
CONTAIN HEAVY METALS IN THE WATER OF TRANSBOUNDARY PART OF THE ILE RIVER

N. A. AmirgaliyevDoctor of Sciences in Geography, Professor, Head of laboratory of hydrochemistry and Environmental Toxicology
(Institute of Geography, Almaty, Kazakhstan)**Keywords:** heavy metals, transboundary inflow, concentration, temporal dynamics, hydropost.**Abstract.** In this article studied within a year and interannual dynamics of concentrations of some heavy metals in the water area of cross-border river Ile. The express regularities in a wide range of temporary fluctuations of contents elements are not identified. There is indicated to presence in river basin sources of anthropogenic factors affecting to the metal regime.

УДК 556.531

**ОБ ИЗУЧЕНИИ ИОННОГО СТОКА РЕКИ СЫРДАРИИ
В ЕЕ НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ****А. З. Таиров**К.г.н., СИС лаборатории водообеспечения природно-хозяйственных систем
и математического моделирования (Институт географии, Алматы, Казахстан)**Ключевые слова:** водный сток, ионный сток, минерализация, объем воды, оценка.**Аннотация.** Рассмотрены вопросы изучения режима и особенностей формирования химического состава воды Сырдарии в условиях меняющегося климата и антропогенной трансформации водного режима. Показано, что за длительный период река Сырдария претерпела значительную метаморфизацию химического состава воды. Для оценки количественных и качественных изменений солевого стока во времени проведены определения ионного стока и сравнительный анализ рассчитанных данных.

Территория Приаралья расположена в Туранской низменности, вдоль нижнего течения реки Сырдарии. Река Сырдария является системообразующим звеном Арало-Сырдарийского бассейна. Общая длина – 2219 км, транзитная длина по территории Казахстана – 1400 км. Общая площадь водосборного бассейна – 462 км², из них 240 км² приходится на водосбор на территории нашей страны. Среднегодовой расход воды – 703,0 м³/с (22,1 км³/год). В условно-естественный период (начало 60-х годов XX в.) Сырдария доносила до Аральского моря до 14,3 км³ водной массы в год. Вместе со стоком Амударии приток в Аральское море составлял около 56 км³/год, что позволяло поддерживать уровень Аральского моря на отметке +53,0 ± 0,4 м по Балтийской системе высот и минерализацию его вод около 10 000 мг/дм³. Одним из условий полноценного функционирования природных экосистем являлась тесная взаимосвязь колебания уровней воды моря и стока реки, и в этом заключалась специфичность водных объектов Приаралья.

Малое количество атмосферных осадков (около 126 мм/год) и большая испаряемость влаги (1500 мм/год) усугубляют значительную степень неопределенности и водного риска в процессе управления водными ресурсами. К тому же сокращение притока воды Сырдарии с более чем 20 км³ в 70-е годы до 5 км³ и менее в 1990 г. привели к масштабным процессам опустынивания территорий: к деградации земель и лимнических систем, сокращению биоразнообразия и общему понижению ресурсного потенциала экосистемы.

Поскольку водные объекты дельты Сырдарии наиболее «уязвимы» для антропогенной нагрузки (регулирование и распределение стоков, изъятие и сброс сточных вод и т.д.) и чутко реагируют на изменения климатической составляющей, то водная экосистема дельты является весьма важным показателем общего состояния природной среды. В этой ситуации изучение режима и особенностей формирования химического состава вод Сырдарии в условиях меняющегося климата и антропогенной нарушенности водного режима имеет большое научно-практическое значение.

Практическая сторона значимости заключается в улучшении природных свойств и оптимального функционирования водной экосистемы с полноценным обеспечением «экосистемной услуги» водных объектов.

Формирование режима минерализации и химического состава воды Сырдарии происходит под влиянием ряда факторов: перераспределение речного стока, особенности местных физико-географических условий, а главный из них – поступление в речную сеть сбросных коллекторно-дренажных вод (КДВ). Так, если до начала интенсивного развития ирригации в бассейне существенной разницы в минерализации и относительном составе воды реки Сырдария по течению не наблюдалось, то в последующие годы возрастание минерализации по течению становится более чем очевидным. Если в истоке реки Сырдарии средняя минерализация воды составляет 310 мг/дм³ (гидропост «Учкурган», Кыргызстан), то в нижнем течении – 1140 мг/дм³ (гидропост «Казалы», Казахстан) [1]. Таким образом, уровень минерализации речной воды в низовьях превышает уровень минерализации в верхнем течении в 3,7 раза. За 80 летний период река Сырдария претерпела значительную метаморфизацию химического состава воды. Среднегодовое значение минерализации воды возросло почти в три раза, содержание $K^+ + Na^+$ – в 4,8 раза, SO_4^{2-} – в 4,6 раза, Cl^- – в пять, Ca^{2+} – в 1,7 раза, Mg^{2+} – в 3,5 раза, а HCO_3^- осталось практически неизменным, поскольку последний ион играет подчиненную роль в формировании ионного состава воды [2].

