

О СВЯЗИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ВОДЫ В РЕКЕ СО СТОКОВЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Рассмотрено влияние водности на средние годовые и сезонные гидрохимические показатели р. Волга. Для реки в целом не отмечено какой-либо закономерности в зависимости показателей от водности. Ситуация меняется от створа к створу и от сезона к сезону. В вершине дельты (период 1978-2007 гг.) заметные различия концентраций между многоводными и маловодными годами выявлены для Zn, Cu и нефтяных углеводородов. Различия в их потоках в зависимости от водности существенно выше, чем различия в концентрациях.

Введение

Выявление зависимости качества воды в реках от их стоковых характеристик является важной задачей, поскольку это имеет прямое отношение к получению прогнозных оценок. При этом нужно исходить из наличия точечных (контролируемых) и рассредоточенных (неконтролируемых) источников, из которых в реку поступают загрязняющие вещества (**ЗВ**). Если рассматривать только точечные источники, то самой простой схемой происходящих в воде процессов может быть следующая. Сточные воды (обычно это промышленные и бытовые стоки) поступают непосредственно в водный объект, причем это происходит более или менее регулярно в течение всего года. Поэтому количество сбрасываемых **ЗВ** оценивается достаточно точно. Тогда из общих соображений можно предположить, что в маловодные годы при малых расходах концентрации **ЗВ** в воде должны повышаться. Однако при учете рассредоточенных источников загрязнения, действующих на водосборе, картина существенно осложняется. Дело в том, что эти источники характеризуются неравномерным

распределением **ЗВ** по площади водосбора, нерегулярностью воздействия на водный объект, тесной связью с метеорологической ситуацией и широким спектром **ЗВ**, концентрации которых могут быть велики [1, 2]. Все это делает очень сложным получение количественных оценок масштаба их воздействия. Тем не менее, можно предположить, что в многоводные годы сток **ЗВ** с водосбора увеличивается, и концентрации многих из них могут заметно возрасти, особенно в период половодья (в зимнюю межень действие этих источников будет, по-видимому, незначительным).

Однако не всегда удается проследить связь гидрохимических показателей со стоковыми характеристиками, особенно для таких крупных объектов, как р. Волга. В частности отмечалось, что величина интегрального показателя качества вод (индекса загрязненности вод) в вершине дельты р. Волга в период 1977-1994 гг. не зависела от водности года [3]. Авторы указанной работы объясняют полученный результат сложностью процессов, происходящих на водосборе в различных физико-географических, гидрохимических и климатических условиях. Однако следует подчеркнуть, что здесь речь шла о комплексном показателе, который учитывает наличие множества **ЗВ**, которые ведут себя по-разному и могут затушевывать эффект для отдельных веществ. В то же время для р. Волга на сегодняшний день имеется ограниченное количество приоритетных **ЗВ**, которые представляют наибольшую опасность с экологической точки зрения, в частности, это нефтяные углеводороды (**НУ**) и соединения меди и цинка [4-8].

В.Ф. Бреховских*

доктор технических наук, профессор, руководитель группы, ФГБУН Институт водных проблем Российской академии наук

З.В. Волкова,

кандидат географических наук, старший научный сотрудник, ФГБУН Институт водных проблем Российской академии наук

С.К. Монахов,

кандидат географических наук, директор, Каспийский морской научно-исследовательский центр (КаспМНИЦ)

* Адрес для корреспонденции: vadim@qua.laser.ru

Поэтому представляется важной оценка изменчивости их содержания в воде в зависимости от водности года и сезонных факторов и, в конечном итоге, оценка потоков этих веществ.

Результаты и их обсуждение

На основании имеющихся данных Росгидромета рассмотрим динамику некоторых гидрохимических показателей в водах р. Волга на участке от г. Тверь до с. Верхнее Лебяжье (вершина дельты реки) и г. Астрахань. Анализируются данные за период с 1986 по 1996 гг., в котором наблюдались 3 многоводных (1986, 1990 и 1994 гг.) и 3 маловодных года (1988, 1992 и 1996 гг.).

