УДК 502. 51

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МАЛЫХ РЕК ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2013 С.М. Чеснокова, О.В. Савельев, А.С. Злывко, А.Ю. Шаров, К.В. Сережина

Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых

Поступила в редакцию 25.09.2013

Исследован уровень загрязнения донных отложений малых водотоков Владимирской области тяжелыми металлами, фосфат-ионами, органическим веществом. Рассчитан суммарный показатель загрязнения донных отложений тяжелыми металлами, выделены наиболее опасные для здоровья населения тяжелые металлы, и изучено влияние анионных синтетических поверхностно-активных веществ на миграцию фосфат-ионов в системе «вода – донные отложения».

Ключевые слова: *малые водотоки, донные отложения, тяжелые металлы, органическое вещество, фосфат-ионы*

Малые реки антропогенных ландшафтов испытывают наибольшие техногенные нагрузки, имеют высокий уровень загрязнения, как правило, эвтрофированы и имеют низкую самоочищающую способность [1]. По территории Владимирской области протекает пятьдесят 9 малых рек (длина от 20 до 100 км) и 137 самых малых (длина от 10 до 20 км). По результатам наблюдений за химическим загрязнением вод, они характеризуются как «загрязненные» и «грязные». Приоритетные загрязнители вод – тяжелые металлы (ТМ), органические вещества и соединения биогенных элементов [2]. В практике регионального экологического мониторинга в настоящее время не проводится оценка уровня загрязнения донных отложений, однако донные отложения играют роль аккумуляторов загрязняющих веществ и являются интегральным индикатором антропогенной нагрузки на окружающую среду и население регионов в течение длительного периода [3], поэтому они могут служить интегральным показателем состояния здоровья населения, проживающего на их водосборных территориях. В то же время, донные отложения в определенных условиях при изменении кислотно-щелочного и окислительно-восстановитель-ного режимов рек могут служить источниками вторичного загрязнения вод ТМ и фосфат-ионами [4-5].

Объекты исследования: малые реки Владимирской области, характеризующиеся различным характером и уровнем загрязнения, испытывающие влияние как от стационарных (точечных), так и от рассеянных источников: реки Илевна, Каменка, Рпень и Содышка (табл. 1). Последние три водотока относятся к бассейну р. Клязьма, Илевна – бассейну р. Ока.

Чеснокова Светлана Михайловна, кандидат химических наук, профессор кафедры биологии и экологии. E-mail:chesnokova_sm@mail.ru
Савельев Олег Владимирович, кандидат биологических наук, ассистент кафедры биологии и экологии. E-mail:olegator86@bk.ru
Злывко Алексей Сергеевич, ассистент кафедры биологии и экологии. E-mail: alex_zlyvko@mail.ru
Шаров Алексей Юрьевич, аспирант
Сережина Ксения Валерьевна, магистрант

Характер источников загрязнения позволяет сделать предположение о высоком уровне загрязнения донных отложений тяжелыми металлами, фосфат-ионами и органическим веществом. Исходя из этого, представляло интерес изучение уровня загрязнения донных отложений указанных рек Владимирской области с различной антропогенной нагрузкой фосфат-ионами, органическим веществом и ТМ, а также влияния анионных синтетических поверхностно-актив-ных веществ на подвижность фосфат-ионов – приоритетных загрязнителей малых эвтрофных водотоков урбанизированных территорий в системе «вода – донные отложения».

Отбор проб донных отложений проводили в 10 см слое 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». Валовое содержание ТМ в пробах определяли методом рентгенофлуоресцентного анализа с использованием рентгенофлуоресцентного кристалл-дифракционного спектрометра серии «СПЕКТРОСКАН МАКС» [6]. Содержание фосфат-ионов в донных отложениях определяли фотометрически по окраске восстановленной фосфорномолибденовой кислоты после их экстрагирования азотной кислотой на фотометре КФК-3 (ПНД Ф 14.1:4.248-07), органический углерод донных отложений определяли по методу Тюрина (ГОСТ 26213-91). Все анализы проводились в аккредитованной лаборатории физико-химических методов анализа кафедры экологии ВлГУ. В табл. 2 представлены результаты определения органического вещества и фосфат-ионов в донных отложениях исследованных водотоков.

