

Т. А. Кондратьева, С. Д. Захаров, Г. Н. Жданова,
Р. Н. Исмаилова

К ВОПРОСУ О РЕГИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЯХ КАЧЕСТВА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Ключевые слова: антропогенная нагрузка, гидрохимический режим, экосистема, модуль стока.

Проанализирована информация по гидрохимическому режиму малых рек Татарстана за 10 лет. Произведена оценка доли и степени антропогенного воздействия на малые реки. Рассчитана антропогенная нагрузка по модулю стока загрязняющих веществ на реки Татарстана.

Keywords: anthropogenic loading, hydrochemical mode, ecosystem, module of flow.

Information is analysed on the hydrochemical mode of the small rivers of Tatarstan for 10. The estimation of stake and degree of the anthropogenic affecting is produced the small rivers. The anthropogenic loading is expected on the module of flow of contaminants on the rivers of Tatarstan.

Введение

В настоящее время одна из приоритетных проблем в области охраны окружающей природной среды – разработка методологии адекватной оценки изменчивости состояния экосистем и качества их среды с учетом региональных особенностей их функционирования и характера антропогенного воздействия [1, 2].

Изменчивость речного стока приоритетных загрязняющих веществ – один из факторов региональных особенностей состояния поверхностных вод. Интерес к оценке речного переноса растворенных химических веществ по территории Татарстана обусловлен высоким уровнем антропогенного воздействия на речные экосистемы и высокой внутри- и межгодовой изменчивостью компонентного состава водной среды. В водные объекты могут попадать практически все приоритетные загрязняющие вещества, формирующиеся в процессе производственной деятельности, а также загрязненные воды с площади водосбора, поступление которых считается самой серьезной угрозой [3, 4].

Речной перенос следует рассматривать как фактор местного и регионального распространения загрязняющих веществ, что в свою очередь является определяющим в характере изменчивости гидрохимического режима нижних участков рек.

Цель данной работы – оценить уровень антропогенной нагрузки на реки, определить объем стока загрязняющих веществ в реки Республики Татарстан с учетом региональных особенностей.

Материал и методы

Для оценки возможных объемов стока растворенных химических веществ была использована многолетняя режимная информация по среднегодовым объемам водного стока, полученных на стационарных гидрологических пунктах государственной наблюдательной сети, расположенных на восьми реках Татарстана (Карла, Кубня, Свияга, Берсут, Казанка, Вятка, Ст. Зай, Меша), и по среднегодовым

концентрациям приоритетных компонентов водной среды на гидрохимических пунктах, совмещенных или отдаленных на небольшие расстояния от гидрологических постов. Это следующие реки:

1. р. Свияга, г. Буинск, на 2-х створах:
 - 1.1 км выше впадения р.Карла;
 - 2 км ниже впадения р.Карла;
2. р. Карла, устье, 0.5 км выше устья, 6 км ниже г. Буинск;
3. р. Кубня, с. Чутеево, 1 км выше с.Чутеево;
4. р. Казанка, г. Казань, в черте г. Казань, 0.5 км выше автодорожного моста;
5. р.Меша, с. Пестрецы, 0.5 км ниже с.Пестрецы, 1.1 км ниже автодорожного моста, гидроствор;
6. р. Берсут, с. Урманчеево, 1.9 км ниже с.Урманчеево, гидроствор;
7. р. Вятка, устье, 10 км выше устья р. Вятка, у а/д моста;
8. р. Степной Зай, г. Альметьевск, на 2-х створах: 1 км выше г.Альметьевск и 5 км ниже г.Альметьевск.

Для анализа использовали данные по концентрации легко окисляющихся органических веществ (по БПК и ХПК), азота (нитратного, нитритного, аммонийного), фосфора (фосфатов), сульфатов, хлоридов, фенолов, нефтепродуктов, а также соединений меди, железа и цинка.

Оценку качества воды производили по Комбинаторному индексу загрязненности (КИЗВ) [5].