Как уже отмечалось выше, приоритетными ЗВ в водах р. Волга остаются НУ и соединения меди. Если рассматривать динамику отношения среднегодовых концентраций для двух указанных групп лет, выявляется следующая картина. В *табл. 1* дано отношение концентраций в многоводные годы к аналогичным величинам для маловодных лет по всей реке (указано местоположение створов и примерное расстояние от устья реки). Анализ данных в *табл. 1* показывает, что для этих ЗВ в целом разница не столь существенна. Однако на участках реки от г. Н. Новгород до г. Тольятти (2235-1475 км) и от г. Волгоград до вершины дельты (605-155 км) для НУ наблюдаются заметные различия – в многоводные годы их концентрации могут превышать аналогичные величины для маловодных лет в 2-5 раз. Для меди такая разница (с преобладанием в многоводные годы) наблюдается лишь в створах гг. Тольятти и Астрахань, а в большинстве створов ее концентрации близки или наблюдается незначительное превышение в маловодные годы.

В *табл. 1* включены также данные для общего железа и аммонийного азота. Что касается железа, его концентрация на выделенных выше двух участках явно выше в многоводные годы (как и в случае НУ), хотя разница не столь ощутима (до 3 раз в вершине дельты). Для аммонийного азота, который может в больших количествах поступать с водосбора, характерно более высокое содержание в многоводные годы на Верхней Волге, а на Средней и Нижней Волге картина получается обратной.

Таким образом, на основании данных *табл. 1* можно говорить о влиянии объема речного стока на отдельные гидрохимические показатели на некоторых участках реки. При этом различные вещества на разных участках реки ведут себя неоднозначно.

При анализе среднесезонных величин этих же гидрохимических показателей также выявляется влияние водности года. В *табл. 2* приведены отношения величин концентраций для многоводных и маловодных лет. Видно, что в данном случае, как и для среднегодовых значений, не прослеживается какой-либо закономерности для реки в целом, и ситуация может меняться от створа к створу и от сезона к сезону. Так, содержание НУ на Верхней Волге (створы 1 и 2) в многоводные годы явно меньше, чем в маловодные (соотношение 0,7-0,6) в зимнюю межень, и заметно больше в летнюю межень (соотношение 13,0-1,3). На участке реки г. Н. Новгород – г. Тольятти (створы 6-8) в летнюю межень, как и в годовом цикле, наблюдается превышение показателей многоводных лет, хотя в зимнюю межень соотношение близко или равно 1,0. Для меди величины соотношения в обе межени более или менее выровнены (за исключением створа 12), однако при этом на большей части створов содержание меди в многоводные

Таблица 1

Отношение среднегодовых концентраций нефтяных углеводородов, меди, общего железа и аммонийного азота в р. Волге для многоводных и маловодных лет

Соотношение концентраций в	Створы											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
многоводные и маловодные годы												
Нефтяные углеводороды												
Годовой цикл	1,2	1,2	0,8	1,1	1,2	2,8	1,7	5,0	1,0	2,0	1,7	1,0
Медь												
Годовой цикл	1,0	0,6	0,7	1,0	0,8	1,0	0,9	2,7	1,2	0,9	0,9	2,2
Железо общее												
Годовой цикл	3,0	2,0	0,9	0,9	1,9	1,5	1,2	2,5	1,4	1,6	3,3	3,3
Азот аммонийный												
Годовой цикл	1,0	1,9	1,9	1,3	0,9	0,6	0,9	0,9	1,2	0,8	0,6	1,0

Примечание. Местоположение створов и примерное расстояние от устья реки:

- 0,5 км ниже г. Тверь, 3180 км;
- г. Кимры (н.б. Ивановского г/у), 2975 км;
- п. Мышкино (н.б. Угличского г/у), 2800 км;
- г. Тутаев (н.б. Рыбинского г/у), 2665 км;
- г. Городец (н.б. Горьковского г/у), 2285 км;
- 4,2 км ниже г. Новгорода, 2235 км;
- 3 км ниже г. Новочебоксарск (н.б. Чебоксарского г/у), 1945 км;
- г. Тольятти, 1,3 км выше плотины Куйбышевского г/у
- г. Балаково, 0,5 км ниже плотины ГЭС (н.б. Саратовского г/у), 1130 км;
- г. Волгоград, 0,5 км ниже плотины ГЭС (н.б. Волгоградского г/у), 605 км;
- с. Верхнее Лебяжье, вершина дельты, 155 км;
- 0,5 км выше г. Астрахань, 115 км.

