

ИЗМЕНЕНИЕ РЕЖИМА БИОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ И ИХ ВЫНОСА РЕКАМИ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Институт Географии НАНА, AZ 1143, г.Баку, пр. Г.Джавида,31, e-mail: magamed@box.az

На примере рек Азербайджана рассмотрены внутригодовые и многолетние изменения концентраций биогенных веществ и их выноса с 1975 по 2009 г. Отмечено, что режим биогенных веществ рек Азербайджана характеризуется значительными внутригодовыми изменениями концентраций, сильными прямыми связями концентраций с расходами воды для NO_2^- , PO_4^{3-} и NO_3^- . Выявлена тенденция роста концентраций биогенных веществ с конца 1980-х гг., сопровождающаяся ростом межгодовой изменчивости. На примере рек Азербайджана показано, что неточечные источники антропогенного воздействия (смыв удобрений с сельскохозяйственных угодий) сильно увеличивают в речной воде концентрацию всех биогенных веществ, и в особенности ионов NO_3^- (от 220-480% до 1200-1450%).

Ключевые слова: нитраты; нитриты; фосфаты; биогенные элементы; хемограф.

Введение

Биогенные элементы являются важнейшими компонентами природных вод, определяющими биологическую продуктивность водных объектов. От их концентрации в большой степени зависит и качество воды. Однако в реках Азербайджана биогенные элементы изучены недостаточно [4; 8].

Вместе с тем эти исследования по территории Азербайджана выполнялись до начала – середины 70-х гг. XX в., когда ряды наблюдений за химическим составом воды были относительно короткими, а антропогенное воздействие на речные воды имело сравнительно ограниченные масштабы. В связи с этим актуальной задачей является изучение режима и выноса биогенных веществ реками Азербайджана в современный период, а также анализ изменения этих характеристик во времени с учетом возросших масштабов антропогенного воздействия.

В данной статье приведены результаты анализа гидрохимических данных по рекам Азербайджана [5; 6] за 1975-2009 гг. Произведена систематизация данных и выявлена связь концентраций биогенных элементов с расходами воды. На примере рек Азербайджана показано, что источники антропогенного воздействия оказывают сильное влияние на гидрохимический режим.

Для решения поставленной задачи на территории Азербайджана выбрано 39 пунктов с наиболее длительными (от 14 до 38 лет) рядами наблюдений за концентрациями биогенных веществ. Эти пункты расположены на основных реках республики и относительно равномерно распределены по территории Азербайджана.

Целью работы является описание характера и величины среднемноголетних внутригодовых изменений концентраций биогенных элементов и биогенного стока рек Азербайджана, а также их изменчивости во времени.

Методика исследований

Для изучения внутригодовых изменений вычислялись среднемноголетние месячные концентрации биогенных веществ (С) и расходы воды (Q), проводилось описание среднемноголетних месячных концентраций и построение «хемографов» (т. е. графиков изменения концентраций в течение года) воды рек, анализировались величины, характеризующие внутригодовые изменения (maxC/minC , коэффициент вариации C_v и др.), а также устанавливались регрессионные зависимости – концентрация-расход.

$$\text{Коэффициент вариации } C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (k_i - 1)^2}{(n-1)}},$$

(1)

где k – модульный коэффициент, равный отношению каждого члена ряда к его среднему значению, т.е. $k_1=C_1/C_{cp}$, $k_2=C_2/C_{cp}$, $k_n=C_n/C_{cp}$; n – число лет наблюдений [7]. Коэффициент C_v характеризует степень изменчивости ряда, степень отклонения отдельных членов ряда от их среднего значения, т.е. изменчивость параметра химического состава воды за период наблюдений в том или ином пункте реки.

$$\text{Коэффициент корреляции } r = \frac{\sum (k_x - 1)(k_y - 1)}{(n-1)C_{vx}C_{vy}},$$

(2)

где C_{vy} – коэффициенты вариации средних годовых расходов воды; C_{vx} – коэффициенты вариации средних годовых показателей химического состава воды (определяются по формуле (1)). Коэффициент r служит мерой связи между рассматриваемыми величинами x и y [7].

Для анализа тенденций в изменении гидрохимических параметров использовалось уравнение линейного тренда, которое имеет вид

$$Y_t = Y_{cp} + \alpha(t - t_{cp}),$$

(3)

где Y_t – расчетное значение среднегодовой величины минерализации воды в момент времени t , Y_{cp} – средняя величина минерализации за период наблюдений, α – угловой коэффициент, отражающий наклон линии тренда, t – порядковый номер члена ряда (для первого члена ряда $t = 1$), t_{cp} – среднее значение срединного члена ряда. Коэффициент α определялся по формуле

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^N (t - \bar{t})(Y - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^N (t - \bar{t})^2} [7].$$

(4)

Результаты и их обсуждение

Внутригодовая динамика биогенных веществ в поверхностных водах Азербайджана определяется комплексом совокупных факторов. Одна группа факторов обеспечивает поступление биогенных веществ при разложении фитопланктона и высшей водной растительности из донных отложений, с промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами, с береговыми обрушениями и атмосферными осадками. Другая осуществляет удаление биогенных элементов из водной среды в результате потребления их водными организмами, образования нерастворимых комплексов с металлами, осадкообразования и т. п.