По уровню загрязнения донных отложений органическими веществами исследованные водотоки можно расположить в ряд: Содышка > Каменка > Рпень > Илевна. Содержание органического вещества в р. Содышка изменяется в пределах 2,4-5,8%, в Каменке – 2,0-3,2%, в Рпени – 0,3-1,7%, в Илевне – 0,05-1,6%.По уровню загрязнения донных отложений фосфат-ионами водотоки располагаются в ряд: Содышка (4280-19613 мг/кг) > Рпень (400-2825 мг/кг) > Каменка (350-2250 мг/кг) >

Илевна (130-2009 мг/кг). Как правило, наиболее высокий уровень загрязнения указанными веществами имеют донные отложения устьевых участков. В табл. 3 представлены результаты определения ТМ в донных отложениях.

Таблица 1. Характеристика исследуемых водотоков и источников их загрязнения

Водоток	Длина водотока, км	Площадь водосбора, км^3	Источники загрязнения
Илевна	40	861	стоки с с/х угодий Муромского района и Муромского радиозавода
Каменка	41	313	стоки с с/х угодий и животноводческих ферм Суздальского района, г. Суздаля и его очистных сооружений
Рпень	44	270	стоки с с/х угодий Суздальского района, с промзоны г. Владимира и его территории
Содышка	22	82,7	стоки с коллективных садов, автодороги, птицефабрик, промзоны г. Владимира, стоки Владимирского моторо-тракторного завода

Таблица 2. Уровень загрязнения донных отложений фосфат-ионами и органическим веществом

Пункт отбора проб	PO_4^{2-} мг/кг	Органический углерод, %
река Рпень		
1. Исток	3925	1,70
2. До устья р. Содышка	1725	0,35
3. После устья р. Содышка	400	1,20
4. У трассы	1300	0,40
5. До руч. Безымянный	2825	0,38
6. После устья руч. Безымянный	675	0,54
7. После ГУП «Тепличный»	3505	1,23
8. У ТЭЦ	1975	0,34
9.Устье	2200	0,58
река Илевна		
1. Ниже пос. Булатниково	1200	1,25
2. Исток, выше с. Зимёнки	130	0,05
3. д. Котышево	485	1,63
4. Выше устья р. Картынь	1485	0,99
5.Ниже устья р. Картынь	278,5	0,16
6. д. Коржавино	1050	0,67
7. Ниже устья р. Коварда	855	0,67
8. зона влияния г. Мурома	1512,5	0,41
9. зона влияния г. Мурома	1487,5	0,50
10. зона влияния г. Мурома	1682,5	0,50
11. Устьевой участок	2008,5	1,00
река Содышка		
1. Исток	5822	4,32
2. До ПФ	18081	3,44
3. После ПФ	19613	5,50
4. Спасское	2823	3,31
5. РТС	4900	5,80
6. Вдхр	2145	2,37
7. Сады	11952	5,21
8. Устье	4290	5,11
река Каменка		
1. Исток	500	2,16
2. с. Губачево	1875	2,06
3. Близ с. Вышеславское	825	1,96
4. До впадения р. Бакалейка	1900	2,54
5. До впадения р. Тумка	850	3,12
6. После впадения р. Тумка	1375	2,29
7. с. Янево	375	2,28
8. Верхняя плотина	350	2,36
9. Спасо-Евфимиев монастырь	550	2,53
10. Нижняя плотина	500	2,34
11. До очистных сооружений	650	2,46
12. Устье	2250	3,21