Таблица 2

Отношение среднесезонных концентраций нефтяных углеводородов, меди, общего железа и аммонийного азота в р. Волге для многоводных и маловодных лет

	Створы											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Нефтяные углеводороды												
Зимняя межень	0,7	0,6	1,1	1,2	2,3	0,9		1,0	1,0	0,7		
Летняя межень	13,0	1,3	0,8	1,6	1,2	1,8	1,2	4,1	1,3	1,0	4,7	1,5
Медь												
Зимняя межень	0,9	0,8	0,6	0,8	0,9	1,3		0,7	1,0	1,1		0,6
Летняя межень	1,2	0,7	0,7	1,1	1,0	0,8	0,7	1,1	0,7	0,8	1,2	1,8
Железо общее												
Зимняя межень	2,0	2,1	0,3	1,9	1,9	1,0		3,5	1,3	3,5		
Летняя межень	4,0	2,0	0,5	1,1	2,7	1,5	1,5	8,0	4,8	1,0		
Азот аммонийный												
Зимняя межень	1,0	1,5	1,4	1,5	0,4	1,4		0,6	2,1	1,2		
Летняя межень	0,5	3,2	2,7	1,9	1,3	0,8	0,9	0,8	1,1	0,7	1,7	6,0

Примечание. Местоположение створов указано в табл. 1

годы явно меньше, чем в маловодные. Содержание общего железа в воде в многоводные годы в целом намного больше (до 3,5-8,0 раз), чем в маловодные и в зимнюю, и в летнюю межени. То же самое касается и аммонийного азота, хотя здесь наблюдается несколько случаев обратного соотношения. Таким образом, для среднесезонных показателей, т.е. величин соотношения концентраций, также проявляется фактор водности, как и в случае среднегодовых величин. На одних участках реки эти изменения значительны, на других они выражены в меньшей степени.

Влияние водности года на концентрации гидрохимических показателей более подробно было рассмотрено для вершины дельты р. Волга (створ Верхнее Лебяжье). Этот створ является замыкающим для русловой части реки, и он определяет в конечном итоге потоки ЗВ, поступающие в Северный Каспий. Для анализа были использованы данные наблюдений Росгидромета за величинами стока р. Волга и концентрациями приоритетных ЗВ (Cu, Zn, HУ, СПАВ, фенолов и др.) в воде за период 1978-2007 гг. Средний годовой расход воды за указанный период в данном створе составляет 260 км³.

В соответствии с этим годы с величинами стока менее 245 км³ рассматривались как маловодные, с объемом стока выше 275 км³ – как многоводные. Промежуточные значения объема стока были отнесены к средним по водности условиям.

Анализ изменчивости годовых величин концентраций свидетельствует о заметных различиях в концентрациях элементов в зависимости от водности. Так, отношение концентраций многоводные/маловодные годы для Cu составляет 1,2, для Zn и HУ – 1,4 (табл. 3). Более низкие величины этого отношения характерны для БПК₅ (1,05) и фенолов (1,06).

Среднемноголетние величины концентраций Cu, Zn, HУ в этот период в зависимости от водности превышают величины рыбохозяйственных ПДК в 7,2-8,5 раз (Cu); 2,3-3,3 (Zn) и 3-4 раза (HУ).

Рассмотрение среднемноголетних величин концентраций гидрохимических показателей с учетом водности года показало, что содержание HУ различается в многоводные и маловодные годы, среднее их значение составляет 0,20±0,12 (многоводные годы) и 0,14±0,11 (маловодные годы), для средних по водности лет оно равно 0,14±0,17 (табл. 3). Среднегодовая концентрация Cu для многоводных лет составляет 8,5±2,0 мкг/л, в маловодные 7,2±2,8, мкг/л, в средние по водности годы она равна 7,3±4,3 мкг/л. В фено-

Таблица 3

Изменение концентраций и потоков ЗВ в створе Верхнее Лебяжье в многоводные, маловодные и средневодные годы (период 1978-2007 гг.)

