

Заключение

Загрязнение донных отложений оз. Четырехверстного, в основном, носит техногенный характер, связанный с близостью расположения бывших промышленных объектов, городской застройки, железнодорожного полотна. Однако загрязнение по As носит природный характер и связано с особенностями геологического строения и составом почвообразующих пород. Повышенные концентрации Mn, Zn, Pb, отмеченные, как правило, по течению ручья Каменного, свидетельствуют о влиянии автомобильной и железной дорог, пересекающих водоток.

Литература

1. ГН 6229-91 «Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых количеств (ОДК) химических веществ в почве». М., 1991.
2. Головин А. А., Самаев С. Б., Соколов Л. С. Эколого-геохимическая оценка урбанизированных территорий // Прикладная геохимия. Вып. 7. М., 2008. С. 289–299.
3. Лаврова Н. Б. Некоторые особенности состава спорово-пыльцевых спектров позднеледниковых отложений Олонецкого плато // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 9. Петрозаводск, 2006. С. 184.
4. МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест», Минздрав России. М., 1999.
5. Экологические функции литосферы / В. Т. Трофимов, Д. Г. Зилинг, Т. А. Барабошкина и др.; Под ред. В. Т. Трофимова. М., 2000. 432 с.

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ РАЙОНА КОСТОМУКШИ ПО КРАТНОСТИ РАЗБАВЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ВОД

Н. Е. Кулакова

Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН

На сегодняшний день существует достаточно много подходов к оценке загрязненности водных объектов, ряд которых был ранее рассмотрен и практически применен к конкретному водному объекту – к системе р. Кенти [3]. Оценить состояние того или иного водоема также можно с использованием кратности разбавления сточных вод: $K_{\text{разб}} = \frac{C_{\text{ст}} - C_{\text{фон}}}{C_{\text{набл}} - C_{\text{фон}}}$, где $C_{\text{ст}}$ – концентрация приоритетного консервативного вещества в сточной воде, $C_{\text{фон}}$ и $C_{\text{набл}}$ – его фоновая и наблюдаемая концентрация в водном объекте.

С использованием этого показателя рассмотрено загрязнение системы р. Кенти, принимающей техногенные воды Костомукшского ГОКа (ОАО «Карельский окатыш»), характеризующиеся высоким содержанием минеральных веществ. Определенную сложность представляет выбор консервативных химических показателей, по которым возможен расчет. Для этих целей подходят только те компоненты, концентрация которых в сточных водах существенно отличается от их концентрации в природных водах.

Определение средневзвешенного состава техногенных вод

Ввиду того что концентрации калия и сульфатов в техногенных водах Костомукшского ГОКа значительно превышают природные (содержание калия в 300 раз, сульфатов – 100 раз), их можно считать приоритетными консервативными химическими показателями и по их содержанию судить о разбавлении техногенных вод в системе р. Кенти. Поскольку в систему поступает четыре вида техногенных вод, то прежде чем оценить их разбавление, необходимо определить их средневзвешенный состав (табл. 1) по формуле: $C_{\text{ср}} = \sum C_i \rho_i$, где C_i – концентрация компонента, ρ_i – доля водного притока.

С использованием данных по среднегодовому притоку в озера системы р. Кенти и по средневзвешенным концентрациям K^+ и SO_4^{2-} в техногенных водах (табл. 1) были рассчитаны концентрации этих компонентов в водоемах системы (табл. 2) по указанной выше формуле. Сравнение полученных результатов с натурными данными (табл. 2) показало хорошую сходи-

мость расчетных и наблюдаемых концентраций, что в свою очередь подтверждает достоверность средневзвешенного состава техногенных вод.

