

УДК 502.51:504.5

ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАЛЫХ ВОДОТОКОВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2012 А.С. Злывко, С.М. Чеснокова

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

Поступила в редакцию 03.05.2012

В статье представлены результаты оценки экосистем малых водотоков урбанизированных территорий по гидрохимическим показателям и токсичности вод, корреляционные зависимости между различными показателями вод.

Ключевые слова: токсичность, самоочищение, биохимические процессы, эвтрофные водотоки

Согласно данным Аналитического управления аппарата Совета Федераций Федерального собрания Российской Федерации в России насчитывается 2,5 млн. малых рек и ручьев, 127 тыс. из них длиной от 10 до 200 км. Они формируют почти половину суммарного объема речного стока, в их бассейнах проживает до 44% всего городского населения и почти 90% сельского. В силу этого малые реки испытывают наибольшую антропогенную нагрузку, так как они являются основными приемниками загрязняющих веществ (ЗВ), поступающих со сточными водами промышленных и сельскохозяйственных предприятий, коммунального хозяйства, а также с тальми водами и ливневыми стоками с городских территорий, промплощадок, полигонов хранения твердых отходов, несанкционированных свалок твердых промышленных и бытовых отходов, с поверхностным стоком с сельхозугодий в весенний и летне-осенний периоды. Во Владимирской области насчитывается 746 рек и ручьев, в том числе 211 протяженностью более 10 км. Из них 59 относятся к малым (длина от 26 до 100 км), 13 – к средним (длина более 100 км), 137 – к самым малым (длина от 10 до 25 км), 535 – к мельчайшим (менее 10 км) [1]. По своему режиму реки области относятся к равнинным с преимущественным питанием за счет таяния снегов, летних осадков и грунтовых вод. Более 25% рек по величине ИЗВ отнесены к 5 классу качества (грязные) [1]. Число ЗВ, поступающих в водотоки от различных источников, к настоящему времени превысило 40000. Однако

в силу ограниченного финансирования во Владимирской области мониторинг загрязнения малых рек проводится лишь по 14-15 показателям [2]. Исходя из этого, представляло интерес изучение сочетанного воздействия на гидробиоценоз малых водотоков урбанизированных множества факторов химической, биологической и физической природы, а также эффект комбинированного воздействия химических факторов методами биотестирования.

Среди множества известных биотестов, используемых в последнее время, наибольшей чувствительностью, экспрессностью и простотой выполнения характеризуются люминесцентные микробиотесты [3]. Для определения токсичности вод исследованных водотоков нами использовались биотесты «Эколюм» – препарат лиофилизированных люминесцентных бактерий и прибор экологического контроля «Биотокс-10М», принцип действия которого основан на регистрации слабых световых потоков биосенсора «Эколюм» с помощью фотоэлектронного умножителя (ФЭУ), работающего в режиме счета анодных импульсов [4]. Паралельно проводили оценку токсичности вод с использованием рачков *Daphnia magna* Straus [5] и по агрегационному индексу (I_{agr}), характеризующему токсичность для гидробионтов минеральных соединений азота [6-7].

Объекты исследования – малые реки Содышка и Каменка. Содышка протекает по северо-западной окраине г. Владимира. Её длина – 22 км, площадь водосбора – 82,7 км². Основными источниками загрязнения вод реки являются две крупные птицефабрики, ОАО «Владимирский моторно-тракторный завод», МУП «Водоканал», ливневые стоки с коллективных садов, окрестных деревень и жилого массива Октябрьского района г. Владимира.

Злывко Алексей Сергеевич, аспирант. E-mail: alex_zlyvko@mail.ru

Чеснокова Светлана Михайловна, кандидат химических наук, профессор кафедры экологии. E-mail: chesnokova_sm@mail.ru

Река Каменка расположена в Суздальском районе Владимирской области. Длина водотока – 47 км, площадь водосбора – 312 км². В водосборном бассейне расположены многочисленные сельские поселения, сельхозугодия и животноводческие комплексы. Река загрязняется также ливневыми и коммунально-бытовыми стоками г. Суздаля. Приоритетные загрязнители рассматриваемых водотоков –

соединения биогенных элементов и органические вещества природного и антропогенного происхождения (табл. 1-2). Высокий уровень загрязнения вод аммонийным азотом, фосфатами и органическими веществами вызывает эвтрофикацию водного объекта и вторичное загрязнение автохтонным органическим веществом.

Таблица 1. Основные гидрохимические показатели воды в р. Содышка (осень 2010 г.)