	Среднемноголетние значения концентраций				
	Cu,	Zn,	HУ,	БПК ₅ ,	Фенолы,
	мкг/л	мкг/л	мг/л	мг/л	мг/л
Многоводные годы	8,5	32,3	0,20	3,5	0,0033
Маловодные годы	7,2	23,1	0,14	3,3	0,0031
Средневодные годы	7,3	33,1	0,14	3,2	0,0030
Отношение концентраций много-/маловодные годы	1,2	1,4	1,4	1,05	1,06
	Потоки				
	Cu,	Zn,	HУ,	БПК ₅ ,	Фенолы,
	т/год	т/год	тыс.т/год	тыс.т/год	тыс.т/год
Многоводные годы	2456	9335	57,8	997	0,95
Маловодные годы	1591	5105	30,9	729	0,685
Средневодные годы	1913	8672	36,7	849	0,786
Отношение концентраций много-/маловодные годы	1,54	1,83	1,87	1,37	1,39

лах различия в средних за многолетний период значениях от водности прослеживаются слабо.

Различия концентраций Zn для этих периодов совпадают с Cc, в многоводные годы годовые величины концентраций имеют более высокие значения ($32,3 \pm 18,3$ мкг/л), чем в маловодные ($23,1 \pm 13,4$ мкг/л). Максимальные концентрации Zn отмечаются в средние по водности годы ($33,1$ мкг/л). Таким образом, поведение элементов в зависимости от условий водности неоднозначно. Одни элементы (Cc, HУ) имеют более высокие концентрации в многоводные годы по сравнению с маловодными и средними по водности годами, другие (Zn) имеют более высокие концентрации в средние по водности годы, при этом значения в многоводные годы превышают таковые в маловодные годы.

Гистограммы изменения содержания приоритетных веществ (HУ, Cc и Zn) в воде в условиях различной водности года приведены на рис. 1. Общей тенденцией в изменении элементов в многолетнем ряду является снижение концентраций в последние годы. Как видно из рис. 1, общая тенденция снижения концентраций с начала 2000 г. достаточно ярко проявляется в концентрациях Cc и HУ, для Zn она выражена менее ярко из-за высоких значений в 2003, 2004 гг. (средние по водности годы). Снижение концентраций элементов в воде Нижней Волги в период с 2000 г. связано не только с некоторой стабилизацией стока в этот период, но, главным образом, со снижением сброса ЗВ из-за спада производства с 90-х годов [9, 10-13].

Помимо межгодовых колебаний гидрохимических показателей для створа Верхнее Лебяжье были рассмотрены сезонные колебания стока и концентраций в различные по водности группы лет. Данные об изменении объемов стока в весенний (IV-VI), летний (VII-XI) и зимний (XII-III) периоды для вершины дельты в период 1978-2004 гг. приведены в табл. 4.

Как видно из табл. 4, различия в сезонных величинах стока достаточно велики и могут оказывать влияние на изменения гидрохимических показателей; так, в период половодья сток выше, чем в зимнюю межень в среднем за рассмотренный период в 1,6 раза.

Анализ изменения сезонных концентраций в зависимости от водности показал, что для Zn в полноводные годы они выше, чем в маловодные во все сезоны, при этом летом и зимой различия в зависимости от водности года составляют 1,8 и 1,5 раз, соответственно, весной разница прослеживается слабее (табл. 5). Концентрации Cc в многоводные

годы весной превышают аналогичные для маловодных лет значения в 1,3 раза. Летом и зимой различия не отмечаются. Концентрации HУ в многоводные годы выше, чем в маловодные годы: летом в 2,8, зимой в 1,9 раза. Концентрации фенолов летом в многоводные годы превышают маловодные годы в 2,4 раза, а весной лишь в 1,3 раза. Концентрации СПАВ выше в средние по водности и маловодные годы по сравнению с многоводными в 1,7 раза. Аналогичная картина характерна и для концентраций БПК₅, они также выше в маловодные и средние по водности