Таблица 1

Среднемноголетние данные по содержанию калия и сульфатов в техногенных водах, поступающих в систему р. Кенти, и их объем

Объект	V, млн м ³	K ⁺ , мг/л	SO ₄ ²⁻ , мг/л
Воды хвостохранилища	13,1	128,7	132,5
Фильтрационные воды	2,0	157,1	276,8
Северо-западный канал	8,0	27,0	55,9
Южный канал	15,5	37,4	90,0
	38,6	Средневзвешенные концентрации	
		73,1	108,9

Таблица 2

Средневзвешенный состав воды озер и объем притока с их водосбора за вычетом техногенных вод (38,6 млн м³) [5]

Озеро	Приток с водосбора, млн м ³ /год	Калий, мг/л		Сульфаты, мг/л	
		расчетная	наблюдаемая	расчетная	наблюдаемая
Окуневое	0,8	83,0	80,4	119,7	127,2
Поппалляярви	18,2	47,7	48,2	77,9	81,8
Койвас	76,4	25,1	25,3	38,9	39,6
Кенто	151,4	15,0	15,2	23,9	23,8

Разбавление техногенных вод в системе р. Кенти

На основании полученных данных по средневзвешенному составу техногенных вод проведена оценка загрязнения водоемов системы р. Кенти по кратности их разбавления. При этом особое внимание было уделено зимнему сезону, когда наблюдается максимальное накопление техногенных вод в нижних озерах системы. Для этого весь рассматриваемый промежуток времени (1994–2009 гг.) поделили на три периода: 1994–2001, 2002–2005, 2006–2009 гг. Первый и последний характеризуются довольно стабильным содержанием калия и сульфатов в техногенных водах, в 2002–2005 гг. наблюдался рост их концентраций. Для каждого из периодов рассчитывался средневзвешенный состав техногенных вод и по нему определялась кратность их разбавления (рис. 1).

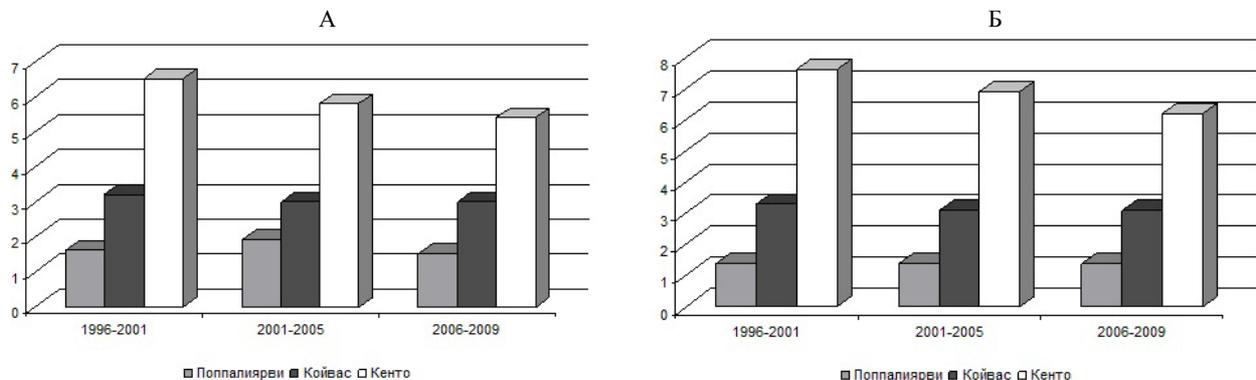


Рис. 1. Кратность разбавления техногенных вод по их средневзвешенному составу:

А – по калию, Б – по сульфатам

На рис. 1 видно, что кратность разбавления техногенных вод в системе р. Кенти на протяжении рассматриваемого периода остается постоянной для одного и того же водоема и в среднем составляет 1,5 для оз. Поппалляярви, 3 – Койвас, 6 – Кенто как по содержанию калия, так и по концентрации сульфатов.

Оз. Ср. Куйто, в которое впадает р. Кенти, подвергается меньшему техногенному влиянию в связи с большим разбавляющим эффектом за счет как собственных водных масс, так и вод оз. В. Куйто, поступающих в устье р. Кенти (рис. 2). Кратность разбавления техногенных вод в оз. Ср. Куйто намного выше, чем в системе р. Кенти. Для оз. Ср. Куйто также отмечено постоянство кратности разбавления техногенных вод для разных периодов, и в среднем ее значение составило 63 – по калию и 98 – по сульфатам.

