

загрязнение, не столь значительны [1]. Но по относительным значениям выделяются «Роща» и район ТЭЦ-4 с интенсивным загрязнением сульфатами (доля в ионном составе 80 %) и территория прилегающая к МКАД с загрязнением хлоридами и натрием (82 %), а также центральный вокзал с соединениями азота [1].

Литература

1. *Посохов Е. В.* Ионный состав природных вод. Генезис и эволюция. Л.: Гидрометеиздат, 1985. С. 135.
2. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Л.: Гидрометеиздат, 1977. С. 545.
3. Сборник методик выполнения измерений, допущенных к применению деятельности лаборатории экологического контроля предприятий и организаций Республики Беларусь. Часть 1. Мн.: Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды, БелНИЦ «Экология». С. 250.
4. Состояние окружающей среды и природопользование в городе Минске // Под ред. А. Н. Боровикова, В. М. Бурака, А. П. Гриценко и др. Мн.: БелНИЦ «Экология», 2000. С. 200.
5. Состояние природной среды Беларуси: Экол. бюл. 2001г. / Под ред. В. Ф. Логинова. Мн.: РУП «Минсктиппроект», 2002. С. 232.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ ТРАНСФОРМАЦИИ ИОННОГО СТОКА РЕК БАСЕЙНА НЕМАНА В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Е. Г. Кольмакова

Сток растворенных веществ рек представляет собой интегральную характеристику процессов формирования химического состава поверхностных вод. В естественных условиях химический сток отражает интенсивность природных физико-химических и биологических процессов взаимодействия вод с корой выветривания и биосферой в целом; в условиях техногенного давления на фоновые значения накладывается влияние факторов антропогенной нагрузки в речном бассейне.

Изучение трансформации выноса химических веществ с речным стоком включает определение моментов нарушения стока растворенных веществ и оценку его антропогенной составляющей.

В качестве объектов исследования избраны располагающие достаточной гидрохимической и гидрологической информацией водотоки, химический состав вод которых отражает ландшафтно-геохимические особенности занимаемых ими водосборов, – рр. Березина, Котра, Свислочь, Неман, Сервечь, Нарочь, Ошмянка, Вилия. Длина ряда наблюдений от 38

до 53 лет. Сток растворенных веществ рассчитан по среднемесячным величинам с последующим суммированием за год [1, с. 5].

Моменты нарушения химического состава воды определены графоаналитическим методом разностно-интегральных кривых, часто используемым для диагностирования интегрального влияния хозяйственной деятельности [2, с. 30; 3, с. 17–19].

Разностно-интегральные кривые, нормированные на коэффициент вариации, построены по соотношениям стока главных ионов к выносу гидрокарбонатов: $\text{SO}_4^{2-}/\text{HCO}_3^-$, $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$, $\text{Na}^++\text{K}^+/\text{HCO}_3^-$, R (ионный сток)/ HCO_3^- . Использование гидрокарбонат-ионов связано с тем, что соотношения указанных элементов в сточных и природных водах различны, а также фактически не зависят от колебаний водности. Использование указанных соотношений при построении интегральных кривых является новым методическим подходом, предлагаемым автором, позволяющим диагностировать антропогенные нарушения в химическом стоке рек на раннем этапе и абстрагироваться от фактора водности.

Разностно-интегральные кривые наметили точки перелома в гидрохимическом режиме и позволили установить границу фонового и природно-техногенного периодов для рек бассейна (табл.).

Таблица

Начало нарушений ионного стока рек бассейна Немана

Река (створ)	Годы нарушений, принятые по соотношениям			
	$\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$	$\text{SO}_4^{2-}/\text{HCO}_3^-$	$\text{Na}^++\text{K}^+/\text{HCO}_3^-$	R/ HCO_3^-
Сервечь (Кривичи)	1968	1970*	1965	1970
Нарочь (Нарочь)	1972	1970	1965	1970
Ошмянка (В. Яцны)	1966	1970*	1970	1970
Вилия (Вилейка)	1970	1970	1970*	1970
Свислочь (С. Долина)	1967	1967	1972	1967
Березина (Неровы)	1974	1970	1965	1970
Котра (Сахкомбинат)	1966	1969	1970	1966
Неман (Столбцы)	1971	1967	1951	1968
Неман (Гродно)	1969	1969	1966	1969

Примечание. * – первые признаки нарушений отмечаются в 1963–1965 гг.