В качестве примера на рис. 1 представлены среднесезонные хемографы концентраций биогенных веществ для рек Чагаджукчай.

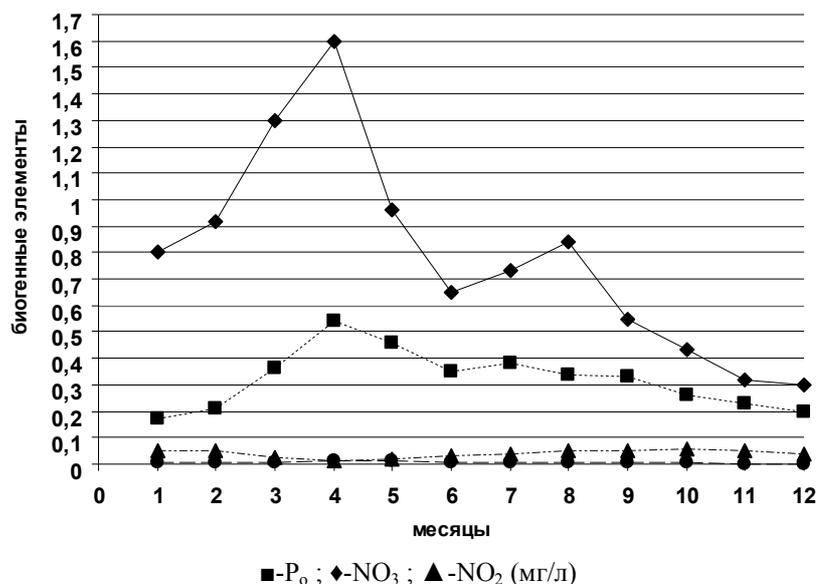


Рис. 1. Средние многолетние хемографы р. Чагаджукчай у с. Рустов

В зимний период в реках Азербайджана отмечается высокий уровень содержания нитратов и фосфатов, что обусловлено распадом накопившегося за лето органического вещества (фито- и зоопланктона). На подъеме и пике половодья содержание нитратов и фосфатов увеличивается и достигает максимума, что связано с поступлением значительного количества этих биогенных веществ с тальми водами. В мае на спаде половодья концентрации нитратов и фосфатов снижаются. Летом, в период интенсивной вегетации водорослей, происходит дальнейшее снижение содержания нитратов и фосфатов. В этот период в поверхностных водах Азербайджана наблюдаются минимальное содержание этих веществ.

Осенью с началом массового распада (разложения) органических веществ и в результате дополнительного поступления с дождевыми паводковыми водами на реках наблюдается второй максимум содержания нитратов и фосфатов. В ноябре – декабре, когда расходы воды достигают максимума на реках Азербайджана, концентрации биогенных веществ (фосфатов, иногда нитратов) резко возрастают, достигая весеннего уровня, а в некоторых случаях даже превышают его. Этот рост концентраций, по-видимому, связан с увеличением роли смыва растворенных веществ с поверхности водосбора.

Нитриты являются промежуточным и наиболее неустойчивым звеном в цикле соединений азота. Их содержание в поверхностных водах Азербайджана регулируется совокупностью весьма динамичных биохимических процессов (нитрификация, денитрификация, потребление фитопланктоном и др.), и поэтому внутригодовое распределение нитритного азота не имеет четкой закономерности. Тем не менее во внутригодовой динамике нитритов по многолетним данным можно отметить зимний максимум. В остальные месяцы содержание нитритов обычно ниже.

Внутригодовые изменения концентраций биогенных элементов на реках Азербайджана обычно превышают таковые для главных ионов. Наименьшие внутригодовые изменения наблюдаются для NO_2^- (отношение $\max C/\min C$ не превышает 19,0, коэффициент вариации 0,63). Значительные внутригодовые изменения концентраций могут наблюдаться для NO_3^- (соответственно до 37,8 и 0,65) и PO_4^{3-} (до 23,2 и 0,64).