Гидрохимический анализ показывает, что в качественном составе воды меняется соотношение главных ионов, преобладающими становятся SO_4^{2-} , $K^+ + Na^+$, Mg^{2+} и Cl^- . Таким образом, ионный состав воды изменился в направлении от гидрокарбонатно-кальциевого к сульфатно-натриевому. При этом относительно большой ионный сток приходится на долю сульфатных ионов, а наименьший – ионов магния.

С целью выявления количественных соотношений (взаимосвязей) между ионным составом отдельных компонентов и их суммой методом корреляционного анализа обработаны статистические данные. Результаты показывают, что с увеличением доли Ca^{2+} , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Cl^- в химическом составе воды возрастает и теснота связи этих компонентов с общей минерализацией воды. Коэффициент корреляции для этих компонентов составляет 0,56–0,93. Наиболее тесную связь с минерализацией воды имеют ионы магния и сульфатов – 0,89–0,93 соответственно, что указывает на высокую корреляцию между содержанием ионов и их суммой.

Необходимо учитывать, что немалый вклад в минерализацию водоемов и речной воды вносит и химический состав атмосферных осадков. В Приаралье химический состав атмосферных осадков (при сохранении группы натрия) хлоридно-сульфатный, однако ее состав по территории и во времени неодинаков. Так, по данным наблюдений на гидрометеостанции «Аральск» [3] в атмосферных осадках среди анионов преобладают сульфаты, среди катионов – кальций и натрий.

Для оценки количественных и качественных изменений солевого стока во времени проведены расчетные данные ионного стока последних лет в пункте гидропоста «Казалы». Полученные результаты сопоставлены с рассчитанными аналогичными за предыдущие годы других авторов: К. М. Степановой (1938), Н. Ф. Соловьевой (1952), А. И. Ибрагимов (1970) (см. таблицу).

Изменение ионного стока реки Сырдарии во времени

Год	Водный сток, км ³	Ионный сток, тыс. т	Отношение солевого стока к водному
1938	12,5	6000,5	1:0,48
1952	18,8	11090	1:0,59
1970	12,6	11973	1:0,95
1980	2,82	4376,6	1:1,55
1985	0,681	1201,3	1:1,76
1990	3,60	4168,8	1:1,16
1995	5,50	8233,5	1:1,49
2000	4,83	7486,5	1:1,55
2001	4,32	7845,1	1:1,82
2012	5,91	8078,9*	1:1,37

* Данные за I полугодие.

Гидропост «Казалы» расположен на южной окраине города в 13 км от ж/д станции «Казалы». Прилегающая местность – пустынная равнина, представляющая переход от песков Кызылкума по левобережью к пескам Каракума по правобережью. Русло реки на участке поста прямолинейное. Пойма широкая и заболоченная.

Сравнительный анализ расчетных данных и графическая визуализация результатов показывают, что величины ионного стока за сравниваемые отдельные года заметно различаются (рисунок 1).

