

УДК 551.48(479.24)

ОСОБЕННОСТИ ВЫНОСА БИОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ РЕКАМИ АЗЕРБАЙДЖАНА

Абдуев М.А.

Институт Географии Национальная Академия Наук Азербайджана, г.Баку

Сток растворенных веществ рек представляет собой интегральную характеристику процессов формирования химического состава поверхностных вод. В естественных условиях он определяется интенсивностью физико-химических и биологических процессов, активно протекающих в зоне контакте водной массы и коры выветривания; в условиях техногенеза фоновые значения претерпевают изменения под влиянием техногенеза. Дополнительное привнесение человеком в агроландшафты биогенных компонентов способствует усилению выноса азота и в меньшей степени фосфора с поверхностной и подземной составляющей стока. Биогенные элементы привносятся также со стоками животноводства. В итоге величина биогенного стока рек выступает одним из показателей агрохозяйственного освоения водосбора.

В данной статье приведены результаты анализа гидрохимических данных по рекам Азербайджана [3,4] за 1975-2009 гг. Произведена систематизация данных и выявлена связи 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.

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

$$Y_t = Y_{cp} + \alpha(t - t_{cp}), \quad (1)$$

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 [5]:

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

При оценке выноса биогенных веществ с сельскохозяйственных угодий следует иметь в виду, что основная их часть поступает в составе склонового стока с площадей, непосредственно примыкающих к руслам водотоков, что связано с тяготением сельскохозяйственного производства и поселений к речным долинам. Поскольку поверхностный сток с сельскохозяйственных земель не контролируется, он рассматривался нами как диффузный источник загрязнения, а животноводческие комплексы, воды которых частично подвергаются очистке, – в качестве точечных. Использование удобрений на полях и их смыв, наряду со сбросом нормативно-чистых вод ЖКХ, приводят к постепенной смене естественного гидрохимического фона в пределах гидрокарбонатно-кальциевого класса вод [2]. Для оценки этих изменений и факторов динамики биогенного выноса помимо водности рек, концентрации химических веществ, распаханности территорий нами привлекались данные о количестве вносимых удобрений, размерах поголовья скота и птицы в пересчете на кормовые единицы, плотности сельских жителей, доле осушенных земель водосборов. Данные о внесении минеральных удобрений и плотности условных голов скота переведены в удельные единицы в расчете на 1 км² площади водосбора, а плотность сельского населения рассчитана на 1 км² пашни в пределах водосбора.

В зимний период в реках Азербайджана отмечают 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 талыми водами. В мае на спаде половодья концентрации нитратов и фосфатов снижаются. Летом в период интенсивной вегетации

водорослей происходит дальнейшее снижение содержаний нитратов и фосфатов. В этот период в поверхностных водах Азербайджана наблюдаются минимальные содержания 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.

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 нитратов в реках Катехчай, Белоканчай, Гудиалчай, 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. 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) и с расходом реки Q (m^3/c) для периодов наблюдений 1975-1990 гг. и 1991-2009 гг. (на примере р. Велвеличай у с.Тянгиалты)

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-}	$PO_4^{3-}=13,7+0,0168Q$	0.89	$PO_4^{3-}=1,94-42,7/Q$	0.76
NO_2^-	$NO_2^-=1,77-2,03Q$	0.62	$NO_2^-=2.87-0,000184Q$	0.67
NO_3^-	$NO_3^-=15.8+0,254Q$	0.91	$NO_3^-=8,7Q^{-0.2883}$	0.80

Для всех рек Азербайджана, кроме Ленкоранских рек, максимальный вынос биогенных веществ наблюдается в весенний период, когда в течение двух месяцев талыми водами с водосбора выносятся до 63% годового стока фосфора и азота. Причем только в апреле во время пика половодья выносятся 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 [1] на реках Азербайджана изучение внутригодовых изменений концентраций биогенных веществ по периодам выявили наличие существенных отличий в их величине при неизменном характере. Примеры трансформации по периодам представлены в табл. 2.

Прежде всего, необходимо отметить значительное увеличение концентраций биогенных веществ во времени. Анализ материалов за весь период наблюдений показал, что в современный период во всех реках возросла амплитуда внутригодовых колебаний биогенных веществ, особенно нитратов. 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 холодной период наблюдаются паводки.

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
	1975-84	0,032	0,32	0,002	0,48	0,32	0,54

Белоканчай-Белокан	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
Геокчай-Геокчай	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-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
Гошгарчай-Дашкесан	1975-84	0,040	0,30	0,0320	0,46	0,44	0,39
	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
Нахичеванчай-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-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

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

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.

