

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ В ОСНОВНЫХ ПРИТОКАХ АМУДАРЬИ

Абдушукуров Дж.А.¹, Салибаева З.Н.²

¹Физико-технический институт им. С.У. Умарова АН РТ

²Центр биотехнологии НИИТаджикского национального университета

Амударья – самая многоводная река в Центральной Азии, практически полностью формируется на территории Таджикистана. В июне-августе на Амударье отмечается наибольший расход воды, обусловленный таянием снежного покрова, снежников и ледников. Такое внутригодовое распределение стока весьма благоприятно для использования вод реки на орошение. На всем протяжении воды реки разбираются на ирригационные цели. Впоследствии дренажные воды могут поступать обратно в реку, имея в своем составе органические и химические загрязняющие вещества.

По количеству взвешенных наносов Амударья занимает одно из первых мест в мире. При выходе рек из гор их мутность резко увеличивается вниз по течению. Увеличение мутности воды объясняется размываемостью грунтов и берегов рек значительными скоростями течения. На состав речной воды влияют выпадающие осадки, таяние снегов, половодье и притоки, впадающие в более крупную реку, а также подземные воды.

Экология трансграничной реки Амударья находится в сфере национальных интересов Таджикистана, Узбекистана, Туркменистана и Казахстана. Исследования качества воды в Амударье и ее притоках могут характеризовать общее экологическое состояние в бассейне реки.

В нашей работе обсуждаются результаты обработки и интерпретации базы данных, полученной при проведении международного эксперимента «НАВРУЗ». Целью эксперимента являлось изучение радиоэкологической и геохимической чистоты трансграничных рек Центральной Азии. Многолетний эксперимент проводился под эгидой Сандийской национальной лаборатории США. В работе представлены данные физико-химических параметров воды в низовьях притоков Амударьи и распределение металлов в составе воды.

Отбор проб был произведен в период половодья, в весенне-летний сезон (май-июнь месяцы), без учета метеорологических условий. На местах отбора проб прибором “Hydrolab” (США) измерены температура, pH, удельная проводимость, общий состав растворенных твердых веществ, общий состав солей, растворенный кислород и окислительно-восстановительный потенциал. Пробоотбор проводился с соблюдением требований Методических указаний [3]. Пробы воды собиралась как минимум из пяти точек в рассматриваемом створе. Пробы воды фильтровались и фиксировались азотной кислотой не позднее одного часа после отбора. Отобранные образцы вод доставлялись в лабораторию, где производилось упаривание воды при температуре до 70°C. Из 5 литрового объема воды получалась проба равная 50 мл, т.е. степень

предварительного обогащения составляла 1/100. При проведении анализов концентрация металлов пересчитывалась на полный объем воды.

Исследования образцов проведены методом нейтронно-активационного анализа (НАА) в Институте ядерной физики АН Республики Казахстан (ИЯФ АН РК).

В наших исследованиях были выбраны следующие точки основных притоков Амударьи: реках Вахш, Пяндж и Кафирниган. К сожалению, в процессе работы не удалось отобрать образцы из Амударьи после слияния с рекой Кафирниган, так как точка отбора находится на границе с Афганистаном и Узбекистаном. Данные измерения физико-химических параметров показали, что вода во всех низовьях рек слабощелочная, показатель pH варьирует от 7,47 до 7,75. Окислительно-восстановительный потенциал, характеризующий биогеохимическую активность воды, слабо меняется в зависимости от места отбора образцов, соответствует от 340 до 355 мВ. Содержание растворенного кислорода в водах достаточно высоко, и составляет от 7,9 до 8,6 мг/л, что характерно для всех рек Таджикистана.

К показателям качества воды относятся содержания солей, общего количества растворенных веществ, следов органических соединений, общего количества взвешенных частиц, мутности и др. Данные распределения общего состава растворенных веществ, солей и органических веществ в водах низовья притоков Амударьи показаны на рисунке 1.

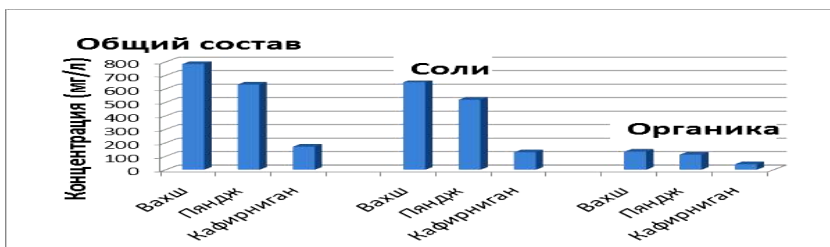


Рис. 1. Физико-химические параметры воды в низовьях притоков Амударьи

На диаграмме видно, что вода в двух притоках Амударьи оказалась с повышенной минерализацией. В реке Вахш (перед слиянием с рекой Пяндж) концентрация солей равна 650 мг/л. В Вахшской долине хорошо развито сельское хозяйство, и дренажные воды, после полива полей возвращаются в основное русло реки, особенно в период половодья. К тому же один из притоков Вахша река Явансу выносит много солей. В реке Пяндж концентрация солей составляет 520 мг/л. Вода в реке Кафирниган является пресной, концентрация солей равна 130 мг/л. Измеренные концентрации общих растворенных веществ в водах достаточно хорошо согласуются с картиной распределения концентраций солей в реках, что свидетельствует о правильности измеренных параметров. Содержание растворенных в водах металлов является очень важным экологическим параметром, напрямую зависящим от геохимических характеристик окружающей среды в бассейне этих рек и степени техногенного загрязнения рек. Метод нейтронно-активационного анализа (НАА) обладает

высокой чувствительностью, и позволяет производить количественный анализ содержания металлов в анализируемых объектах с точностью лучше, чем 10^{-10} г/г. Полученные данные НАА позволили выявить содержания металлов в речных водах и представить их распределение.