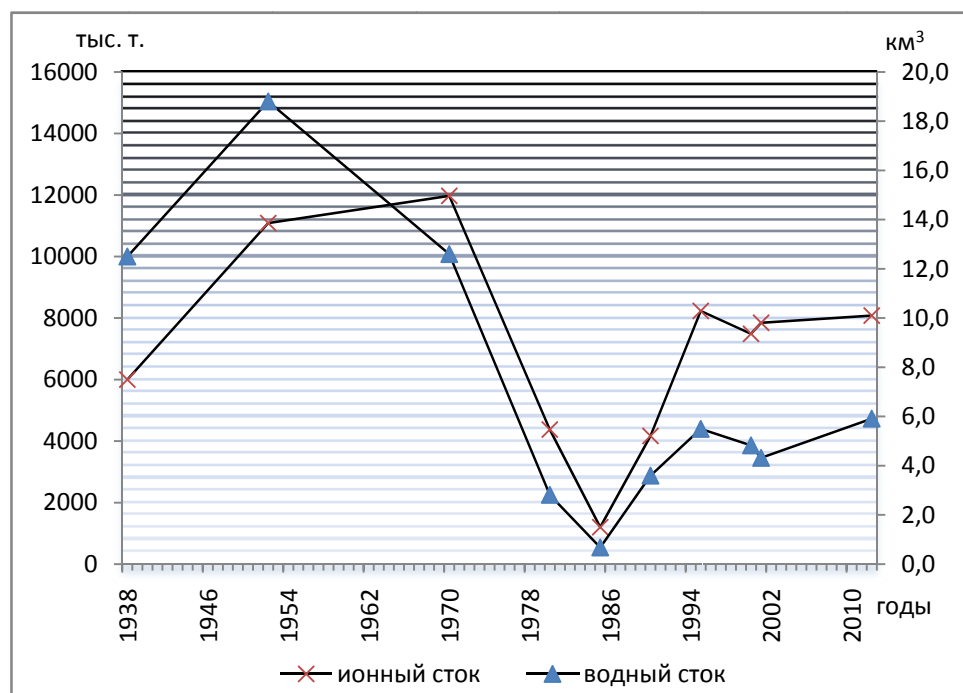


Рисунок 1 – Динамика изменения водного и ионного стока реки Сырдарии во времени в ее нижнем течении

Расчет отношения ионного стока к водному за соответствующий год показывает, что рост солевого стока не пропорционален увеличению водного стока. Так, в 2001 г. водный сток (антропогенно нарушенный) уменьшился почти в 3 раза относительно 30-х годов прошлого века (условно-естественный период), а ионный сток увеличился в 1,3 раза (на 1486 тыс. т), т.е. на каждый 1 км³ водного стока в условно-естественный период приходилось 480,0 тыс. т ионного стока, а в антропогенно нарушенный период – 1816 тыс. т.

Таким образом, за более чем длительный период в изменениях ионного стока р.Сырдарии во времени отчетливо проявляются 3 качественно характерных периода, отражающих темпы развития агропромышленного комплекса центрально-азиатских стран бассейна Сырдарии (Узбекистан, Кыргызстан, Таджикистан, Казахстан). С бурным развитием водного хозяйства и чрезмерным увеличением водозаборов возрастает ионный сток. С замедлением темпа развития агрокомплекса, что связано в основном с экономическим замедлением и спадом производства, уменьшается ионный сток, т.е. объем сточных вод сокращается. Действительно, в 1990-е годы в казахстанской части бассейна р. Сырдарии сточных вод формировалось около 2,4 км³ в год, а уже к 2000 г. объем сточных вод увеличился в 1,2 раза (до 3,0 км³). В целом в бассейне реки Сырдарии формируется более 13,0 км³ сточных вод ежегодно, из них около 8,0 км³ поступают обратно в речную систему без дополнительной очистки. Причем минерализация сточных вод (ирригационных, КДВ) достигает от 1,0–2,0 до 4,5 мг/дм³, а в отдельные годы – и более высоких пределов. При этом основная масса ионного стока (более 70 %) поступает в вегетационный период из сопредельных государств, относящихся к зонам формирования речного стока. В целом за год солевой сток на выходе из ирригационной зоны бассейна (г/п «Казалы») превышает приток солей из зоны формирования более чем на 50 % [4]. Соответственно определяющую роль в эвтрофировании уникальных

дельтовых водоемов Сырдарии играет поступление избыточного количества загрязняющих веществ, в том числе и биогенных.

Гидрохимический анализ многолетних данных измерений показывает, что начиная с 50-х годов XX века минерализация речной воды увеличилась в 2,5 раза, причем наивысших значений она достигала в определенные годы (1980, 1992, 1998, 2001). При этом антропогенное влияние на минерализацию речной воды в 3,5–4,5 раза большее по сравнению с условно-естественным периодом (рисунок 2).