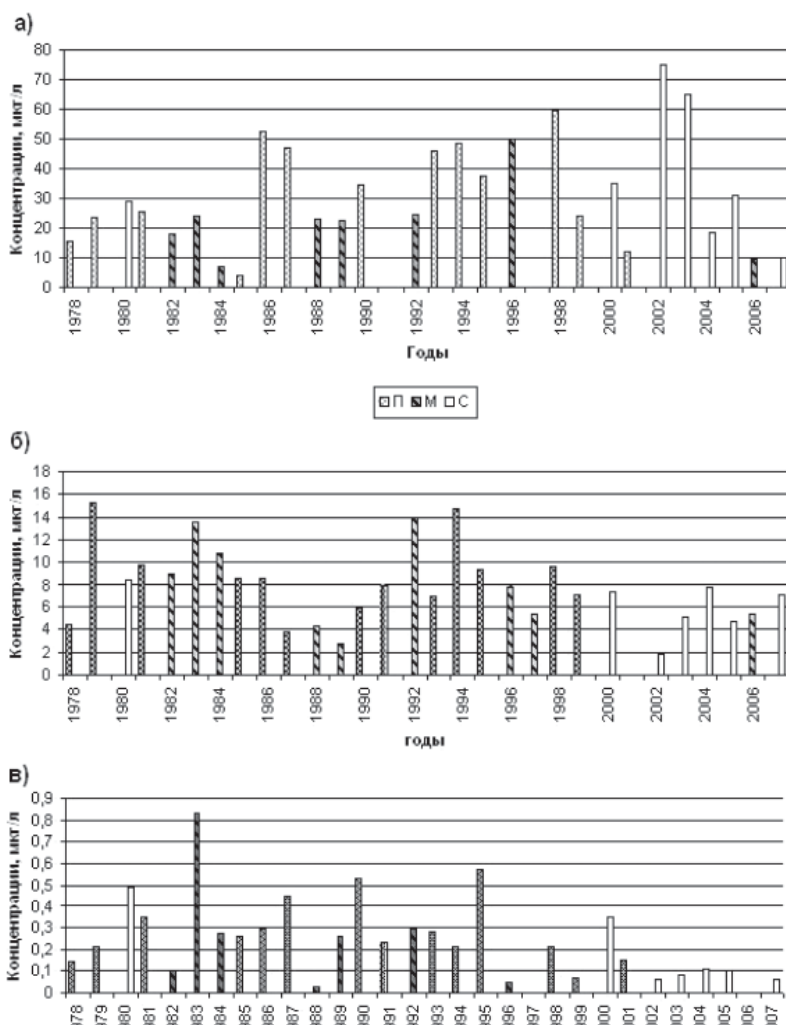


Таблица 4

Изменение объемов стока р. Волга (км³) по сезонам в створе Верхнее Лебяжье в период 1978-2004 гг. (в знаменателе % от годового стока) [3]

Многолетний сток, км ³ / %	Весна, IV-VI	Лето, VII-IX	Зима, XII-III	Период половодья	
				Объем стока, км ³	Продолжительность, сут.
268/100	111/42	87/33	69,3/26	100	74

Таблица 5

Изменение годовых и сезонных величин концентраций элементов для многоводных, маловодных и средневодных лет (период 1978-2007 гг.)

Элемент	Сезон	Многоводные годы	Маловодные годы	Средневодные годы
Медь, мкг/л	Весна	8	6,2	8
	Лето	6	5,8	8
	Зима	5,8	6	8,8
Цинк, мкг/л	Весна	29,9	31,7	30,9
	Лето	29,9	16,4	36,2
	Зима	36,8	24,3	33,2
НУ, мг/л	Весна	0,2	0,13	0,12
	Лето	0,17	0,06	0,09
	Зима	0,23	0,12	0,09
Фенолы, мг/л	Весна	0,004	0,003	0,004
	Лето	0,004	0,002	0,003
	Зима	0,002	0,002	0,004
БПК ₅ мгО ₂ /л	Весна	3,4	3,9	3,5
	Лето	2,9	3,1	2,9
	Зима	3,8	3,7	3,6

годы весной и летом, зимой немного выше в многоводные годы. Таким образом, весенние концентрации превышают зимние для Си в многоводные годы в 1,4 раза, Zn в 1,25, НУ – в 1,3, фенолов в 1,7. В средние по водности годы эти превышения составляют для Zn 1,2, НУ в 1,9 раза, и в маловодные годы – для Си 1,1, Zn – 1,4, НУ – 1,8 раза. Более высокие значения концентраций в весенний период свидетельствуют о более значительной роли бассейна в формировании показателей качества вод Нижней Волги по сравнению с организованными сбросами сточных вод, которые, как было сказано выше, мало меняются в течение года.