Долю антропогенного воздействия рассчитывали по формуле:

$$D = N_1/N \cdot 100,$$

где N_1 – число ингредиентов, превышающих ПДК;
 N – общее число нормируемых приоритетных загрязняющих веществ.

Степень антропогенного воздействия рассчитывали по формуле:

$$C = N_2/N_1 \cdot 100,$$

где N_2 – число ингредиентов, превышающих 10 ПДК.

Для оценки речного стока химических веществ использована многолетняя (2001-2011 гг.) информация внутри- и межгодовой изменчивости расходов воды, концентрации химических веществ

на стационарных гидрологических постах исследуемых рек. Для сравнительной оценки стока растворенных веществ по различным рекам использовано отношение среднегодовых объемов химического стока к площади водосбора (модуль стока растворенных веществ, т/км² в год).

По характеру изменчивости максимальных значений модуля стока растворенных химических веществ проведена оценка антропогенной нагрузки на исследуемые реки согласно классификатору [6].

Авторы выражают благодарность А.М.Никанорову, В.А. Брызгалю за научные консультации и помощь при обобщении результатов.

Результаты и их обсуждение

Большинство малые рек – это самые верхние звенья речных систем, которые дренируют речные бассейны и определяют своеобразие состава воды и гидролого-гидрохимический режим [7].

Экологическая роль малых рек состоит в том, что именно они, дренируя большую часть площади водосбора, определяют водность, качество, режим и другие показатели крупных водотоков [8]. Уязвимость малых рек из-за их размеров и низкой способности противостоять антропогенному воздействию ведет к качественным и количественным изменениям водных объектов, т.е. к экологическим проблемам. Это обстоятельство позволяет считать малые реки индикатором экологического состояния не только водосборных площадей, но и водных объектов региона в целом [9]. Впадая непосредственно в крупные водные объекты, они способны трансформировать состав и качество, по крайней мере, на локальных участках в местах впадения (русла).

В естественных природных условиях компонентный состав водной среды речных экосистем формируется под влиянием таких факторов, как характер питания реки, который определяет возможность стока воды в русло реки по поверхности водосбора или после фильтрации через толщу почв и грунтов; количество выпадающих атмосферных осадков; интенсивность снеготаяния; уклон и состояние поверхности водосбора фильтруемой почвы.

В современных условиях интенсивного природопользования нередко определяющим фактором в трансформации компонентного состава водной среды становится антропогенное воздействие на речные экосистемы. Анализируя результаты изменчивости компонентного состава водной среды на водосборах рек Казанка и Меша указывается, что на фоне таких доминирующих природных факторов формирования химического состава вод, как состав почв, с которыми соприкасаются воды, и состав пород, подстилающих почву, антропогенный фактор часто становится определяющим [8]. Так например, высокая минерализация в р.Казанка объясняется не только природными условиями и строением бассейна, но и характером загрязнений, вносимых сточными водами предприятий г. Казань.

Анализ многолетней изменчивости комбинаторного индекса загрязненности водной среды за

последние 10 лет позволил оценить состояние рек как стабильно грязное (для рек Свияга, Меша, Кубня, Казанка, Степной Зай), переходное от грязной к очень загрязненной (для рек Карла и Берсут), переходное от весьма к очень загрязненной (для р.Вятка).

Рассчитанное значение доли антропогенного воздействия (табл. 1) характеризует состояние экосистем как переходное от равновесного к кризисному, кризисное и даже критическое (р. Степной Зай, ниже г. Альметьевск).

К приоритетным показателям загрязненности всех изученных рек относятся органические вещества по ХПК и БПК₅, азот нитритный, соединения меди и железа, нефтепродукты, азот аммонийный, сульфаты, хлориды.