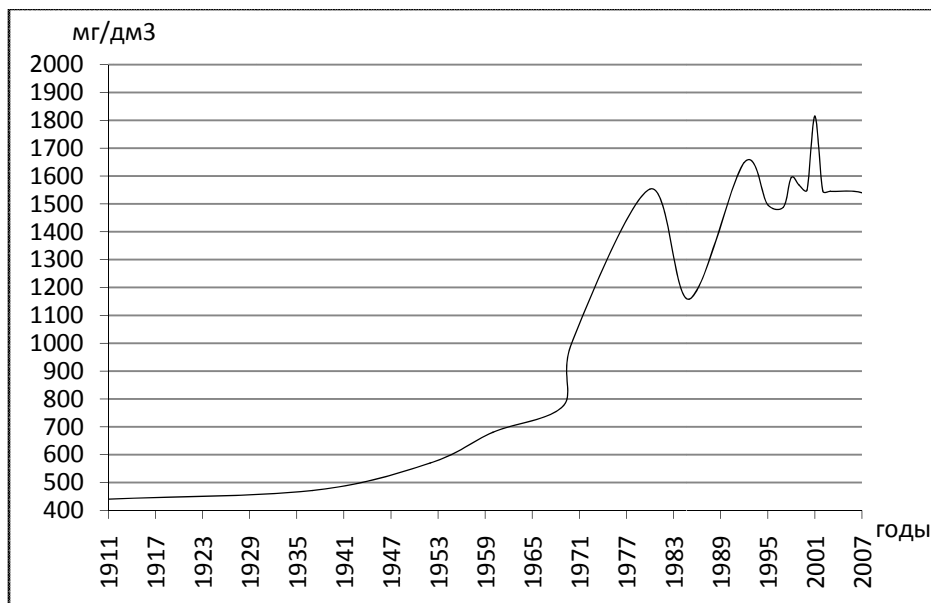


Рисунок 2 – Тенденция изменения минерализации речной воды в створе р. Сырдария – гидропост «Казалы»

По уровню загрязнения воды, которое оценивается по величине комплексного индекса загрязненности воды (ИЗВ), за 2013–2014 гг. в пункте г. Казалы относятся к 3 классу (ИЗВ 2,07) как «умеренно загрязненные» (данные РГП «Казгидромет»). Однако в условно-естественные периоды (до 1950 г.) уровень загрязненности для того же пункта относился ко 2 классу качества воды – «чистая» (ИЗВ 0,75). Хотя, по взглядам многих исследователей, ИЗВ и ПДК (предельно допустимая концентрация) весьма условны и не отражают истинного состояния среды, тем не менее они дают ясное представление о происходящих качественных и количественных изменениях в водной среде. Так, загрязнение речной воды в 1950–1990 годы составило 0,65–50 ПДК. Из-за снижения плодородия почв и соответственно уменьшения получаемой продукции хозяйствующие субъекты вынуждены были в больших объемах использовать химические удобрения на ирригационных площадях. А некоторые вносимые химические препараты более устойчивы в водной среде. Так, гербициды, широко применяемые в рисоводстве, сохраняются в почве, поливной и коллекторно-дренажной воде 0,5–3 мес и около 14–18 % от общего количества вносимых удобрений уходят со сбросными водами [5]. Также установлено, что после полива хлопчатника в воду выносятся более 0,5 % использованных химических веществ. Следовательно, подпитка водных объектов высокоминерализованной водой негативно влияет на их гидрологический и гидрохимический режим, что приводит к потере водными объектами естественных природных функций.

Важно отметить, что в дельтовых водоемах Сырдарии сосредоточен основной ресурс озерного фонда пресных вод, в них же сосредоточены богатая орнито- (охотничье-промысловая) и ихтиофауна (промысловая), флора и растительность водной экосистемы с уникальной способностью к «самовосстановлению» при благоприятных гидрологических стечениях.

Озерно-болотные и тугайные биотопы дельтовой части Сырдарии играют своеобразную роль «резерватов» в сохранении генофонда биоразнообразия Приаралья. Они же «носят» в себе решение проблемы водообеспечения и повышения биопродуктивности экосистемы и помогают адаптироваться к глобальным изменениям климата в условиях неопределенности и в смягчении неблагоприятных влияний на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кипшакбаев Н. Региональные проблемы водного хозяйства. – Алматы: Дауыр, 2004. – С. 43.
- [2] Таиров А.З. Гидрохимический режим нижнего течения р. Сырдария и химический состав воды, питающих озерные системы дельты реки // Мат-лы междунар. научно-практ. конф. «Сатпаевские чтения», «Актуальные проблемы наук о Земле». – Алматы, 2008. – С. 187-189.
- [3] Бурлибаев М.Ж., Муртазин Е.Ж., Бултеков Н.У. О состоянии загрязнения окружающей среды Республики Казахстан в IV квартале 2003 года // Гидрометеорология и экология. – Алматы, 2004. – № 1. – С. 248–269.
- [4] Омаров К.А. Влияние антропогенных нагрузок на трансформацию солевого стока бассейна реки Сырдарья // Докл. междунар. научно-практ. конф. «Современные проблемы гидроэкологии внутриконтинентальных бессточных бассейнов Центральной Азии». – Алматы: Каганат, 2003. – С. 137-141.
- [5] Фундукчиев С.Э., Белялова Л.Э. Влияние орошения на видовой состав и численность позвоночных животных // Мат-лы междунар. научно-практ. конф. «Теоретические и прикладные проблемы географии на рубеже столетий». – Алматы: Айдана, 2004. – С. 195–197.