Сравнение полученных данных о сезонных изменениях концентраций в зависимости от водности для створа Верхнее Лебяжье с приведенными выше данными для вышележащего участка р. Волга (Верхняя и Средняя Волга) (табл. 2) показало, что они совпадают для отдельных элементов (НУ и Си) лишь в отдельных створах.

Расчет потоков ЗВ в вершине дельты (створ с. Верхнее Лебяжье) выполнялся по формуле $M=C(t)W(t)$, где $C(t)$, $W(t)$ – концентрации элементов и сток воды, отнесенные к рассматриваемому створу водотока за год, а также за многоводные и маловодные периоды имеющихся наблюдений. Такие упрощения в расчете потоков обусловлены большими ошибками в определении потоков за короткие интервалы времени из-за недоста-

точной полноты исходного материала и погрешностей определения стока воды и концентраций ЗВ, связанных с отсутствием непрерывности в получении данных, со случайностью уровня загрязнения в момент наблюдений и др. [5, 7].

Полученные таким образом величины годовых потоков ЗВ в вершине дельты с учетом водности года для периода 1978-2007 гг. представлены на рис. 2. Наиболее резкие колебания величин потоков наблюдаются у Zn – в 2002-2003 гг. его потоки были максимальны, они в несколько раз превышали потоки предыдущего года и последующих лет. Более того, они превышали максимальные значения, наблюдаемые за этот же период (1977-1993 гг.) (15,3 и 11,4 тыс. тонн в 1986 и 1987 гг., соответственно). В 2004-2007 гг. положение стабилизировалось, и потоки Zn были намного меньше, чем среднее значение за период 1978-1993 гг. (5 тыс. тонн), в период 1995-2004 гг. среднемноголетнее значение потока Zn составляло 9,42 тыс. тонн [10].

Как уже отмечалось выше, за последние 10 лет в вершине дельты наблюдалось резкое снижение концентраций ряда ЗВ, так же резко снизились и потоки этих веществ по сравнению с периодом 1983-1990 гг. (рис. 2). В многоводные и средние по водности годы потоки соединений Си, Zn, веществ, определяющих индекс БПК₅ и фенолов, существенно превышают их среднемноголетние значения для маловодных лет. Для Си это превышение составляет 1,5 раза, для Zn – 1,8, для БПК₅ – 1,4 раза, для фенолов – 1,4 раза, для НУ – 1,9 раза.

Таким образом, для большинства рассмотренных элементов различия в величинах их потоков за многоводные, маловодные и средние по водности годы проявляется достаточно четко, наиболее значительны различия в потоках ЗВ между многоводными и маловодными годами. Для рассматриваемых элементов оно меняется в диапазоне 1,4-1,9 раз.

Заключение

Анализ влияния объема речного стока на приоритетные гидрохимические показатели на участках Верхней, Средней и Нижней Волги (12 створов) в период с 1986 по 1996 гг. показал, что это влияние прослеживается на отдельных участках реки. При этом поведение различных веществ на рассматриваемых участках неоднозначно. Так, на участках реки от г. Н. Новгород до г. Тольятти и от г. Волгоград до вершины дельты концентрации НУ в многоводные годы пре-

вышают аналогичные для маловодных лет в 2-5 раз.

Для среднесезонных величин концентраций, как и для среднегодовых значений, не прослеживается какой-либо закономерности для реки в целом. Ситуация меняется от створа к створу и от сезона к сезону. В частности, содержание НУ на Верхней Волге в зимнюю межень в многоводные годы меньше, чем в маловодные (соотношение 0,7-0,6) и заметно больше в летнюю межень (соотношение 1,3).

Исследование влияния водности на гидрохимические показатели (Cu, Zn, НУ и др.) в период 1978-2007 гг. в створе Верхнее Лебяжье показало, что это воздействие проявляется в различной степени для рассмотренных элементов. Наиболее заметные различия концентраций между многоводными и маловодными периодами отмечаются для Zn, НУ и Cu. Для БПК₅ и фенолов различия невелики.