По своей сути кратность разбавления сточных вод есть величина, обратная их доли в водном стоке ($K_{разб} = 1/\rho_{ст}$), поэтому, зная последнюю, можно легко вычислить разбавление сточных вод. В нашем случае кратность разбавления, рассчитанная по водному стоку для оз. Койвас, составила 3, для оз. Кенто – 5. Последние значения согласуются с величинами, полученными по содержанию K⁺ и SO₄²⁻, что в свою очередь подтверждает правильность расчета доли техногенных вод.

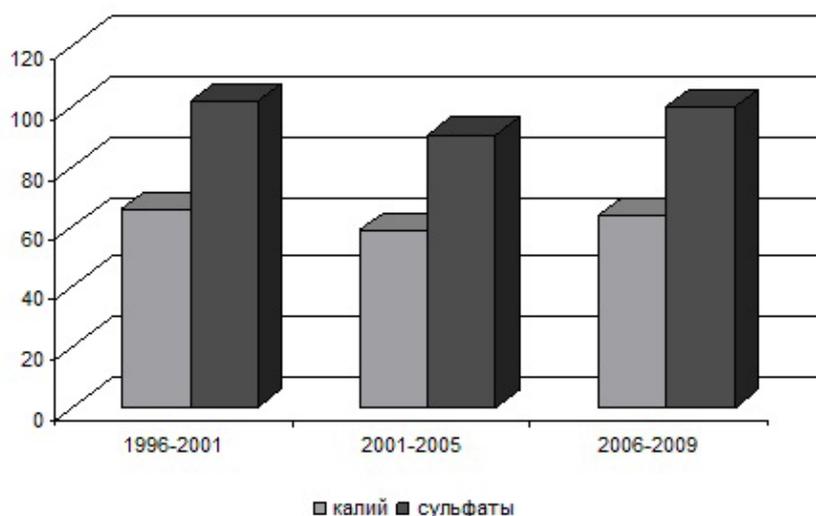


Рис. 2. Кратность разбавления техногенных вод в оз. Ср. Куйто

Опыты по биотестированию техногенных вод

Проведена серия экспериментов по установлению токсичности техногенных вод Костомукшского ГОКа методом биотестирования [1]. В лабораторных условиях были приготовлены экспериментальные образцы техногенных вод в том соотношении, в котором они поступают в систему р. Кенти (см. табл. 1). В опытах использовали неразбавленные техногенные воды, а также их 2, 5, 10, 20 и 50-кратное разбавления. В качестве тест-объекта был выбран рачок *Ceriodaphnia affinis* (цериодафния). Разбавляющей средой и контролем служила подземная вода, отобранная из источника на территории г. Петрозаводска, на левом берегу р. Неглинка, на ул. Вольной. Ее химический состав вполне удовлетворяет требованиям, предъявляемым к контрольным средам в используемой методике [1]. Все опыты ставили в 15 повторностях, в каждый сосуд наливали по 15 мл исследуемой воды, в которую помещали по 1 экземпляру цериодафний. Продолжительность опытов составляла 7 дней.

В результате экспериментов определялось хроническое токсическое действие техногенных вод по двум параметрам: смертности и изменению плодовитости тест-объекта в исследуемой воде по сравнению с контролем. Основанием для заключения о токсичном действии воды служило достоверное отклонение от контроля этих показателей (смертности и плодовитости). Достоверность отличий оценивалась с использованием критериев Фишера и Стьюдента [2].

Согласно проведенным исследованиям, токсическое действие техногенных вод снижается с увеличением их разбавления (табл. 3). При этом максимальная выживаемость наблюдалась при 10-кратном и более разбавлениях (80%), тогда как показатели плодовитости достоверно не отличались от контроля только в образце с пятикратным разведением.