REFERENCES

- [1] Kipshakbaev N. Regional'nye problemy vodnogo hozyajstva. Almaty: Dauyr, 2004. S. 43 (in Russian).
- [2] Tairov A.Z. Gidrohimicheskij rezhim nizhnego techeniya r. Syrdariya i himicheskij sostav vody, pitayushchih ozernye sistemy del'ty reki // Mat-ly mezhdunar. nauchno-prakt. konf. «Satpaevskie chteniya», «Aktual'nye problemy nauk o Zemle». Almaty, 2008. S. 187-189 (in Russian).
- [3] Burlibaev M.ZH., Murtazin E.ZH., Bultekov N.U. O sostoyanii zagryazneniya okruzhayushchej sredy Respubliki Kazahstan v IV kvartale 2003 goda // Gidrometeorologiya i ehkologiya. Almaty, 2004. N 1. S. 248–269 (in Russian).
- [4] Omarov K.A. Vliyanie antropogennyh nagruzok na transformaciyu solevogo stoka bassejna reki Syrdar'i // Dokl. mezhd. nauchno-prakt. konf. «Sovremennye problemy gidroehkologii vnutrikontinental'nyh besstochnyh bassejnov Central'noj Azii». Almaty: Kaganat, 2003. S. 137-141 (in Russian).
- [5] Fundukchiev S.E., Belyalova L.EH. Vliyanie orosheniya na vidovoj sostav i chislennost' pozvonochnyh zhivotnyh // Mat-ly mezhdunar. nauchno-praktich. konf. «Teoreticheskie i prikladnye problemy geografii na rubezhe stoletij». Almaty: Ajdana, 2004. S. 195–197 (in Russian).

СЫРДАРИЯ ӨЗЕНІНІҢ ТӨМЕНГІ АҒЫСЫНДАҒЫ ИОНДЫҚ АҒЫНДЫНЫҢ ЗЕРДЕЛЕУ ТУРАЛЫ

А. З. Таиров

Табиғи-шаруашылық жүйені сумен қамтамасыздандыру және математикалық үлгілеу
зертханасының а.ғ.к., г.ғ.к. (География институты, Алматы, Қазақстан)

Тірек сөздер: су ағындысы, иондық ағынды, минералдану, судың көлемі, бағалау.

Аннотация. Мақалада антропогендік әсерінен өзгеріске ұшыраған су режимі және қалыпты ауа райының өзгеруіне байланысты жағдайында Сырдария суының химиялық құрамының қалыптасу ерекшелігі және сол режимінің зерделеу мәселелері қарастырылған. Ұзақ мерзім ішінде Сырдария өзенінің химиялық құрамы бір талай өзгерістерген ұшырағаны айқындалған. Уақыт ішінде иондық ағындының өзгерістерін сапалы және сандық тарапынан баға беру үшін иондық ағындыға есеп жасалған және есептелінген мәліметтерге салыстырмалы түрде талдама жүргізілген.

ABOUT STUDY OF IONIC FLOW OF SYRDARYA RIVER IN ITS LOWER PART

A. Z. Tairov

Candidate of Sciences in Geography, Senior Researcher of the Laboratory of water service
of natural-economic systems and mathematic modeling (Institute of Geography, Almaty, Kazakhstan)

Keywords: water flow, ionic flow, salt composition, volume of water, assessment.

Abstract. In the article the questions of study of the mode and features of forming of chemical composition of water of Syrdarya river are considered in the conditions of changing climate and anthropogenic transformation of the water mode. Shown, that for protracted period the river Syrdarya suffered considerable metamorphizatiu of chemical composition of water. For the estimation of quantitative and quality changes of salt flow in time, the calculations of ionic flow and comparative analysis of the expected data are conducted.