В исследуемых образцах речных вод были определены 24 следующих элемента (в алфавитном порядке) As, Au, Ba, Ca, Ce, Co, Cr, Cs, Eu, Fe, Hf, La, Lu, Mn, Na, Rb, Sb, Sc, Sm, Ta, Th, U, Yb, Zn.

Гигиеническими нормами (ГН 2.1.5.1315-03, РФ) в воде объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования определены предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ, в том числе металлов.

Важным источником поступления элементов в организмы является вода, так как уже растворенные в водах элементы хорошо усваиваются живыми организмами. По биохимической классификации более 30 элементов считаются биогенными - необходимыми для жизнедеятельности биотопов. В тоже время, избыточная концентрация микроэлементов, выше ПДК может стать губительной.

Данные анализа воды показали, что концентрации кальция, натрия оказались высоки в низовьях рек Пяндж и Вахш, но ниже, чем ПДК. Повышенные концентрации кальция и натрия, а значит и солей (рис. 1) имеет как природное, так и техногенное происхождение. Концентрации железа и марганца в составе исследуемых речных вод значительно ниже ПДК.

В таблице 1 приведены данные содержания в водах металлов, имеющиеся в перечне Гигиенических норм и нормы ПДК из Гигиенических нормативов РФ (ГН 2.1.5.1315-03).

Таблица 1. Концентрации элементов в водах и их ПДК

	Реки	Концентрация (мкг/л)	ПДК(мкг/л)	Конц./ ПДК	Класс опасности
As	Пяндж	1,33	10	0,133	1
	Вахш	1,12		0,112	
	Кафирниган	1,34		0,134	
Ba	Пяндж	26	700	0,038	3
	Вахш	65		0,09	
	Кафирниган	28		0,04	
Co	Пяндж	0,29	100	0,003	2
	Вахш	0,19		0,002	
	Кафирниган	0,15		0,0015	
Cr	Пяндж	1,3	50	0,03	3
	Вахш	1,53		0,03	
	Кафирниган	0,94		0,02	
Fe	Пяндж	190	300	0,63	3
	Вахш	270		0,9	
	Кафирниган	170		0,57	
Na	Пяндж	52000	200000	0,26	2

	Вахш	70000		0,35	
	Кафирниган	27000		0,135	
Sb	Пяндж	0,22	5	0,044	2
	Вахш	0,28		0,056	
	Кафирниган	0,15		0,03	
U	Пяндж	2,02	100	0,02	2
	Вахш	2,32		0,023	
	Кафирниган	2,32		0,023	
Zn	Пяндж	5	1000	0,005	3
	Вахш	5,3		0,005	
	Кафирниган	10,5		0,01	

Содержание отдельно взятых токсичных элементов не превышают их ПДК, в тоже время наличие токсичных элементов первого и второго класса опасности требуют суммирования воздействия каждого элемента, с этой целью используется лимитирующий показатель вредности воды.

Лимитирующий показатель вредности учитывается при одновременном присутствии в воде нескольких вредных веществ. Так как в водах присутствуют несколько элементов 1 и 2 класса опасности, то сумма отношений фактической концентрации каждого элемента ($C_1, C_2, C_3 \dots$) к их ПДК будет характеризовать степень опасности вод. Элементы 3 класса опасности обычно не учитываются. Для экологически чистых вод сумма отношений не должна превышать единицы.

В водах рек были определены следующие элементы: 1 класса опасности - As и 2 класса опасности- Co, Na, Sb, U.

Сумма отношений концентрации 5 токсичных элементов к их ПДК для элементов 1 и 2 класса опасности $C_i/\text{ПДК}_i$ для реки Пяндж равна 0,46, реки Вахш равна 0,543 и реки Кафирниган равна 0,3235. Наиболее чистой является река Кафирниган.

Очевидно, следует учитывать, что не все токсичные элементы оказались определенными для наших анализов, и при более полном их учете лимитирующий показатель вредности воды увеличится.

Модельный расчет лимитирующего показателя вредности воды для Амударьи в точке пересечения границы Таджикистана и Узбекистана может быть произведен по формуле:

$$\sum_{i=0}^5 \frac{Ci(\text{Пяндж})}{\text{ПДК}_i} K_1 + \sum_{i=0}^5 \frac{Ci(\text{Вахш})}{\text{ПДК}_i} K_2 + \sum_{i=0}^5 \frac{Ci(\text{Кафир})}{\text{ПДК}_i} K_3$$

где, C_i - концентрация отдельно взятого элемента и его ПДК_i. Коэффициенты K_1, K_2 и K_3 соответственно вклад рек Пяндж, Вахш и Кафирниган в водный баланс Амударьи. Река Пяндж имеет среднегодовой расход воды 1032 м³/с, Вахш 660 м³/с и Кафирниган 166 м³/с [5]. Каждая река вносит вклад в водный баланс Амударьи в объеме Пяндж $K_1=0,555$, Вахш $K_2=0,356$ и Кафирниган $K_3=0,089$. Расчетный коэффициент лимитирующей

вредности воды для реки Амударья в точке пересечения границы Таджикистана и Узбекистан равен 0,4774, и воду в реке можно считать чистой.

Таким же образом подсчитано количество солей в Амударье. Количество солей, выносимые притоками равно Пяндж 520 мг/л, Вахш - 650 мг/л и Кафирниган - 130 мг/л. С учетом водного баланса Амударьи получается следующее значение - 518,7 мг/л. Такое количество солей находится на границе пресных и солоноватых вод.