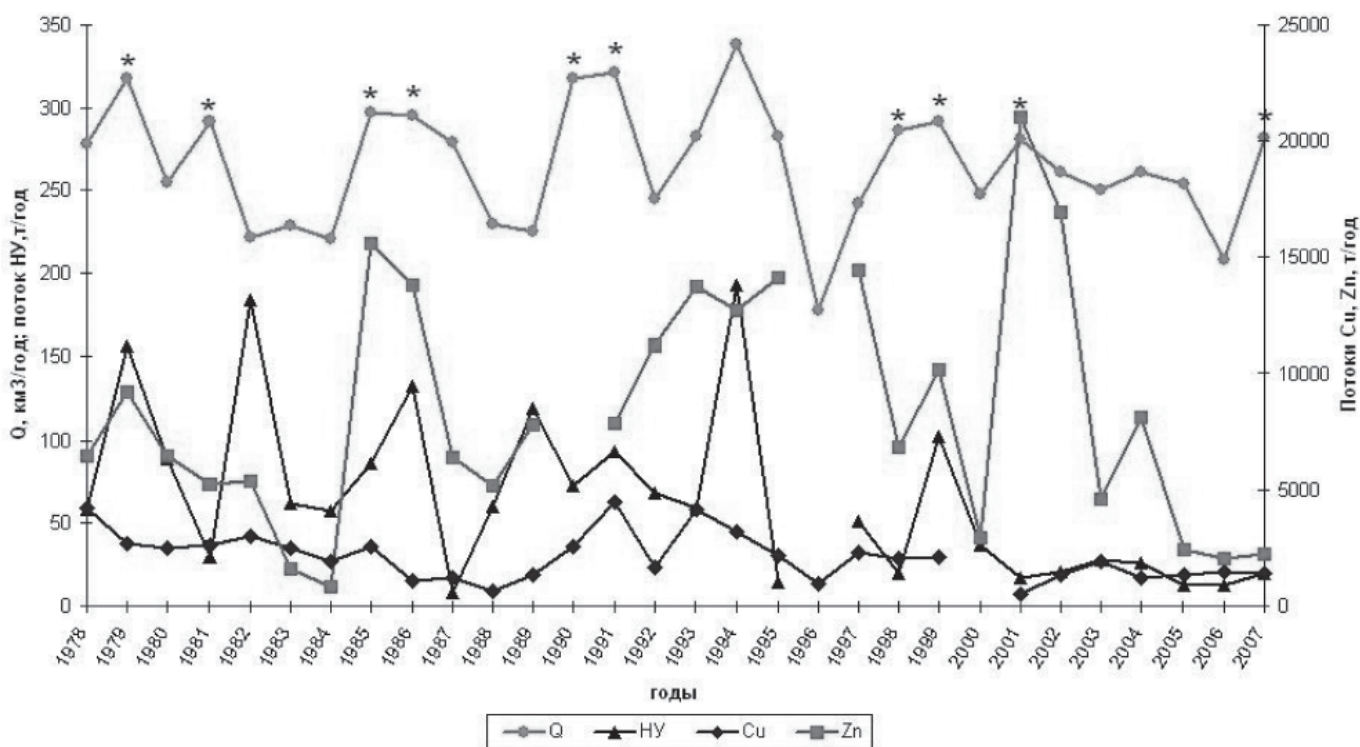
Заметные изменения в концентрациях элементов отмечены и по сезонам в годы разной водности. Существенную роль в формировании концентраций веществ в воде Нижней Волги играют процессы на водосборе, в частности, связанные с рассредоточенными источниками. Роль локальной неоднородности площади бассейна в формировании стока и качества вод достаточно велика и именно она формирует особенности зависимости различных характеристик качества вод от водности. Рассредоточенные источни-

ки вносят существенный вклад в общую картину загрязнения р. Волга.

Для Нижней Волги характерна высокая межгодовая неоднородность в величинах потоков ЗВ. Различия в потоках в зависимости от водности существенно выше, чем различия в концентрациях ЗВ (Cu, Zn, НУ). Соотношение потоков в многоводные и маловодные годы меняется в диапазоне 1,5-1,9. Меньшие различия характерны для БПК₅ и фенолов (1,4 раза).

