361-93-20; e-mail: islamabbasovich@gmail.com.

Хасанова Мамура Икрамовна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры общественного здоровья, организации и управления здравоохранением; Ташкентский педиатрический медицинский институт; Республика Узбекистан, 100187, г.Ташкент, ул. Багишамол 223; тел. +998-71-260-31-26100140.



В этой статье под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 International License, которая разрешает копирование, распространение, воспроизведение, исполнение и переработку материалов статей на любом носителе или формате при условии указания автора(ов) произведения, защищенного лицензией Creative Commons, и указанием, если в оригинальный материал были внесены изменения. Изображения или другие материалы третьих лиц в этой статье включены в лицензию Creative Commons, если иные условия не распространяются на указанный материал. Если материал не включен в лицензию Creative Commons, и Ваше предполагаемое использование не разрешено законодательством Вашей страны или превышает разрешенное использование, Вам необходимо получить разрешение непосредственно от владельца(ев) авторских прав.

Для цитирования: Искандарова Ш.Т., Усманов И.А., Хасанова М.И. Влияние донных отложений на качество воды малых рек // Экология и строительство. 2019. № 1. С. 19–24. doi: [10.35688/2413-8452-2019-01-003](https://doi.org/10.35688/2413-8452-2019-01-003).

Additional Information

Information about the authors:

Iskandarova Shakhnoza Tulkunovna, doctor of medical sciences, professor of the department of organization and management of healthcare; Tashkent pediatric medical institute; the Republic of Uzbekistan, 100187, Tashkent, Bagishamol st., 223; phone: +998-71-260-31-26100140.

Usmanov Islam Abbasovich, doctor of medical sciences, senior researcher; head of the laboratory of Hydroecology and protection of water resources; Scientific research Institute of irrigation and water problems; the Republic of Uzbekistan, 100000, Tashkent, Asaka st., 3; phone: +998-98-361-93-20; e-mail: islamabbasovich@gmail.com.

KHasanova Mamura Ikramovna, candidate of medical sciences, docent of the department of organization and management of healthcare; Tashkent pediatric medical institute; the Republic of Uzbekistan, 100187, Tashkent, Bagishamol st., 223; phone: +998-71-260-31-26100140.



This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons license and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder.

For citations: Iskandarova Sh.T., Usmanov I.A., KHasanova M.I. The influence of the bottom sediments on water quality of small rivers // Ekologiya i stroitelstvo. 2019. № 1. P. 19–24. doi: [10.35688/2413-8452-2019-01-003](https://doi.org/10.35688/2413-8452-2019-01-003).