Начало природно-техногенного этапа формирования поверхностных вод для ионного стока Вилии определяется в среднем 1970 годом, хотя для хлоридов по отдельным притокам наблюдается как более раннее (рр. Сервечь и Ошмянка), так и более позднее (р. Нарочь) начало нарушений вследствие различного уровня хозяйственного освоения водосборов. Ранние нарушения по натрию и калию зафиксированы для Сервечи и Нарочи (1965 г.), что, видимо, связано с интенсивной химизацией сельского хозяйства на водосборах.

Точка перелома в динамике ионного стока рек бассейна Немана (искл. Вилию с притоками) наступает раньше и приходится в среднем на 1968 г. Наиболее позднее нарушение отмечается для р. Березины (1970 г.), наиболее раннее – для р. Котры (1966 г.). Для аграрных районов в верховьях Немана наблюдается самое раннее нарушение по щелочным элементам (1951 г.), в основном за счет калия, который входит в состав минеральных удобрений. В устьевой части Немана начальный момент нарушения представляет собой интегральную величину.

Кроме того, для большинства водотоков, кроме Нарочи, по разностно-интегральным кривым просматривается и третий период, начиная с 1988–1989 гг. по настоящее время. Процесс бурного роста выноса химических веществ с речным стоком за счет антропогенных источников сменяется состоянием стагнации либо в отдельных реках убылью. По времени этот этап совпадает со спадом промышленного и сельскохозяйственного производства, когда роль техногенных факторов в формировании химического состава воды рек заметно снизилась.

Чтобы подтвердить или опровергнуть правомерность этой гипотезы, а также проверить правильность выделенных границ фонового периода, использованы статистические методы с применением критериев Стьюдента и Фишера, как принято при решении подобных задач [2, с. 24; 3, с. 57].

Статистический анализ показал, что для всех створов (за искл. Вилия – г. Вилейка), по всем компонентам ионного стока независимость фонового и природно-техногенного этапов подтвердилась. В р. Вилии наблюдается явление «компенсации солей», когда рост выноса химических веществ из антропогенных источников компенсируется уменьшением расходов воды, связанным с переброской стока по Вилейско-Минской водной системе.

Кроме того, статистический анализ подтвердил правомерность выделения третьего периода для некоторых водотоков. Существование третьего этапа отчетливо прослеживается для Вилии, Сервечи, Ошмянки, Березины. Для других водотоков третий этап выделяется только по отдельным параметрам: для рр. Россь, Зельвянка, Уша – по выносу ионов хлора, Свислочи и Зельвянки – по сульфатам. Для большинства рек существует характерное отличие по выносу натрия.

С целью количественной оценки антропогенной доли в ионном стоке рек использован метод «реперов» [5, с. 74]. В качестве индикатора поступления компонентов солевого состава вод антропогенного происхождения применяется их отношение к гидрокарбонат-иону как к реперу.

Вовлечение в геохимические потоки химических веществ техногенного происхождения трансформировало естественную структуру ионного

стока рек и проявилось в увеличении выноса химических веществ с речным стоком за счет антропогенных ионов хлора, натрия, калия, сульфат-ионов (рис.).

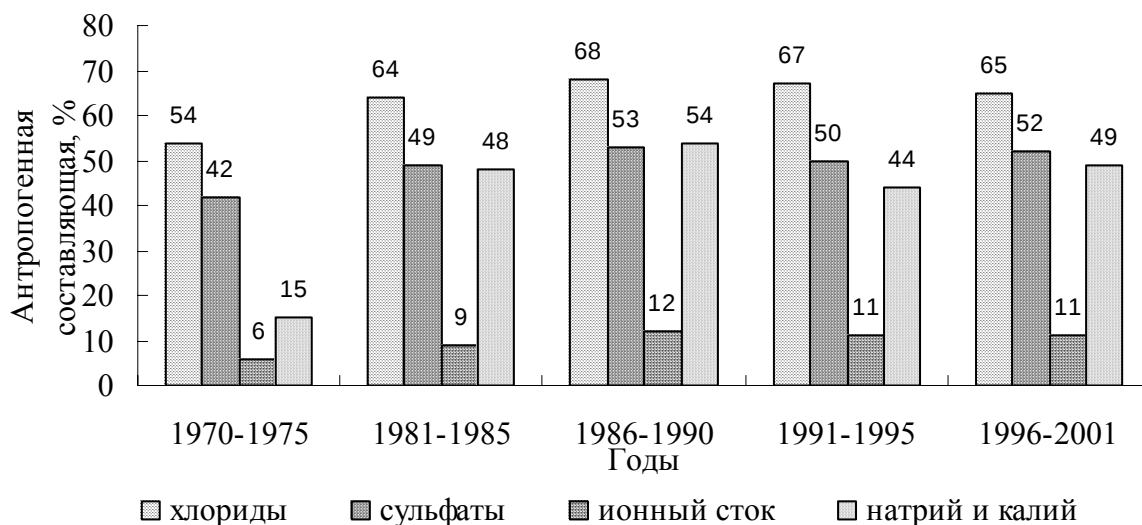


Рис. Антропогенная составляющая ионного стока р. Неман (г. Гродно)