В реках республики, по материалам наблюдений за весь период исследования, наблюдается сильная зависимость концентрации биогенных веществ от расходов воды (корреляционное отношение r , как правило, более 0,5). Для фосфатов в 6 реках из 14 и для нитритов в 5 реках из 14 характерны очень сильные прямые связи ($r > 0,9$), в остальных реках связи отсутствуют. Для нитратов в реках Катехчай, Белоканчай, Гудиялчай, Велвеличай, имеющих повышенную естественную зарегулированность (лесистость), наблюдаются прямые связи, в остальных реках – обратные. Интересно, что в этих же реках, как правило, наблюдается отсутствие связи между содержанием нитритов, фосфатов и расходом воды. Для рек с длинными рядами наблюдения представляет интерес изучение трансформации типа и тесноты связи по периодам. По фосфатам для 5 рек из 8 связь усиливается (в реках Тертерчай, Гусарчай, Виляшчай и Гилянчай она линейная, в Кюракчай, Курмухчай и Зегамчай – обратная), в остальных трех реках, оставаясь

линейной, связь ослабевает. По нитритам и нитратам в 6 реках из 8 в современный период связь усиливается, причем для большинства рек связь концентраций с расходами лучше всего аппроксимируется уравнением линейной функции. Изменяются во времени также связи концентраций ионов с расходами воды. В современный период наблюдается ослабление тесноты связей $C = f(Q)$ и преобразование вида функций, аппроксимирующих зависимость $C = f(Q)$. Трансформация вида функции $C = f(Q)$ по периодам представлена в табл. 1.

Таблица 1

**Оценки связи среднемесячных концентраций биогенных элементов (мг/л) с расходом реки Q (м³/с) для периодов наблюдений 1975-1990 гг. и 1991-2009 гг.
(на примере р. Кюрюкчай у с. Чайкенд)**

Биогенные элементы (мг/л)	Связь $C=f(Q)$ за 1975-1990 гг.	Коэффициент корреляции (r)	Связь $C=f(Q)$ за 1991-2009 гг.	Коэффициент корреляции (r)
PO_4^{3-}	$PO_4^{3-}=16,9+0,0243Q$	0,91	$PO_4^{3-}=2,71-54,3/Q$	0,83
NO_2^-	$NO_2^-=2,96-1,87Q$	0,57	$NO_2^-=3,35-0,000192Q$	0,52
NO_3^-	$NO_3^-=19,5+0,122Q$	0,88	$NO_3^-=9,2Q^{-0,2883}$	0,74

Для всех рек Азербайджана, кроме Ленкоранских рек, максимальный вынос биогенных веществ наблюдается в весенний период, когда в течение двух месяцев тальми водами с водосбора выносятся до 63% годового стока фосфора и азота. Причем только на апрель, время пика половодья, приходится более 35% годового выноса. Минимальный вынос веществ наблюдается в июне – сентябре (1–5%). Для рек Ленкоранской природной области наибольший сток биогенных веществ приурочен к ноябрю – декабрю (по 13–20%), а также к марту (16–22%), минимальные его значения наблюдаются в июне – августе (1–4%).

Внутригодовые изменения концентраций биогенных веществ не являются постоянными во времени. Проведенное нами [2] на реках Азербайджана изучение внутригодовых изменений концентраций биогенных веществ по периодам выявило наличие существенных отличий в их величине при неизменном характере. Примеры трансформации по периодам представлены в табл. 2.

Таблица 2

Внутригодовая изменчивость концентраций биогенных веществ по периодам

Река, пункт	Период	PO_4^{3-} , мг/л	C_v	NO_2^- , мг/л	C_v	NO_3^- , мг/л	C_v
Белоканчай, г.Белокан	1975-84	0,032	0,32	0,002	0,48	0,32	0,54
	1985-94	0,028	0,34	0,003	0,39	0,34	0,48
	1995-04	0,034	0,67	0,0034	0,51	0,43	0,65
	2005-09	0,041	0,69	0,004	0,46	0,58	0,56
Турианчай, г.Агдаш	1975-84	0,041	0,41	0,004	0,49	0,51	0,43
	1985-94	0,049	0,44	0,0046	0,52	0,64	0,49
	1995-04	0,051	0,45	0,0042	0,51	0,56	0,59
	2005-09	0,060	0,48	0,0048	0,57	0,60	0,65
Гекчай, г.Гекчай	1975-84	0,056	0,39	0,0325	0,37	0,39	0,38
	1985-94	0,063	0,41	0,0364	0,45	0,44	0,41
	1995-04	0,066	0,48	0,0374	0,46	0,51	0,42
	2005-09	0,065	0,59	0,0518	0,71	0,68	0,57
Кудиалчай, г.Куба	1975-84	0,055	0,49	0,0329	0,32	0,56	0,48
	1985-94	0,060	0,52	0,0381	0,36	0,59	0,52
	1995-04	0,061	0,55	0,0387	0,39	0,62	0,59
	2005-09	0,067	0,60	0,0511	0,47	0,67	0,62
Таузчай, г.Тауз	1975-84	0,090	0,64	0,011	0,63	0,62	0,64
	1985-94	0,105	0,70	0,0649	0,68	0,68	0,67
	1995-04	0,109	0,92	0,0682	0,69	0,70	0,67
	2005-09	0,124	1,36	0,0794	0,87	0,61	0,89
Гошгарчай,	1975-84	0,040	0,30	0,0320	0,46	0,44	0,39