Таблица 3

Выживаемость и плодовитость *Ceriodaphnia affinis* в контрольной среде, техногенных водах и различных их разбавлениях

Вариант	Выживаемость		Плодовитость, экз./самку		
	%	F	M _{ср}	m	t
Контроль	100		5,8	0,7	
Неразбавленная вода	13	42,6*	0,7	0,5	5,9*
2-кратное	53	17,1*	2,2	0,6	3,8*
5-кратное	60	14,1*	4,0	0,7	1,8
10-кратное	80	6,5*	2,7	0,8	2,8*
20-кратное	80	6,5*	2,1	0,8	3,5*
50-кратное	67	11,2*	3,1	1,0	2,2*

Примечание. * – отличие от контроля достоверно ($p = 0,05$).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что техногенные воды могут оказывать токсическое действие на живые организмы системы р. Кенти.

Заключение

Разбавление техногенных вод в системе р. Кенти закономерно возрастает от верхних к нижним озерам и сохраняется на одном уровне в многолетнем плане. Кратности разбавления техногенных вод в водоемах системы р. Кенти, полученные по содержанию K^+ и SO_4^{2-} , согласуются с рассчитанными по водному стоку. Показатель разбавления техногенных вод является информативным, и его следует учитывать при нормировании допустимого сброса сточных вод, согласно методическим рекомендациям [4].

Литература

1. Жмур Н. С. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости цериодафний. М., 2001. 52 с.
2. Ивантер Э. В., Коросов А. В. Основы биометрии: введение в статистический анализ биологических явлений и процессов. Петрозаводск, 1992. 168 с.
3. Лозовик П. А., Кулакова Н. Е. Оценка загрязнения водных объектов с использованием различных методических подходов на примере системы р. Кенти // Материалы науч.-практ. конф. с международным участием «Современные фундаментальные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод России» (Азов, 8–10 июня 2009 г.). Ч. 2. Ростов-на-Дону, 2009. С. 75–78.
4. Методика разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные среды для водопользователей. МПР России от 17.12.2007. 41 с.
5. Пальшин Н. И., Сало Ю. А., Кухарев В. И. Влияние Костомукшского ГОКа на экосистему р. Кенти. Гидрологические и гидрохимические аспекты // Исследование и охрана водных ресурсов бассейна Белого моря (в границах Карелии). Петрозаводск, 1994. С. 140–161.

КОСВЕННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ИСТОЧНИКА ПРИМЕСИ В ВОДНОМ ОБЪЕКТЕ

А. А. Минина

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

Введение

В современном мире особую остроту приобрели экологические проблемы. Экологическая ситуация в начале XXI в. во всем мире, во многих регионах и странах продолжала ухудшаться. Современные процессы связаны прежде всего с увеличением интенсивности воздействия человека на природную среду, здесь уместно вспомнить слова А. И. Герцена о том, что «природа не может перечь человеку, если человек не перечит ее законам».

Водные объекты не остаются в стороне. Уровень воздействия на них растет с каждым днем. В связи с тем что полностью устранить загрязнение невозможно, встает вопрос об экологическом мониторинге состояния водных объектов. Подходов к мониторингу существует огромное множество. Мониторинг водного объекта с измерениями во всех заданных точках требует N замеров. Рассмотрим подход осуществления мониторинга водного объекта, базирующийся на ограниченном числе измерений, для одного источника – измерения концентраций необходимо произвести в трех местах отбора проб, с оценкой характеристик источника и области его влияния, регулярности проведения мониторинга для оценки и прогнозирования состояния исследуемого объекта. Модель динамического поля концентраций примеси загрязняющих веществ (ЗВ) в водном объекте [3], основывающаяся на косвенных измерениях характеристик источника примеси, позволяет существенно сократить число измерений и спрогнозировать динамику примесей, поступающих или имеющихся в водном объекте, в пространственно-временной области [2].

Прежде всего требуется обоснованно выбрать модель поля концентраций водного объекта (объекта мониторинга) [4]. При этом, безусловно, необходимы консультации с экспертами в области гидрологии и экологии. Сразу следует оговориться: задачи и методы специалистов-гидрологов и задачи метрологов коренным образом отличаются друг от друга: для гидрологов основным является корректное, максимально приближенное к реальности описание самого водного