Таблица 3. Превышение концентраций ТМ над фоновыми в донных отложениях малых рек

Пункт отбора проб	Кратность превышения над фоном							Z_c
	Pb	Cu	Cr	Co	Zn	Fe	Mn	
река Рпень								
1. Исток	2,63	3,93	3,62	4,02	6,70	2,52	3,50	21,92
2. До устья р. Содышка	4,31	1,13	0,83	0,74	0,51	0,61	0,70	3,37
3. После устья р. Содышка	2,87	1,80	1,21	1,30	0,82	1,44	1,82	4,47
4. У трассы	1,10	2,51	1,69	2,62	1,33	1,53	0,88	6,44
5. До руч. Безымянный	2,29	2,62	1,62	4,80	2,13	2,91	4,82	15,88
6. После устья руч. Безымянный	4,51	0,71	1,04	-	0,62	0,50	0,30	3,53
7. После ГУП «Тепличный»	1,32	2,54	1,42	2,91	1,48	2,14	4,22	10,46
8. У ТЭЦ	4,71	2,12	2,73	-	3,52	1,33	1,13	9,93
9.Устье	4,43	1,61	1,81	-	2,81	1,02	1,03	6,66
река Илевна								
1. Ниже пос. Булатниково	1,75	1,75	1,32	1,64	1,09	1,03	1,25	3,6
2. Исток, выше с. Зимёнки	4,12	0,93	0,65	0,79	0,20	0,08	0,13	4,12
3. д. Котышево	2,02	1,74	1,33	1,43	0,72	0,69	0,8	2,76
4. Выше устья р. Картынь	3,39	1,44	1,11	0,18	0,47	0,69	0,64	3,39
5.Ниже устья р. Картынь	4,09	1,28	0,63	0,61	0,27	0,23	0,46	4,09
6. д. Коржавино	3,41	1,20	0,88	0,21	0,48	0,48	0,50	3,41
7. Ниже устья р. Коварда	3,41	1,71	1,05	0,66	0,54	0,57	0,63	4,12
8. зона влияния г. Мурома	3,85	1,64	1,71	0,55	0,54	0,65	1,12	5,20
9. зона влияния г. Мурома	3,61	1,63	1,17	0,34	0,71	0,55	0,7	4,24
10. зона влияния г. Мурома	8,94	2,49	1,63	0,81	1,45	0,52	0,63	12,2
11. Устьевой участок	4,78	2,63	2,29	1,27	1,62	1,07	0,82	8,32
река Содышка								
1. Исток	1,89	1,21	1,40	2,08	1,52	0,22	2,88	48
2. До ПФ	3,72	1,62	1,57	5,50	2,48	0,38	1,92	41
3. После ПФ	2,86	1,74	1,68	4,10	2,03	0,39	6,48	37
4. Спасское	1,36	1,30	0,96	2,00	1,48	0,20	-	33
5. РТС	2,07	2,07	1,74	2,75	2,09	0,27	-	69
6. Вдхр	3,81	0,64	1,08	1,94	0,56	0,19	4,47	14
7. Сады	5,34	3,30	5,42	13,93	16,51	0,64	6,65	133
8. Устье	4,19	1,18	1,55	4,80	1,95	0,28	2,27	42
река Каменка								
1. Исток	1,89	1,22	1,40	2,07	1,52	1,52	2,88	39,61
2. с. Губачево	1,93	2,42	1,77	4,20	1,21	2,29	5,70	45,84
3. Близ с. Вышеславское	2,61	1,92	1,47	3,62	1,16	1,71	3,22	48,89
4. До впадения р. Бакалейка	2,50	2,38	1,80	8,12	1,38	2,81	5,52	58,63
5. До впадения р. Тумка	3,76	0,43	1,23	4,30	0,79	1,52	3,45	36,51
6. После впадения р. Тумка	3,10	1,91	1,56	6,02	1,34	2,34	8,81	56,61
7. с. Янево	2,45	2,15	1,55	5,41	1,23	2,03	4,45	51,10
8. Верхняя плотина	3,44	1,67	1,57	5,96	1,77	1,64	2,95	60,62
9. Спасо-Евфимиев монастырь	3,31	1,98	1,68	2,12	1,30	1,21	2,05	40,74
10. Нижняя плотина	4,14	1,01	1,33	1,56	0,82	0,99	2,69	29,51
11. До очистных сооружений	3,99	0,88	1,18	2,73	0,86	1,20	2,71	32,07
12. Устье	1,53	1,97	1,46	2,87	1,19	1,79	3,20	42,22
Фон, мг/кг	**14**	**28**	**60**	**8**	**58**	**21634**	**600**	