Таблица 1 - Оценка доли антропогенного воздействия на реки

Река, пункт наблюдений	Доля антропогенного воздействия	
	диапазон значений, %	состояние экосистемы
р.Вятка (устье)	7- 43	равновесное
р. Свияга (г. Буинск), 1.1км выше впадения р.Карла	0-57	Переход от равновесного к кризисному
р. Берсут (с. Урманчеево)	0-50	Переход от равновесного к кризисному
р. Меша (с. Пестрецы)	7-57	Переход от равновесного к кризисному
р. Свияга (г. Буинск), 2км ниже впадения р.Карла	0- 64	кризисное
р. Карла (устье)	0-57	кризисное
р. Кубня (с.Чутеево)	7-64	Переход от кризисного к критическому
р. Казанка (г. Казань)	0-64	Переход от кризисного к критическому
р. Степной Зай, 1км выше г.Альметьевск	7-64	Переход от кризисного к критическому
р. Степной Зай, 5км ниже г.Альметьевск	7-71	критическое

На рис. 1, где приводится динамика изменения содержания аммония и нефтепродуктов в реках за 7 лет, видно, что например в р. Степной Зай на фоне снижения загрязнения нефтепродуктами происходит увеличение загрязнения солями аммония. р.

Казанка, наоборот, по этим показателям остается в течение всего периода стабильно грязной.

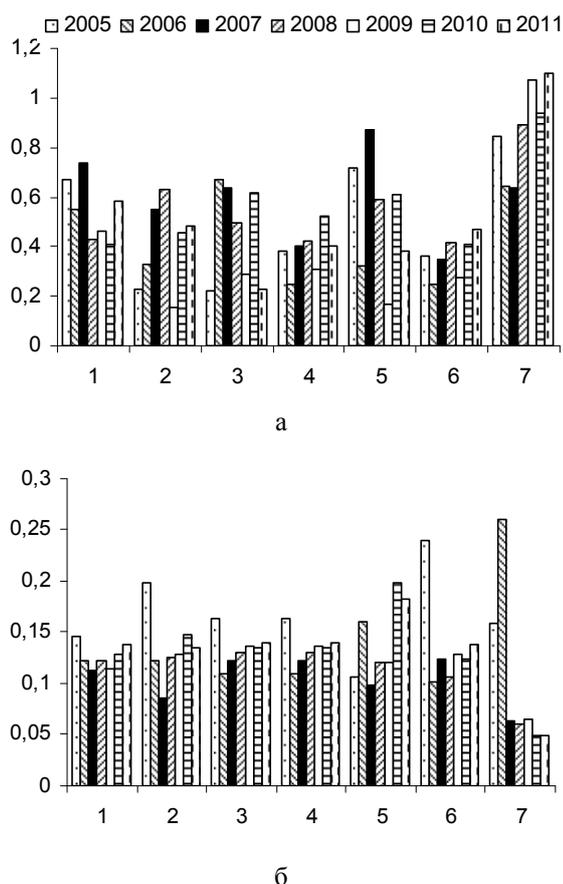


Рис. 1 - Динамика содержания ионов аммония, мг/л (а) и нефтепродуктов, мг/л (б) в реках: 1 – Казанка, 2 – Меша, 3 – Берсут, 4 – Свягя, 5 – Кубня, 6 – Карла, 7 – Степной Зай

Результаты расчета и анализа диапазонов колебания среднегодовых объемов стока растворенных химических веществ показали, в первую очередь, их высокую пространственную изменчивость. В последнее десятилетие максимальные значения объемов стока по исследуемым рекам различались по:

- сульфатам и соединениям цинка в 9,3-9,6 раз,
- нефтяным углеводородам в 15 раз, соединениям железа в 28 раз и фенолам в 63 раза между минимальным диапазоном для р.Берсут и максимальным – для р.Степной Зай;
- хлоридам в 16 раз между минимальным диапазоном для р. Меша и максимальным – для р. Степной Зай;
- фосфору фосфатному в 11 раз между минимальным диапазоном для р. Казанка и максимальным – для р. Степной Зай;
- легкоокисляемым органическим веществам в 9,5 раза между минимальным диапазоном для р. Казанка и максимальным – для р. Свягя;
- соединениям меди в 24 раза между минимальным диапазоном для р.Берсут и максимальным – для р.Меша.