Литература

1. Бреховских В.Ф. Микроэлементы в воде, взвеси и донных отложениях Волжского каскада и нижней Волги / В.Ф. Бреховских, З.В. Волкова, А.Г. Кочарян // Сб. «Водные ресурсы Волги. Настоящее и будущее, проблемы управления». Астрахань: ООО КПЦ «Полиграфпром», 2008. С. 41-46.
2. Кочарян А.Г. Проблемы возможного уменьшения влияния неконтролируемых рассредоточенных источников загрязнения водосборов на качество речных вод / А.Г. Кочарян, И.П. Лебедева // Сборник трудов Всерос. научн. конф. «Устойчивость водных объектов, водосборных и прибрежных территорий; риски их использования», Калининград: Капрос, 2011. С. 222-229.
3. Изучение и обзор стока основных загрязняющих веществ из Волжского каскада. Сводный отчет по проекту № RER03G31 (00034997). Москва, 2006. 119 с.



4. Бреховских В.Ф. Современное состояние качества воды и донных отложений Нижней Волги; моделирование и оценка последствий экстремальных ситуаций / В.Ф. Бреховских, З.В. Волкова, В.М. Перекальский // Труды Всерос. конф. «Водные проблемы крупных речных бассейнов и пути их решения». Барнаул: ООО «Агентство рекламных технологий», 2009. С. 242-251.

5. Бреховских В.Ф. Динамика потоков загрязняющих веществ в дельте р. Волга / В.Ф. Бреховских, З.В. Волкова, С.К. Монахов // Вода: химия и экология», 2011. № 4, С. 9-17.

6. Лапин И.А. Изучение распределения и миграции тяжелых металлов в дельте Волги / И.А. Лапин, А.Н. Малютин, Г.Ф. Варварина и др. // Водные ресурсы, 1990. Т. 17, № 1. С. 67-74.

7. Устьевая область Волги: гидролого-морфологические процессы, режим загрязняющих веществ и влияние колебаний уровня Каспийского моря. М.: ГЕОС, 1998. 280 с.

8. Кочарян А.Г. Гидроэкология: тяжелые металлы в водах реки Волга / А.Г.Кочарян, В.Ф. Бреховских, З.В. Волкова, Е.В. Островская // Инженерная экология, 2009. № 1, С. 4-13.

9. Бреховских В.Ф. Процессы переноса и накопления тяжелых металлов на Нижней

Ключевые слова:

сток,
водность,
потоки загрязняющих
веществ

Волге / В.Ф. Бреховских, Д.Н. Катунин, Е.В. Островская, В.М. Перекальский, О.В. Попова // Водные ресурсы, 1999. Т. 26. № 4. С. 451-461.

10. Макарова Е.Н. Роль Волго-Каспийского канала в транзите загрязняющих веществ из Волги в Северный Каспий / Е.Н. Макарова, С.К. Монахов, Е.В. Гаврилова, В.Г. Петренченко, О.И. Холина // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе, 2009. № 9. С. 50-55.

11. Островская Е.В. Тяжелые металлы в системе «дельта Волги – Северный Каспий». / Е.В. Островская, В.Ф. Бреховских, З.В. Волкова, С.К. Монахов, А.А. Курапов, А.Г. Кочарян // Юг России: экология, развитие, 2008. № 4. С. 133-140.

12. Полонский В.Ф. Оценка трансформации полноводных гидрографов стока и уровней воды Нижней Волги и ее дельты / В.Ф. Полонский, Т.Ю. Солодовникова // Метеорология и гидрология, 2000. № 9. С.79-91.

13. Характеристика загрязнения водотоков Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги. Астрахань; ООО КПЦ «Полиграфпром», 2006. 52 с.



V.F. Brekhovskikh, Z.V. Volkova, S.K. Monakhov

CORRELATION BETWEEN RIVER WATER QUALITY AND FLUX OF POLLUTANTS

Dependence between water content and average annual and seasonal hydro chemical indicators of the river Volga has been studied. For the river no general regularities of indicators and water content were observed. The situation

changes from one section to another and from one season to another. At the upper level of the river delta (in the period 1978-2007) considerable differences in concentrations of Zn and Cu between high and low water years have been observed. The

differences in Zn and Cu flows, depending on water content is significantly higher than the differences in their concentrations.

Key words: flow, water content, high-flow, low-flow, flux of pollutants

