

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА РЕК МУХАВЕЦ И ЛЕСНАЯ

В.Н. Яромский, И.А. Олесик, Н.Н. Бахур, И.А. Борздун

Отдел проблем Полесья НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

В последние десятилетия пресные водные ресурсы претерпели значительные трансформации, связанные не только с изменением климата, но и с антропогенным воздействием. Хозяйственная деятельность на водосборах рек, недостаточная эффективность работы действующих очистных сооружений канализации, перевод животноводства на промышленную основу ведут к загрязнению вод. Концентрация различных загрязняющих веществ в речных водах часто превосходит допустимые нормы [1].

Для нейтрализации отрицательного воздействия загрязненных вод на здоровье населения в 80-х гг. прошлого столетия была сформирована разветвленная сеть мониторинга, которая должна была обеспечивать станции водоподготовки информацией о возможных изменениях качества исходной воды. Финансовые проблемы 90-х гг. привели к сокращению числа пунктов наблюдения за водоисточниками, уменьшению номенклатуры контролируемых ингредиентов и переходу на программы с пониженной частотой замеров. В связи с этим прогнозирование уровня загрязнения воды в реках на ближайшее будущее является актуальным в настоящее время.

Анализ динамики и исследование закономерностей изменения качества воды в реках Мухавец и Лесная в зависимости от антропогенной нагрузки, а также подбор математической модели позволяют дать прогнозную оценку уровня загрязнения воды в этих реках на ближайшее будущее.

В ходе исследований использовались физико-географические, математико-статистические и другие методы. Системный анализ накопленной информации, сравнительно-географический метод позволили дать общую характеристику гидрохимического режима рек, выделить характерные источники антропогенной нагрузки и оценить степень их влияния на водоток.

Основой для выявления тенденций изменений гидрохимического режима рек за многолетний период были использованы данные, опубликованные в статистических сборниках «Окружающая среда и природные ресурсы Республики Беларусь», и Государственный водный кадастр [1].

На качество вод сильное влияние оказывают сброс сточных вод от промышленности, городов, животноводческих комплексов, сток с сельскохозяйственных угодий.

Основные объемы сточных вод, поступающих в р. Мухавец, образуются в сфере жилищно-коммунального хозяйства, меньше - в промышленности и сельском хозяйстве. Современные системы и схемы канализации городских поселений предусматривают, как правило, совместную очистку коммунальных и производственных сточных вод на единых очистных сооружениях. В бассейне р. Мухавец расположен 121 водопользователь, 106 из которых осуществляют сброс сточных вод на поля фильтрации, в накопители, впадины, 1 - на земельные поля орошения (ЗПО), 13 - непосредственно в водные объекты. Сосредоточенный организованный выпуск очищенных городских сточных вод в р. Мухавец осуществляют г.г. Пружаны, Кобрин, Жабинка и ряд других небольших населенных пунктов, кроме того, в реку поступают дождевые сточные воды с территорий указанных городов и г. Бреста.

На водосборе р. Лесная отсутствуют крупные промышленные предприятия и населенные пункты, сточные воды которых отводятся непосредственно в водоток.

Несмотря на то, что, в общем, наметилась тенденция снижения концентрации БПК₅, состояние поверхностных вод по этому показателю остается неудовлетворительным. В районе г. Кобрин превышение ПДК наблюдается за весь период наблюдений. Одной из главных причин являются неэффективно работающие сооружения биологической очистки на городских станциях аэрации, а также предприятия АПК. Практически в каждом районном центре, в поселках городского типа в настоящее время работают консервные заводы, скотобойные пункты, молокоперерабатывающие заводы, на которых отсутствуют локальные очистные сооружения.

В конце 1980-х – начале 1990-х р. Мухавец была сильно загрязнена нефтепродуктами. Концентрация нефтепродуктов достигала 16 ПДК (рис. 3). Нефтепродукты являются наиболее распространенными и опасными веществами, загрязняющими поверхностные воды. При содержании нефтепродуктов более 0,05 мг/дм³ портятся вкусовые качества воды, а рыба приобретает неприятный привкус нефти. Концентрация нефти выше 0,5 мг/дм³ смертельна для рыб, а равная 1,2 мг/л вызывает гибель планктона [2]. В настоящее время наблюдается тенденция снижения концентраций нефтепродуктов в р. Мухавец. В среднем за последние десять лет концентрации нефтепродуктов в реке уменьшились на 80 %.