г. Дашкесан	1985-94	0,050	0,31	0,0544	0,52	0,55	0,45
	1995-04	0,097	0,71	0,0696	0,82	0,63	0,55
	2005-09	0,064	0,71	0,0732	0,88	0,82	0,60
Кюракчай, с. Чайкенд	1975-84	0,029	0,31	0,0324	0,44	0,38	0,32
	1985-94	0,027	0,28	0,0288	0,39	0,33	0,27
	1995-04	0,026	0,28	0,0258	0,31	0,31	0,22
	2005-09	0,025	0,25	0,0242	0,30	0,31	0,28
Нахичеванчай, г. Нахчыван	1975-84	0,053	0,52	0,0403	0,64	0,41	0,42
	1985-94	0,055	0,56	0,0428	0,67	0,45	0,46
	1995-04	0,057	0,59	0,0447	0,70	0,66	0,75
	2005-09	0,058	0,61	0,0478	0,76	0,67	0,77
Виляшчай, с. Шыхлар	1975-84	0,070	0,61	0,0648	0,82	0,57	0,51
	1985-94	0,072	0,66	0,0725	0,88	0,70	0,52
	1995-04	0,079	0,86	0,0800	1,09	0,66	0,81
	2005-09	0,082	0,10	0,0120	1,40	0,50	0,86
Ленкоранчай, с. Сифидор	1975-84	0,031	0,32	0,0264	0,27	0,27	0,24
	1985-94	0,031	0,34	0,0282	0,29	0,27	0,27
	1995-04	0,035	0,34	0,0325	0,35	0,38	0,29
	2005-09	0,037	0,39	0,0367	0,38	0,40	0,35

Прежде всего, необходимо отметить значительное увеличение концентраций биогенных веществ во времени. Анализ материалов за весь период наблюдений показал, что на современном этапе во всех реках возросла амплитуда внутригодовых колебаний биогенных веществ, особенно нитратов. Так, к настоящему времени для нитратов она увеличилась на 385%, нитритов – на 60%, фосфатов – на 118%. Для внутригодовой динамики биогенных элементов характерно увеличение среднемесячных концентраций во все сезоны года. Для большинства рек Азербайджана наименьший рост уровня содержания биогенных веществ наблюдается в холодной период. Исключением являются реки Ленкоранской природной области, где в холодный период наблюдаются паводки.

В вегетационный (летний) период заметное снижение концентраций в последние годы наблюдается только для нитратов, которые из всех форм азота наиболее интенсивно поглощаются фитопланктоном.

Одной из причин повышения содержания нитратов в зимнюю межень является загрязнение питающих их грунтовых вод. По данным Н.А. Брилинга [3], основная нагрузка загрязнения грунтовых вод азотными удобрениями приходится на холодное и вместе с тем влажное время года, когда нисходящими потоками нитраты уносятся вниз, а активность растений и микроорганизмов, потребляющих азот, подавлена, в почве отсутствует микробиологический барьер для нитратов.

Ускоренное увеличение концентрации биогенных веществ, особенно нитратов, в месяцы с повышенным водным стоком свидетельствует о том, что источник дополнительного поступления биогенных веществ в речные воды Азербайджана имеет преимущественно поверхностный генезис. Наибольшее загрязнение поверхностных вод в весенний период биогенными элементами наблюдается при вывозе удобрений на поверхность снега или весной на неоттаявшую почву, а также в случае, когда после внесения удобрений проходит сильный ливень.

Таким образом, наблюдающееся увеличение амплитуды внутригодовых изменений концентраций биогенных веществ обусловлено ростом их содержания в сточных водах, а также их поступлением с сельскохозяйственных угодий и от животноводческих комплексов.

Анализ относительных многолетних изменений концентраций биогенных веществ для рек Азербайджана показывает, что они могут достигать очень больших значений для рек с длинными рядами наблюдений. Так, относительные многолетние изменения (ОМИ) для рядов годовых концентраций нитратов по 7 рекам, наблюдения за химическим составом которых продолжались не менее 30 лет, возросли наиболее резко и обычно превышали 320-480%, достигая в отдельных случаях 1200-1450%. Для большинства рек с наиболее длинными рядами наблюдений наблюдается также и рост концентраций фосфатов от 50 до 350% и нитритов (от 220 до 1400% для 5 рек из 7). Однако на отдельных реках увеличение концентраций статистически незначимо или (как для нитритов) наблюдается незначимая тенденция к убыванию концентраций. На реках, наблюдения за химическим составом воды которых продолжалось 17-19 лет, преобладает тенденция увеличения концентраций нитратов, нитритов и фосфатов, причем для нитритов и

фосфатов она статистически незначима. На реках с наблюдениями 14-15 лет четкого изменения концентраций не наблюдается: для одних ингредиентов она увеличивается, для других – уменьшается.

Оценка изменения режима концентраций биогенных веществ рек Азербайджана за многолетний период проводилась с помощью метода линейного тренда. Анализ многолетних рядов биогенных веществ воды показал, что ее изменения во времени имеют неоднозначный характер.