Гидрохимические показатели	Места отбора проб					
	исток	до ПФ	после ПФ	вдхр.	после плотины	устье
pH	7,10	6,60	6,50	7,10	6,70	6,80
жесткость общая, мгэкв/л	1,80	1,80	1,90	2,30	2,40	2,40
перманганатная окисляемость, мг O ₂ /л	8,0	10,20	8,90	8,10	10,40	8,50
XПК, мг O ₂ /л	136	209	240	104	216	224
NO ₃ ⁻ , мг/л	3,90	3,50	15,50	1,70	2,50	12,30
PO ₄ ³⁻ , мг/л	0,75	0,70	4,20	0,35	0,30	1,40
N _{NH4} ⁺ , мг/л	6,40	1,40	4,30	6,67	0,83	4,52
Fe (общее), мг/л	0,10	0,44	0,46	0,50	0,18	0,16
I _{нитр} , %	26,8	36,4	25	28,6	20	28

Таблица 2. Основные гидрохимические показатели воды в р. Каменка

Гидрохимические показатели	Места отбора проб											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
pH	7,2	7,05	7,1	7,2	7,2	7,3	6,8	7,1	6,9	7,3	7,45	7,05
жесткость общая, мгэкв/л	3,85	4,9	4,05	4,3	4,9	4,8	4,85	4,9	4,85	5,1	5,1	5,1
перманганатная окисляемость, мг O ₂ /л	4,74	5,2	5,5	5,90	5,9	6,0	6,2	6,35	6,26	7,14	6,44	7,6
XПК, мг O ₂ /л	17,2	25,8	25,8	29,7	34,4	48,2	44,3	59,4	69,3	65,8	70	99
NO ₃ ⁻ , мг/л	0,31	0,29	0,31	0,28	0,14	0,31	0,64	0,39	0,39	1,1	1,96	0,78
PO ₄ ³⁻ , мг/л	0,21	0,29	0,24	0,19	0,24	0,35	0,34	0,24	0,26	0,37	0,35	2,13
N _{NH4} ⁺ , мг/л	0,2	0,25	0,25	0,26	0,27	0,27	0,26	0,26	0,24	0,28	0,32	0,41
I _{нитр} , %	26	22	22	19	10	20	35	26	27	27	29	30

Эвтрофикация водотоков сопровождается развитием в экосистеме опасных для человека патогенных микроорганизмов и ростом численности сине-зеленых водорослей – продуцентов токсичных для человека и многих гидробионтов веществ [8]. Кроме того, значительный уровень загрязнения соединениями азота приводит к появлению в экосистемах водотоков высокотоксичных N-нитрозоаминов [9]. Все указанные процессы вносят большой вклад в токсификацию эвтрофных водотоков. В таблице 3 представлены данные оценки токсичности вод экосистемы р. Содышка с использованием рачков *Daphnia magna* Sr и биотеста «Эколюм». Очевидно, что биотест «Эколюм» является более чувствительным тест-

объектом для данного вида загрязнения, чем рачки *Daphnia magna* Sr, что, вероятно, связано с тем, что люминесцентные бактерии оптимальным образом сочетают в себе различные виды чувствительных структур, ответственных за генерацию биоповреждений (клеточная мембрана, цепь метаболического обмена, генетический аппарат) с объективным и количественным характером отклика целостной системы на интегральное воздействие токсикантов. Люминесцентные бактерии содержат фермент люциферазу, осуществляющую эффективную трансформацию энергии химических связей жизненно важных метаболитов в световой сигнал на уровне, доступном для экспрессных и количественных измерений.

Таблица 3. Оценка степени токсичности вод р. Содышка с различными биотестами (ноябрь 2010 г.)

Места отбора проб	Степень токсичности	
	<i>Daphnia magna Sr</i>	«Эколюм»
исток	средне токсична	токсична
до птицефабрик	средне токсична	высоко токсична
после птицефабрик	высоко токсична	высоко токсична
вдхр.	средне токсична	токсична
после плотины	средне токсична	высоко токсична
устье	высоко токсична	высоко токсична

В таблице 4 представлены результаты оценки токсичности вод экосистемы рек Каменка и Содышка с использованием биотеста «Эколюм», полученные в августе 2011 г. Как следует из таблицы 4, воды рек Каменка и Содышка по уровню токсичности практически не отличаются. Высокая токсичность вод характерна для мест влияния агропромышленных и сельскохозяйственных предприятий, а также зон рекреации. Корреляционные зависимости

между токсичностью и различными гидрохимическими показателями вод р. Каменка представлены в таблице 5. Как видно из таблицы 5, хорошая корреляция обнаружена между токсичностью и агрегационным индексом, характеризующим токсичность для гидробионтов соединений азота, удовлетворительная – между токсичностью и содержанием минерального фосфора.