Нами рассчитывались уровни превышения содержания фоновых концентраций элементов, так как в настоящее время гигиенические нормативы (ПДК и ОДК) для донных отложений отсутствуют. Фоновые концентрации ТМ брали из отчета Александровской экспедиции по мониторингу загрязнения почв и донных отложений Владимирской области [7]. Уровень загрязнения донных отложений оценивали также по величине суммарного показателя загрязнения Zc [8]. Из табл. 3 следует, что по величине суммарного показателя загрязнения ТМ донных отложений водотоки располагаются в ряд: Содышка (14-133) > Каменка (21,5-60,6) > Рпень (4,5-21,9) > Илевна (2,8-12,2). Таким образом, экосистема р. Содышка характеризуется наиболее высоким уровнем загрязнения донных отложений фосфат-ионами, органическим веществом и ТМ, что свидетельствует о наиболее высокой техногенной нагрузке на водоток в последние десятилетия.

Присутствие в водоемах поверхностно-активных веществ изменяет химический состав природных вод и ход протекающих в них химических и биохимических процессов. Учитывая значительный уровень загрязнения донных исследованных рек фосфат-ионами и высокий трофический статус их экосистем, представляло интерес исследование влияния анионных синтетических поверхностно-активных веществ (АСПАВ) – приоритетных компонентов стоков с урбанизированных территорий на подвижность фосфат-ионов в системе «вода – донные отложения» в модельных

экспериментах с донными отложениями и речной водой. В качестве АСПАВ использовали водные растворы додецилсульфата натрия (ДДС) известной концентрации. На рис. 1 показана зависимость содержания фосфат-ионов в водной фазе модельной системы от концентрации ДДС.

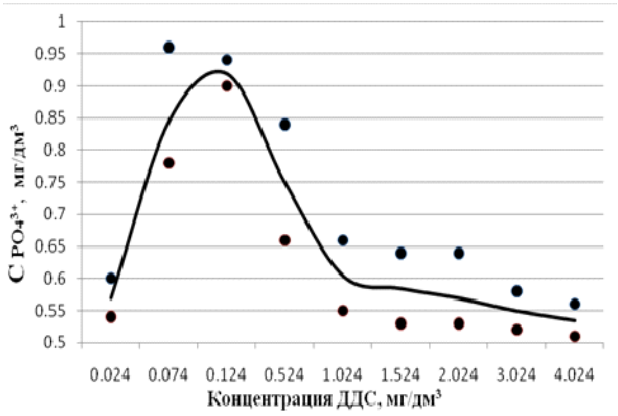

Рис. 1. Влияние ДДС на миграцию фосфат-ионов из донных отложений

Из рис. 1 видно, что вначале по мере увеличения концентрации ДДС происходит резкий рост содержания фосфат-ионов в водной фазе, далее происходит резкое и затем плавное снижение концентрации фосфатов до первоначального уровня и ниже. Таким образом, при низких концентрациях (до 0,1 мг/дм^3) ДДС происходит миграция фосфатов из донных отложений в водную фазу, при дальнейшем росте концентрации ДДС (от 0,1 до 1 мг/дм^3) в системе начинают преобладать процессы седиментации, при концентрациях 1-4 мг/дм^3 происходит стабилизация системы (устанавливается подвижное равновесие). Следовательно, при обычных уровнях загрязнения экосистем водотоков АСПАВ происходит вынос фосфат-ионов из донных отложений и усиление процессов эвтрофикации экосистемы.