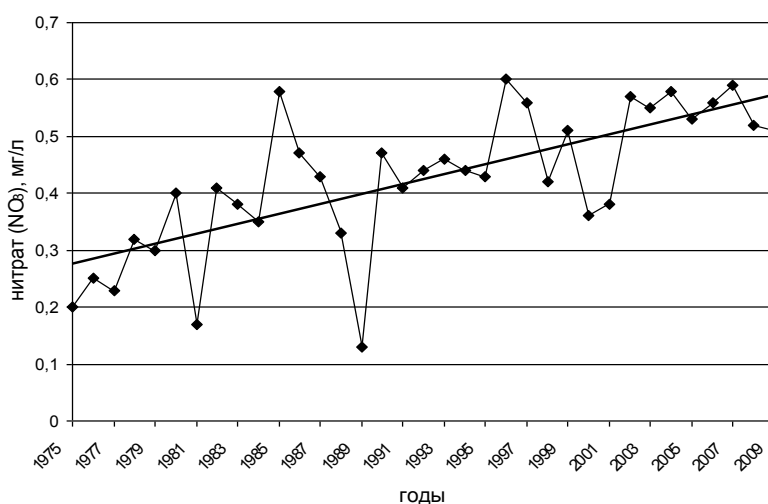


Рис. Изменения нитратов за период 1975-2009 гг. в р. Белоканчай у г. Белокан

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.

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, Кен-

даланчай и Каркарчай. Слабый отрицательный тренд в изменении биогенных веществ отмечается на реках Кюракчай, Тертерчай, Ахохчай и Акерачай.

На реках Ленкоранской природной области и Нахчыванской АР обнаруживаются слабые положительные тренды в многолетних изменениях биогенных веществ. Основной причиной изменения химического состава речных вод являются антропогенные факторы. Характер многолетних изменений концентраций представлен на рис, где показано изменение годовых взвешенных по стоку концентраций нитратов для рек Азербайджана с наиболее продолжительными периодами наблюдений.

Таблица 3. Среднемноголетний биогенный сток рек Азербайджана

<i>Река-пункт</i>	<i>Водный сток, млн. м³</i>	<i>NO₃⁻, тон</i>	<i>NO₂⁻, тон</i>	<i>PO₄³⁻, тон</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.Тянгилты	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
Геокчай-г.Геокчай	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
Кюракчай-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

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, имеющих наиболее длинные ряды наблюдений, зафиксированы значительные изменения стока биогенных веществ. 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 воды – смыв удобрений с сельскохозяйственных территорий. Примерно больше половина территории Азербайджана используется для производства сельскохозяйственной продукции. Рост поголовья крупного рогатого скота на комплексах возрос 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 [6]. 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 [6]. До-

полнительным 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 содержания нитратов во времени.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуев М.А. Изменение режима биогенных веществ и их выноса реками Азербайджанской Республики. //Географический вестник. Пермь, 2011. №3(18). С.14-22
2. Гаджиев Г.А. Химический сток и загрязнение рек Большого Кавказа в пределах Азербайджанской ССР. Автореф. дисс. канд. геогр. наук. Баку, 1984. 24 с.
3. Гидрохимический бюллетень ГГМ по окружающей среде. Баку, 1995-2009 гг. 116 с.
4. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши. Часть 1. Реки. Баку, 1950-1994 гг. 221 с.
5. Методические рекомендации по учету влияния хозяйственной деятельности на сток малых рек при гидрологических расчетах для водохозяйственного проектирования. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 166 с.
6. Салманов М.А. Экология и биологическая продуктивность Каспийского моря. Баку, 1999. 400 с.

UDC 551.583

FEATURES REMOVAL NUTRIENTS RIVERS OF AZERBAIJAN./Abduyev MA / Transactions of the Institute of Hydrometeorology at the, Georgian Technical University. -2013. -V.119. -pp.254-258- Russ., Summ. Eng., Russ.

The results of the analysis of hydrochemical data on the rivers of Azerbaijan for 1975-2009 years. Systematization of the data produced and detected concentrations of nutrients due to the cost of water. On the example of the rivers of Azerbaijan shows that the sources of human impact have a strong influence on the hydrochemical regime. To solve the problem in Azerbaijan selected 39 items with the greatest number (14 to 38 years) series of observed concentrations of nutrients. These points are located on the main rivers of the Republic and are relatively evenly distributed on the territory of Azerbaijan. For the analysis of trends in the hydrochemistry use the equation of a linear trend. Analysis of long-term series of nutrient water showed that it changes over time have been mixed. The estimation of the removal rivers Azerbaijan phosphate, nitrate and nitrite.

УДК 551.583

ОСОБЕННОСТИ ВЫНОСА БИОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ РЕКАМИ АЗЕРБАЙДЖАНА./Абдуев М.А./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета. -2013.-т.119.-с.254-258 - Рус., Рез. Англ., Рус.

В статье приведены результаты анализа гидрохимических данных по рекам Азербайджана за 1975-2009 гг. Произведена систематизация данных и выявлена связи 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. Для анализа тенденций в изменении гидрохимических параметров использовалось уравнение линейного тренда. Анализ многолетних рядов биогенных веществ воды показал, что ее изменения во времени имеют неоднозначный характер. Произведена оценка выноса реками Азербайджана фосфатов, нитратов и нитритов.