Таблица 4. Оценка уровня токсичности вод экосистемы р. Каменка и Содышка с биотестом «Эколюм»

р. Каменка			Р. Содышка		
места отбора проб	индекс токсичности, Т	степень токсичности	места отбора проб	индекс токсичности, Т	степень токсичности
Исток	38	токсична	исток	34	токсична
с. Губачево	68	высоко токсична	до птицефабрик	48	токсична
с. Вышеславское	56	высоко токсична	после птицефабрик	61	высоко токсична
после р. Бакалейка	74	высоко токсична	с. Спасское	42	токсична
до р. Тумки	57	высоко токсична	п. РТС	48	токсична
после р. Тумки	61	высоко токсична	вдхр.	56	высоко токсична
с. Янево	33	токсична	после плотины	72	высоко токсична
ГТК	40	токсична	устье	88	высоко токсична
Спас-Ефимиев монастырь	50	токсична			
после плотины	43	токсична			
до очистных сооружений	48	токсична			
устье	55	высоко токсична			

Таблица 5. Корреляционные зависимости между различными показателями вод р. Каменка

Коррелируемые параметры	Коэффициент корреляции, r
$I_{agr} - T$	0,75
$I_{сагр} - T$	0,47
$P_{мин} - T$	0,60

$N_{мин} - T$	0,41
---------------	------

Выводы: малые водотоки урбанизированных территорий вследствие высокого уровня загрязнения соединениями биогенных элементов эвтрофированы, вследствие чего вода в них становится токсичной для гидробионтов и опасной для людей.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ ГК № П970 от 27 мая 2010 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Астахов, П.А.* Состояние бассейнов малых рек Владимирской области. Экология речных бассейнов. Труды 5-ой Международной науч.-практ. конф. / Под общ. ред. проф. *Т.А. Трифионовой*. – Владимир, Владим. гос. ун-т, 2009. 476 с.
2. О состоянии окружающей среды и здоровья населения Владимирской области в 2010 году. Ежегодный доклад под редакцией директора департамента природопользования и охраны окружающей среды Владимирской области *А.А. Мигачева*. – Владимир, 2011. 117 с.
3. *Пшеничников, Р.А.* Мониторинг общей токсичности природных вод и оценка их очистки методом микробиоллюминесценции / *Р.А. Пшеничников, В.М. Колотов, Н.М. Никитина* и др. // Экология. 1999. № 3. С. 228-230.
4. Методика экспрессного определения интегральной химической токсичности питьевых, поверхностных, грунтовых, сточных и очищенных сточных вод с помощью бактериального теста «Эколюм». Методические рекомендации № 01.021-07.
5. *Жмур, Н.С.* Государственный и производственный контроль токсичности вод методами биотестирования в России. – М.: Международный дом сотрудничества, 1997. 117 с.
6. *Воробейчик, Е.Л.* Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем / *Е.Л. Воробейчик, О.Ф. Садыков, М.Г. Фарафонов*. – Екатеринбург: УИФ, Наука, 1994. 240 с.
7. *Моисеенко, Т.И.* Водная экотоксикология: Теоретические и прикладные аспекты. – М.: Наука, 2009. 440 с.
8. *Горленко, В.М.* Экология водных микроорганизмов / *В.М. Горленко, Г.А. Дубинина, С.И. Кузнецов*. – М.: Наука, 1977. 367 с.
9. *Меламед, Д.Б.* Экотоксичные нитрозосоединения в окружающей среде и их циркуляция по пищевым цепям / *Д.Б. Меламед, Я.Л. Костюковский, Б.Л. Рубенчик* // Экология. 1990. № 6. С. 21-32.

ECOTOXICOLOGICAL CHARACTERISTIC OF SMALL WATER CURRENTS AT URBANIZED TERRITORIES OF VLADIMIR OBLAST

© 2012 A.S. Zlyvko, S.M. Chesnokova

Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov

In article results of ecosystems estimation of small water currents at urbanized territories on hydrochemical indexes and waters toxicity, correlative dependences between various water indexes are presented.

Key words: *toxicity, self-cleaning, biochemical processes, eutrophic waterways*

Aleksey Zlyvko, Post-graduate Student. E-mail: alex_zlyvko@mail.ru

Svetlana Chesnokova, Candidate of Chemistry, Professor at the Ecology Department. E-mail: chesnokova_sm@mail.ru