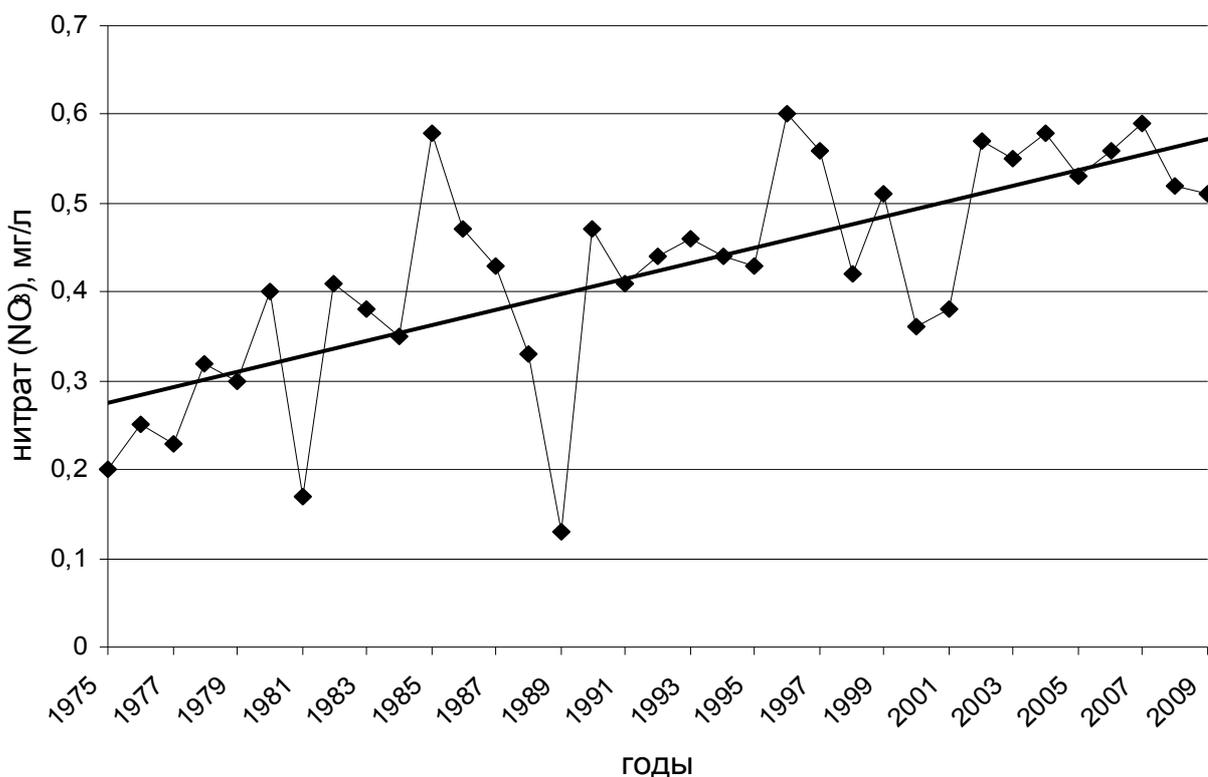
На реках Малого Кавказа наблюдаются разнонаправленные изменения биогенных элементов. Положительные тренды отмечаются на реках Акстафачай, Таузчай, Шамкирчай, Гяджачай, Гошгарчай (рис. 2а), Кендаланчай и Каркарчай. Слабый отрицательный тренд в изменении биогенных веществ отмечается на реках Кюрюкчай, Тертерчай, Ахоччай (рис. 2б) и Акерачай.

На реках Ленкоранской природной области, Нахчыванской АР, а также для воды р. Кура также обнаруживаются слабые положительные тренды в многолетних изменениях биогенных веществ. Основной причиной изменения химического состава речных вод являются антропогенные факторы. Рассмотрим те факторы, которые вызывают столь существенные изменения химического состава воды.

Если раньше по химическому составу воды р. Куры в нижнем течении являлись гидрокарбонатными кальциевыми, то в настоящее время они относятся к сульфатному натриевому типу.

Наиболее значительный положительный тренд в изменении биогенного стока отмечается на р. Араз. В пределах Армении р. Араз и ее притоки, увеличивая свой расход за счет сточных вод на 2,1 млн. м³ в сутки, подвергаются жесточайшему загрязнению [1].

Особенно интенсивно используются воды р. Габырры. В настоящее время р. Габырры не доносит своих вод до Мингечаурского водохранилища и только в исключительно многоводные годы в период половодий в русле наблюдается сток. Данные показывают, что для воды этой реки характерны повышенные концентрации биогенных элементов.