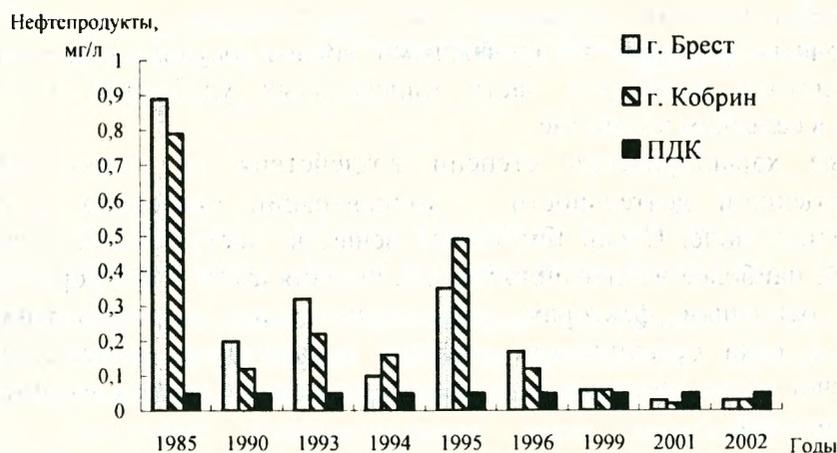


Рис. 3 Динамика изменений концентраций нефтепродуктов в р. Мухавец (створ Брест, Кобрин).

Поступление азота в поверхностные воды связано с процессами минерализации органического вещества, в результате которых образуются аммонийные, нитратные и нитритные соединения. Увеличение концентраций этих соединений создает условия, способствующие эвтрофированию водотоков. За исследуемый период увеличилось содержание азота аммонийного, и в настоящее время в реке Мухавец на участке от Кобрин до Бреста содержание азота аммонийного составляет 1,4...2,3 ПДК. Динамика изменения содержания азота аммонийного показана на рис. 4. Загрязнение вод нитритным азотом по сравнению с аммонийным значительно ниже.

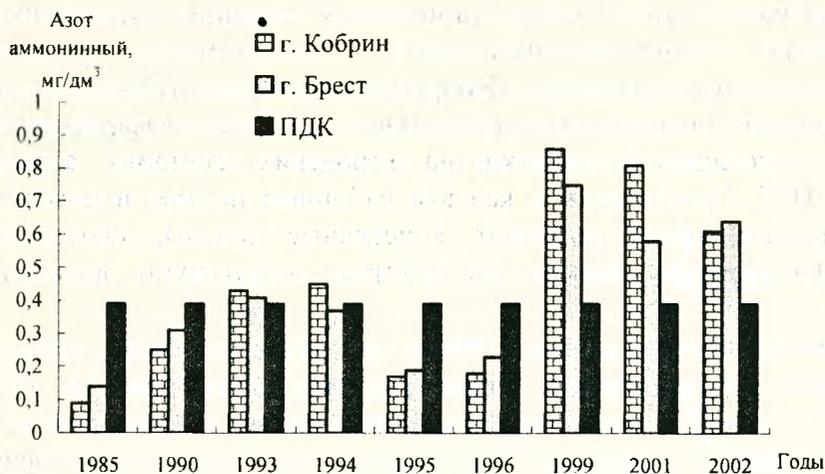


Рис. 4. Динамика изменения концентраций азота аммонийного в р. Мухавец (створы г. Брест, г. Кобрин)

Сток с сельскохозяйственных угодий выдвигается в число основных источников загрязнения вод. Применение средств химизации (органических и минеральных удобрений, микроэлементов, пестицидов) оказывает влияние на состояние почвенного покрова и водных ресурсов. С дренажными водами осушительно-увлажнительных систем в водотоки выносятся часть минеральных удобрений и ядохимикатов, применяемых в сельском хозяйстве.