Установлено, что приоритетным компонентом донных отложений является свинец – один из самых опасных ТМ для здоровья детского и взрослого населения [9]. Это свидетельствует о высоком содержании его и в объектах окружающей среды и значительном вкладе в уровень заболеваемости населения исследованной территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Трифонова, Т.А.* Оценка самоочищающей способности малых рек Владимирской области / – Владимир. ВООО ВОИ ПУ «Рост», 2011. 61 с. *Т.А. Трифонова, С.М. Чеснокова.*
2. *Астахов, П.А.* Состояние бассейнов малых рек Владимирской области. Экология речных бассейнов: Труды 5-ой Международной научно-практической конференции / Под общ. ред. проф. *Т.А. Трифоновой*. – Владимир, Владим. гос. ун-т, 2009. С. 13-19.
3. Техногенное загрязнение речных экосистем / Под ред. *В.Е. Райнина* и *Г.Н. Виноградовой*. – М.: Научный мир, 2002. 140 с.
4. *Мартынова, М.В.* Аккумуляция биогенных веществ в донных отложениях и внутренняя биогенная нагрузка. // Антропогенное перераспределение вещества в биосфере (ред. *И.С. Коплан-Дикс, Е.А. Стравинская*). – Л.: Наука, 1993. С. 85-104.
5. *Мартынова, М.В.* Об экстремально высоком содержании фосфора в донных отложениях оз. Глубокого // Экологическая химия. 2000. Т. 9, вып. 1. С. 30-37.
6. Методика выполнения измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа (Свидетельство Госстандарта РФ №2420/53-2004).
7. Отчет о результатах эколого-геохимических исследований антропогенного загрязнения почв (м-б 1:50000 – 1:25000) и донных осадков (м-б 1:200000), выполненных партией №1/90 во Владимирской области за 1990-91 г. (в 2^x томах). Отв. исполнитель *А.Н. Прилепский*. – Владимир. Июнь 1991 г.
8. Сает, Ю.Е. Геохимия окружающей среды / *Ю.Е. Сает, Б.А. Ревич, Е.П. Янин* и др. – М.: Недра, 1990. 336 с.
9. *Ершов, Ю.А.* Механизмы токсического действия неорганических соединений / *Ю.А. Ершов, Т.В. Плетнева.* – М.: Медицина, 1989. 272 с.

ASSESSMENT OF POLLUTION LEVEL OF BOTTOM DEPOSITS IN SMALL RIVERS OF VLADIMIR OBLAST

© 2013 S.M. Chesnokova, O.V. Savelyev, A.S. Zlyvko, A.Yu. Sharov, K.V. Serezhina
Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov

Level of bottom deposits pollution in small water currents of Vladimir oblast by heavy metals, phosphate ions, organic matter is investigated. The complex index of bottom deposits pollution by heavy metals is calculated, the most hazardous heavy metals for health of the population are allocated, and influence of anionic synthetic surface-active substances on migration of phosphate ions in system "water – bottom deposits" is studied.

Key words: *small waterways, bottom deposits, heavy metals, organic matter, phosphate ions*

Svetlana Chesnokova, Candidate of Chemistry, Professor at the Biology and Ecology Department. E-mail: chesnokova_sm@mail.ru; Oleg Savelyev, Candidate of Biology, Assistant at the Biology and Ecology Department. E-mail:olegator86@bk.ru; Aleksey Zlyvko, Assistant at the Biology and Ecology Department. E-mail: alex_zlyvko@mail.ru; Aleksey Sharov, Post-graduate Student; Kseniya Serezhina, Undergraduate Student