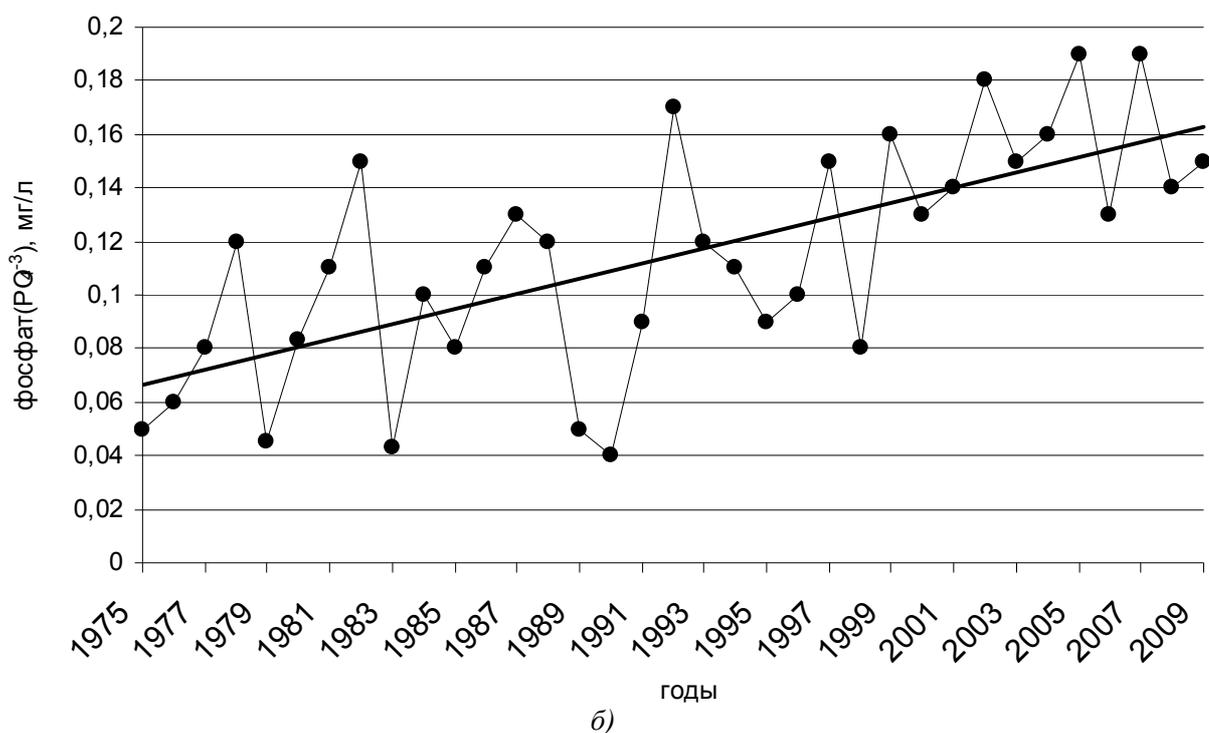


Рис. 2. Изменения минерализации воды за период 1975-2009 гг. в р. Гошгарчай у г. Дашкесан (а) и в р. Ахохчай у с. Ханага (б)

Предприятиями г. Агдаша в р. Турианчай ежегодно сбрасывается около 230 тыс. м³ неочищенных сточных вод. Вследствие этого после сброса сточных вод вниз по течению реки наблюдается резкое увеличение показателей загрязнения. Так, если выше сброса сточных вод содержание в воде нитратов и фосфатов обычно колеблется в пределах 0,002-0,004 и 0,032-0,048 мг/л, то ниже сброса сточных вод оно достигает 0,003-0,006 и 0,052-0,066 мг/л соответственно.

Существенному антропогенному воздействию подвержена также р. Гекчай. В неё в течение года сбрасывается без очистки более 150 тыс. м³ сточных вод. В воде р. Гекчай ниже сброса сточных вод отмечается значительный рост содержания нитритов (от 0,002-0,005 выше источников загрязнения до 0,007 мг/л ниже источников загрязнения). В воде этой реки также наблюдаются повышенные концентрации таких загрязняющих веществ, как алюминий, железо и марганец.

Организованного сброса сточных вод в р. Алджиганчай нет. В эту реку поступают хозяйственно-бытовые сточные воды ряда мелких населенных пунктов, расположенных в ее долине. После этого в воде указанной реки заметно увеличивается содержание таких косвенных показателей загрязнения, как нитратов (на 90-110%) и фосфатов (на 50-60%), а величина биогенного стока повышается на 15-20%.

Наиболее существенному антропогенному воздействию подвержена р. Кудиалчай. В нее предприятиями г. Кубы ежегодно сбрасывается около 1400 тыс. м³ неочищенных сточных вод, а в районе г. Хачмаса – более 100 тыс. м³ хозяйственно-бытовых сточных вод. После организованного сброса сточных вод предприятиями г. Хачмас в р. Кудиалчай качество речной воды резко ухудшается. Ниже источников загрязнения в г. Хачмас в воде р. Кудиалчай содержание нитритов достигает 0,006 мг/л (при фоновом содержании 0,002-0,003 мг/л).

Среди рек Нахчыванской АР наиболее существенные изменения гидрохимического режима отмечаются для р. Нахичеванчай. В нее ежесуточно сбрасывается около 47 тыс. м³ неочищенных сточных вод. Это приводит к заметному росту биогенного стока (на 20%) в воде р. Нахичеванчай ниже по течению.