Основные характеристики степени воздействия на гидрохимический сток сельскохозяйственной деятельности – концентрации биогенных и органических веществ в речной воде. Среди биогенных веществ, поступающих в речную сеть с сельхозугодий, наиболее неблагоприятны соединения азота и фосфора, поскольку они относятся к основным факторам, обуславливающим эвтрофирование водоемов. Поступление в реки органических остатков и биогенных веществ происходит в основном за счет водно-эрозионных процессов на пашне в период весеннего половодья и ливневых паводков.

Для оценки влияния сельскохозяйственной деятельности на качество поверхностных вод и экологическое состояние водотоков была выбрана р. Лесная, поскольку расположенные на водосборе хозяйства (Большевик, КСО «Колос», Родина, СКП «Остромечево», Рассвет, Пограничник, Искра и др.) имеют развитую сельскохозяйственную инфраструктуру.

Поступление органических веществ в реки зависит от интенсивности эрозионных процессов на пашне в период формирования весеннего склонового стока и от доз внесения органических и минеральных удобрений на поля (рис. 5). В это время отмечены высокие значения БПК₅ в сочетании с максимальным стоком. Высокие значения БПК₅ зимой связаны с недостатком насыщения воды кислородом и низкой интенсивностью процессов минерализации органических остатков. Летом поступление органических веществ в реку увеличивается, но одновременно возрастает и интенсивность процессов их минерализации, в том числе за счет улучшения кислородного режима. Минимальные значения БПК₅ отмечены весной, после окончания весеннего половодья, и осенью, когда поступление органических веществ сокращается, а условия их минерализации улучшаются в связи с увеличением содержания в воде растворенного кислорода.

Основным источником поступления азота в речную сеть является вынос его с сельскохозяйственных угодий в период весеннего половодья. За период половодья, на которое приходится 50-60 % годового стока реки, через речную сеть проходит большая

часть всех форм азота. В это время были отмечены максимальные концентрации аммонийного и нитратного азота.

Анализ динамики гидрохимического стока по сезонам года показал, что в течение практически всего года в речной воде преобладает нитратная форма растворенного в воде азота. Только весной в период окончания ледостава и во время весеннего половодья преобладающей формой становится аммонийный азот. В это время происходит поступление азота со склоновым стоком с сельскохозяйственных земель, в том числе и пахотных. Содержание нитритного азота в десятки и сотни раз меньше содержания остальных форм.

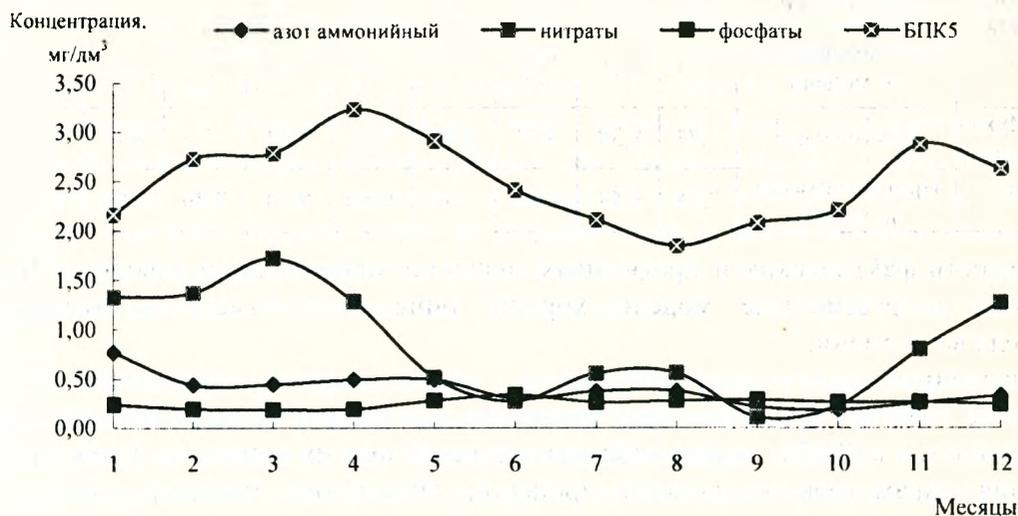


Рис. 5. Среднемесячные значения концентраций растворенных органических и биогенных веществ в воде р. Лесная за период наблюдений 1993 – 2002 гг.