При этом следует обратить внимание на то, что если абсолютные величины стока растворенных веществ определяются в основном значениями водного стока, то диапазоны колебания среднегодовых объемов химического стока находятся в прямой зависимости от уровня антропогенного воздействия. Чем выше степень загрязненности водной среды, тем шире диапазон колебания объемов стока растворенных химических веществ на фоне значительной их межгодовой изменчивости.

Сравнительная оценка среднемноголетних объемов притока исследуемых растворенных химических веществ с допустимыми по ПДК объемами показала, что перенос этих соединений превышает допустимые по:

- нефтяным углеводородам в 2-3 раза по всем исследуемым рекам;
- фенолам в 2,6 раза по р.Свягя и 4,3 раза по р.Степной Зай;
- соединениям меди в 3,8-4,8 раза по всем исследуемым рекам, кроме р.Меша, где превышение допустимых объемов достигало 7 раз;
- соединениям железа в 2,9-3,9 раза по рр. Карла, Кубня, Меша и Степной Зай;
- сульфатам в 26 раз по р.Казанка.

Особое внимание следует обратить на заметное (свыше 10 раз по максимальным значениям) превышение объемов стока азота аммонийного над стоком азота нитритного, что связано не столько с особенностями водосборных территорий, сколько с усилением внутрисистемных процессов аммонификации при поступлении больших количеств органических веществ антропогенного происхождения. В отдельных случаях максимальные объемы стока азота аммонийного превышают таковые по стоку и азота нитратного.

Учитывая заметные различия объемов водного стока исследуемых рек, для сравнительной оценки доли перечисленных выше соединений в общем объеме стока растворенных химических веществ были использованы модули среднегодового стока (кг/год на км²). Результаты расчета модуля стока приоритетных химических соединений позволили заключить, что наиболее интенсивный их сток с речными водами происходит по:

- легкоокисляемым органическим веществам, фосфору фосфатному и соединениям меди по р.Кубня;
- фенолам, нефтяным углеводородам, азоту аммонийному, азоту нитритному, азоту нитратному, соединениям цинка и железа по р.Степной Зай.

Сравнительная оценка результатов статистической обработки вариационных рядов значений модуля речного стока азота аммонийного, легкоокисляемых органических веществ и нефтяных углеводородов позволила по полученным интервалам колебания максимальных значений модуля стока химических веществ оценить антропогенную нагрузку, которую испытывают исследуемые реки Татарстана.

Полученные результаты показали, что наибольшую антропогенную нагрузку исследуемые

реки испытывают по азоту аммонийному (табл. 2). За исследуемый период она менялась от малой в реках Свияга и Казанка до критической - в р.Берсут и высокой в - р.Кубня.

Таблица 2 - Антропогенная нагрузка по модулю загрязняющих веществ на реки Татарстана

Река	NH ₄		ЛООВ		НП	
	max, т/км ² в год	Нагрузка	max т/км ² в год	Нагрузка	max, т/км ² в год	Нагрузка
Свияга	0,01-0,02	малая	0,18-0,20	малая	0,006-0,007	малая
Карла	0,05-0,07	умеренная	0,34-0,38	малая	0,017-0,018	малая
Кубня	0,20-0,25	высокая	0,80-1,0	умеренная	0,038-0,039	малая
Казанка	0,03-0,04	малая	0,12-0,13	малая	0,006-0,008	малая
Меша	0,08-0,09	умеренная	0,37-0,46	малая	0,021-0,035	малая
Берсут	0,11-0,13	критическая	0,57-0,92	умеренная	0,028-0,029	малая
Ст. Зай	0,16-0,21	переходная от критической к высокой	0,58-0,62	умеренная	0,046-0,050	малая

Примечание: ЛООВ - легкоокисляемые органические вещества (по БПК, ХПК); NH₄ – аммоний, НП – нефтепродукты.