Таким образом, в современный период на территории Азербайджана антропогенные факторы оказывают значительное влияние на качественный состав речных вод, приводя к существенным изменениям их гидрохимического режима.

Характер многолетних изменений концентраций представлен на рис. 2а и 2б, где показано изменение годовых взвешенных по стоку концентраций нитратов и фосфатов во времени для 8 рек Азербайджана с наиболее продолжительными периодами наблюдений. Для всех биогенных элементов исследуемых рек имеются общие черты динамики концентраций, которые проявляются

в тенденции возрастания концентраций с конца 1980-х гг., сопровождающейся ростом межгодовой изменчивости. Вместе с тем для каждого из элементов характерны свои особенности варьирования во времени. Наиболее четкая картина многолетних изменений наблюдается для нитратов, концентрации которых в течение примерно 20 лет (до середины – конца 1980-х гг.) характеризовались отсутствием многолетних трендов при незначительной межгодовой изменчивости. В конце 80-х гг. в воде всех рек начался резкий рост содержания нитратов, который продолжался примерно 8-10 лет. В настоящее время концентрации нитратов стабилизировались на новом, примерно в 4-9 раз более высоком по сравнению с исходным периодом уровне и отличаются высокой межгодовой изменчивостью.

Для фосфатов также наблюдался примерно 10-летний (до середины 80-х гг.) период относительно стабильных среднегодовых концентраций с относительно небольшой изменчивостью. Затем началось более или менее выраженное для разных рек увеличение содержания фосфатов в воде с одновременным ростом межгодовой дисперсии.

Нитриты являются самым динамичным азотным соединением природных вод, их доля в сумме минерального азота невелика. Для их межгодовой динамики характерна крайне пестрая картина, в целом наблюдается рост их среднегодовой концентрации по сравнению с первым периодом наблюдений. В общем, за рассматриваемый период наметилась тенденция в сторону увеличения содержания биогенных веществ.

Для экологической оценки водных объектов особенно важное значение имеет изучение стока биогенных элементов. В настоящей работе произведена оценка выноса реками Азербайджана фосфатов, нитратов и нитритов (табл.3). На реках Азербайджана, на которых были проведены наиболее длинные ряды наблюдений, зафиксированы значительные изменения стока биогенных веществ. Так, вынос фосфатов, нитратов, нитритов увеличился соответственно в 1,4–3,9; 3,6–12,1; 1,1–7,5 раза, по сравнению с первым периодом исследования. Следовательно, в настоящее время дополнительное поступление этих веществ в речную сеть из антропогенных источников уже в несколько раз превышает их поступление из природных источников.

В этих условиях основными становятся неточечные источники изменения химического состава воды – смыв удобрений с сельскохозяйственных территорий. Примерно больше половины территории Азербайджана используется для производства сельскохозяйственной продукции. Рост поголовья крупного рогатого скота на комплексах вырос за 20 лет в 2 раза.

Больших масштабов на территории республики достигло применение минеральных удобрений на полях. Внесение фосфатных удобрений в почву после 1985 г. увеличилось в 3 раза [9]. Однако фосфор прочно закрепляется в почве и выносится водой за пределы профиля в незначительном количестве. Хорошо растворимы и сравнительно легко выносятся из почвы азотные удобрения в форме нитратов и нитритов. Их внесение по сравнению с началом 90-х годов возросло в 3,3 раза [9]. Дополнительным источником поступления нитратов и нитритов в поверхностные воды могут быть загрязненные соединениями азота атмосферные осадки. Имеется сравнительно небольшое количество данных по химическому составу атмосферных осадков на территории Азербайджана, однако они дают основание говорить об увеличении со временем содержания нитратов в водах.

Таблица 3

Среднегодуальный биогенный сток рек Азербайджана

<i>Река, пункт</i>	<i>Водный сток, млн. м³</i>	<i>NO₃⁻, тонн</i>	<i>NO₂⁻, тонн</i>	<i>PO₄³⁻, тонн</i>
Гусарчай, с.Кузун	115	40,3	0,81	3,2
Гудиалчай, г.Губа	172	61,9	1,38	5,8
Гудиалчай, г.Хачмас	64	18,6	0,38	1,9
Гарачай, с.Рюк	57	18,8	0,40	1,8
Чагаджукчай, с.Рустов	11	3,9	0,08	0,3
Велвелечай, с.Тянгиалты	53	18,0	0,32	1,8
Белоканчай, г.Белокан	121	339	0,61	4,1
Катехчай, с.Гэбиздара	100	34	0,6	3,1
Талачай, г.Загатала	119	35,7	0,71	4,0
Курмухчай, г.Гах	96	36,5	0,58	3,2