В 70-ые гг. антропогенная составляющая ионного стока рек бассейна составляла 3–9 %. Пик выноса химических веществ с речным стоком пришелся на конец 80-ых гг. Доля хлоридов техногенного происхождения в этот период колебалась по отдельным рекам (в зависимости от уровня антропогенной нагрузки на водосборе) от 45 до 80 %, сульфатов – 32–64 %, натрия и калия – 39–66 %, ионного стока в целом – от 8 до 13 %.

Период с 1988–1989 гг. характеризуется убылью антропогенной составляющей стока главных ионов либо тенденцией к снижению темпов ее роста, что еще раз подтверждает гипотезу о самостоятельности третьего периода.

Подводя итоги, отметим, что в динамике ионного стока рек бассейна Немана выделяется несколько точек перелома. Первая точка перелома приходится на 1968–1970 гг. При этом вначале проявляются нарушения по тому компоненту солевого состава вод, который является приоритетным загрязнителем в доминирующей на водосборе сфере хозяйственной деятельности. Для ряда рек по всем или нескольким параметрам отмечается вторая точка перелома – 1988–1989 гг. Однако в крупных водотоках количественных изменений в выносе химических веществ недостаточно для перехода на качественно более высокий уровень.

Оценка антропогенной доли ионного стока рек бассейна Немана и Вилии позволяет констатировать, что на протяжении всего постфоновоего этапа, техногенные источники поступления и выноса ионов хлора с речным стоком играют доминирующую роль; антропогенная составляющая

сульфатов, натрия и калия сравнима с ее природной компонентой. В настоящее время в условиях пониженной антропогенной нагрузки, по сравнению с уровнем 70–80-ых гг., наметилась тенденция к стабилизации качества поверхностных вод в бассейне. Дальнейшее развитие процесса будет зависеть от уровня антропогенной нагрузки в будущем.

Литература

1. Временные методические рекомендации по расчету выноса органических, биогенных веществ, пестицидов и микроэлементов речным стоком. М.: Гидрометеопиздат, 1983. С. 31.
2. Скакальский Б. Г. Антропогенные изменения химического состава воды и донных отложений в загрязняемых водных объектах: Автореферат дис. ... д-ра геогр. наук. Санкт-Петербург, 1996.
3. Кадацкая О. В. Гидрохимическая индикация ландшафтной обстановки водосборов. Мн.: Наука и техника, 1987. С. 135.
4. Максимова М. П. Критерии оценки антропогенных изменений и расчет антропогенной составляющей ионного стока рек // Водные ресурсы. 1985. №3. С. 71–75.

ЭКСПЕРТНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Н. В. Коханевич

Книги, которые обязательно необходимы для осуществления учебных программ и реализации учебных планов учебных заведений всех типов, существующих в стране, составляют учебную литературу. Учебная литература представляет собой одно из самых действенных средств внедрения достижений науки в сознательную практическую деятельность, в повседневный быт людей, средство освоения ими новых, прогрессивных идей. Поэтому проблемы качества учебных книг волнуют не только педагогов и издателей, но и людей всех профессий.

Возрастание социальной роли учебной литературы привело к тому, что проблема ее анализа стала чуть ли не центральной. В. Бейлинсон указывает, что только для анализа фонда словарного запаса учебных книг, лексических свойств текста, степени его трудности и доступности за 15 лет (1970–1985 гг.) создано более 60 различных методик [1]. Среди них отдельную группу занимают экспертные методы. Значимость применения этих методов безмерно возросла с появлением новых компьютерных систем, обладающих интеллектуальными функциями. При реализации интеллектуальных функций непременно присутствует информация, называемая знаниями. При этом в информатике знаниями принято называть хранимую в машине информацию, формализованную в соответствии с определенными структурными правилами, которую компьютер может автономно использовать при решении проблем по таким алгоритмам, как логические выводы [2]. Эти системы позволяют автоматизи-