Расчеты и детальный анализ диапазонов колебания среднегодовых, среднемноголетних объемов и модулей стока растворенных химических веществ по исследуемым рекам показали, что наиболее интенсивный перенос с речными водами происходит по:

- легкоокисляемым органическим веществам, фосфору фосфатному и соединения меди по р.Кубня;

- фенолам, нефтяным углеводородам, азоту аммонийному, нитритному, нитратному, соединениям цинка и железа по р.Степной Зай.

По модулю стока наибольшую антропогенную нагрузку испытывают реки Татарстана по азоту аммонийному. В новом тысячелетии она менялась от малой в рр. Свияга, Казанка до критической в р.Берсут и высокой в р.Кубня.

Проведенные расчеты показали, что физический перенос по исследуемым рекам таких критических загрязняющих веществ, как нефтяные углеводороды, фенолы, соединения меди и минеральные

формы азота преобладает над процессами их трансформации, и заметные их количества могут поступать в низовья и устья рек Татарстана и в приемные водоемы.

С целью получения объективной информации, необходимой для принятия решений о проведении природоохранных мероприятий в бассейнах рек Татарстана, необходимо продолжить наблюдения за загрязнением поверхностных вод в условиях, наиболее неблагоприятных в гидрометеорологическом и гидрохимическом отношении для более обоснованной оценки характера и уровня антропогенной трансформации, гидролого-экологического состояния речных экосистем.

Работа выполнена в рамках программы НИОКР Росгидромета.

Литература

1. Никаноров, А.М. Реки Российской Арктики в современных условиях антропогенного воздействия / А.М. Никаноров, В.В. Иванов, В.А. Брызгалов - Ростов-на-Дону: «НОК», 2007. – 280 с.
2. Никаноров, А.М. Реки России. Часть III. Реки Республики Татарстан (гидрохимия и гидроэкология) / А.М. Никаноров, С.Д.Захаров, В.А. Брызгалов, Г.Н.Жданова. – Ростов-на Дону, 2010. – 192 с.
3. Малые реки Волжского бассейна / ред. Н.И. Алексеевский. - М.: МГУ, 1998. - 233 с.
4. Никаноров, А.М. Пресноводные экосистемы в импактных районах России / А.М. Никаноров, В.А. Брызгалов - Ростов-на-Дону: "НОК", 2006. - 275 с.
5. РД 52.24.643-2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям. - СПб.: Гидрометеиздат, 2003. - 49 с.
6. РД 52.24.661-2004. Рекомендации. Оценка риска антропогенного воздействия приоритетных загрязняющих веществ на поверхностные воды суши. - М.: Изд-во Метеоагентства Росгидромета. 2006. – 26 с.
7. Курманова, А.А. Особенности формирования химического состава воды рек Татарской АССР / А.А. Курманова // Рациональное использование и охрана природных вод бассейна Средней Волга: Комплексное использование и охрана водных ресурсов (УралНИИВХ). - Свердловск, 1990. - С.96-103.
8. Иванов, А.В. Состояние водных ресурсов и условия водоснабжения населения в нефтедобывающих районах Республики Татарстан / А.В. Иванов, Е.А. Тафеева // Водные ресурсы. - 2006. -№ 3. - С.273-282.
9. Демин, А.П. Тенденции использования и охраны водных ресурсов в России / А.П. Демин // Водные ресурсы. - 2000. - № 6. - С.735-754.

© Т. А. Кондратьева - канд. биол. наук, вед. гидробиолог КЛМС ФГБУ «Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Республики Татарстан», tatjana_kondrate@mail.ru; С. Д. Захаров - канд. биол. наук, нач. ФГБУ «Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Республики Татарстан», meteort@mail.ru; Г. Н. Жданова – канд. хим. наук, зам. нач. ФГБУ «Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Республики Татарстан»; Р. Н. Исмаилова – канд. хим. наук, и.о. нач. КЛМС ФГБУ «Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Республики Татарстан», доц. каф. аналитической химии, сертификации и менеджмента качества КНИТУ, klms@tatarmeteo.ru.