Таким образом, основными источниками загрязнения биогенными и органическими веществами р. Лесная являются предприятия агропромышленного комплекса, их пахотные угодья, расположенные в поймах рек.

Установить надежные функциональные связи колебаний концентраций растворенных в воде веществ с природными и хозяйственными факторами на основании имеющегося материала наблюдений не представляется возможным в силу небольшого периода наблюдений. Поэтому для получения прогнозной оценки уровня загрязнения рек Лесная и Мухавец по имеющимся концентрациям загрязняющих веществ, ряды которых отражают информацию об эволюционных изменениях, сезонных колебаниях и случайных отклонениях качества воды на базе эмпирических моделей были построены регрессионные модели, отражающие зависимость основных показателей загрязнения от времени [3, 4]. Так как большинство временных рядов имеет периодический характер, то общий вид регрессионных моделей представляет собой:

$$y = b_1 \cdot \cos(t + b_2) + b_3, \quad (1)$$

где y – концентрация ингредиента, мг/дм^3 ; t – время, год; b_1, b_2, b_3 – коэффициенты регрессии.

Исключение составляют ряды, характеризующие изменения таких показателей, как растворенный кислород р. Мухавец (2), взвешенные вещества р. Лесная (3):

$$y = \log(t) + b_1, \quad (2)$$

$$y = (b_1 + t \cdot b_2) \cdot \cos(t) + b_3 \cdot \sin(t + b_4), \quad (3)$$

где y – концентрация ингредиента, мг/дм³; t – время, год; b_1, b_2, b_3, b_4 – коэффициенты регрессии.

О соответствии экспериментальных данных y_i и аппроксимирующей их зависимости $y(t)$ дает представление таблица.

Таблица. Изменения концентрации взвешенных веществ в р. Лесная, створ д. Шумаки и растворенного кислорода в р. Мухавец, створ г. Брест

Река	Концентрация вещества, мг/дм ³	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
р. Лесная (взвешенные вещества)	Фактическая	6,00	3,20	2,70	2,90	2,40	3,80	4,90	5,12	3,88	3,25
	Прогнозируемая по модели	5,58	4,06	2,55	2,15	2,90	4,03	4,75	4,76	4,16	3,30
р. Мухавец (растворенный кислород)	Фактическая	7,83	8,38	8,71	8,90	9,20	9,64	13,7	8,43	10,3	9,47
	Прогнозируемая по модели	7,95	8,64	9,04	9,33	9,55	9,74	9,89	10,03	10,14	10,25

Близость фактических и прогнозных значений концентрации говорит о том, что выбранные регрессионные модели хорошо описывают изменение исследуемого показателя во времени.

Анализируя полученные результаты, можно сделать следующий вывод: в ближайшие пять лет существенного изменения концентраций загрязняющих веществ не произойдет, а к 2007 г. может наблюдаться некоторое их снижение. Если тенденции изменения параметров изучаемого процесса, описанного моделью, сохранятся в будущем, можно говорить о ее пригодности для формирования среднесрочных прогнозов. Для долгосрочных прогнозов необходим анализ более протяженных временных рядов.

Литература

1. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 1999 год). – Мн.: ЦНИИКИВР, 2000. – 129 с.
2. Волчек А.А., Калинин М.Ю. Водные ресурсы Брестской области – Мн.: Изд-во БГУ, 2002. – 440 с.
3. Епифанцев Б.Н., Толмачева Н.А. Точность прогноза водотоков // Водоснабжение и санитарная техника, 2001. – № 9. – С. 9 – 13.
4. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Статистический анализ данных на компьютере / под ред. В.Э. Фигурнова – М.: ИНФА – М., 1998. – С. 331 – 395.

Dynamics of Water Quality Changes of the Muhavec and Lesnaya Rivers

V.N. Jaromsky, I.A. Olesik, N.N. Bakhur, I.A. Borzdun

Department for Problems of Polesie of National Academy of Science of Belarus,
Brest, Belarus

The analysis of dynamics and research of water quality changes in the rivers have formed a basis for the general characteristic of a hydrochemical mode by the example of the rivers Muhavec and Lesnaya. The basic sources of anthropogenous loading on water-currents are allocated. The regression models reflecting dependence of the basic parameters of pollution on time have been constructed.