Агричай, устье	305	110	1,83	11,3
Алиджанчай, с.Халдан	71	19,9	0,43	2,6
Турианчай, г.Агдаш	311	112	2,18	10,6
Демирапаранчай, г.Габала	147	42,6	0,74	5,3
Гекчай, г.Гекчай	337	98	2,36	9,8
Акстафачай, г.Казах	21	17,6	0,06	0,7
Таузчай, г.Тауз	11	9,3	0,04	0,55
Шамкирчай, г.Шамкир	18	5,6	0,14	0,6
Гошгарчай, г.Дашкесан	7	6,2	0,04	0,5
Кюрарчай, с.Чайкенд	59	21	0,35	1,9
Тертерчай, пгт Келбаджар	144	47,5	1,15	5,4
Каркарчай, г.Ханкенди	46	12,4	0,41	1,4
Охчучай, с.Шайыфлы	306	367	2,45	11,9
Акерачай, пгт Лачын	353	120	2,47	12,4
Куручай, с.Туг	51	16,8	0,31	1,7
Кендаланчай, пгт Кр.Базар	15	5,3	0,11	0,59
Нахичеванчай, г.Нахичеван	296	97,7	2,66	10,6
Гиланчай, с.Нургут	56	16,8	0,45	1,6
Парагачай, с.Парага	21	6,1	0,17	0,6
Виляшчай, с.Шыхлар	75	21,8	0,45	2,8
Ленкоранчай, с.Сифидор	198	53,5	1,78	6,9
Тенгеручай, с.Ваго	61	16,5	0,55	2,0
Истисучай, с.Алаша	42	10,5	0,34	1,3

Выводы

1. Наибольший сток биогенных веществ с водосборов рек Азербайджана наблюдается в период весеннего снеготаяния, т.е. в период максимального поверхностного стока.
2. Амплитуда внутригодовых изменений концентраций биогенных веществ увеличивается во времени в результате деятельности человека.
3. В реках Азербайджана наблюдается сильная зависимость концентраций биогенных веществ от расходов воды. Наиболее тесные связи наблюдаются для нитратов. Современный период характеризуется некоторым усилением тесноты связи между содержанием биогенных веществ и расходом воды.
4. На примере рек Азербайджана показано, что неточечные источники антропогенного воздействия (смыв удобрений с сельскохозяйственных угодий) оказывают сильное влияние на многолетний режим биогенных веществ речных вод. При этом резко увеличиваются концентрации соединений азота (до 5-10 и более раз) и фосфора (до 2-3 раз) при одновременном росте межгодовых изменений.
5. Значительно возрос вынос нитратов и фосфатов с территории Азербайджана. В настоящее время дополнительное поступление этих веществ из антропогенных источников для большинства рек уже в несколько раз превышает естественную составляющую.

Библиографический список

1. *Абдуев М.А.* Охрана от загрязнения трансграничных водных ресурсов Азербайджана // Материалы V Международной конференции «Стратегия качества в промышленности и образовании». Варна, Болгария, 2009. С. 9-12.
2. *Абдуев М.А.* Сток биогенных элементов горных рек Азербайджана (на азерб. языке) // Тр. почвоведов Азербайджана. 2010. Т. XI. Вып. II. С. 397-404.
3. *Брилинг Н.А.* Загрязнение подземных вод нитратами удобрений // Водные ресурсы. 1985. №4. С.101-107.
4. *Гаджиев Г.А.* Химический сток и загрязнение рек Большого Кавказа в пределах Азербайджанской ССР: автореф. дисс. канд. геогр. наук. Баку, 1984. 24 с.
5. Гидрохимический бюллетень ГГМ по окружающей среде. Баку, 1995-2008. 116 с.
6. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши. Ч. 1. Реки. Баку, 1950-1994. 221 с.

7. Методические рекомендации по учету влияния хозяйственной деятельности на сток малых рек при гидрологических расчетах для водохозяйственного проектирования. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 166 с.

8. *Рустамов С.Г., Кашикай Р.М.* Водные ресурсы Азербайджанской ССР. Баку: Элм, 1989. 180 с.

9. *Салманов М.А.* Экология и биологическая продуктивность Каспийского моря. Баку, 1999. 400 с.

M.A.Abduev

CHANGING THE NUTRIENT RIVERS AND REMOVAL OF AZERBAIJAN REPUBLIC

On the example of the rivers of Azerbaijan are considered intra-and long-term changes in nutrient concentrations and their removal from 1975 to 2009, noted that the regime of nutrient rivers in Azerbaijan is characterized by significant changes in intra-concentrations, the concentrations of strong direct connections with the cost of water for NO₂-, NO₃-and RO₄₃ - The tendency of growth of nutrient concentrations in the late 80's, accompanied by an increase of interannual variability. On the example of Azerbaijan's rivers show that non-point sources of anthropogenic impacts (runoff of fertilizers from agricultural land) is strongly increased in the river water concentration of all nutrients, and in particular ion NO₃- (from 220-480 to 1200-1450%%).

Key words: nitrates, nitrites, phosphates, nutrients; hemograph