

Современный гидрохимический режим дельты р. Урал

Бушнева И.А., Акбердина Г.Ж., Матмуратов С.А.

Институт зоологии, Алматы, Казахстан

Существенную часть природных экосистем Казахстана представляют комплексы водно-болотных угодий, важнейшим из которых по своему международному значению, является дельта реки Урал (ДРУ), с входящим в нее побережьем Каспийского моря. Исследование и охрана этих территорий – одно из приоритетных направлений национальной политики по сохранению биоразнообразия. Дельты рек могут рассматриваться в качестве индикаторов глобальных и региональных, естественных и антропогенных изменений, происходящих в среде. Под таким экологическим прессом может развиваться процесс деградация дельт. (Михайлов, Михайлова, 2003).

Хозяйственная деятельность в бассейне реки Урал приводит к уменьшению количества и ухудшению качества поступающих в дельту речных вод. С другой стороны усиление давления на дельту со стороны моря (повышение уровня моря, нагоны, загрязнение в результате освоения нефтяных месторождений) также изменяет гидрохимический режим дельты реки Урал. Учитывая специфические условия дельты Урала, находящейся под усиленным антропогенным прессом, особое значение приобретает контроль качества водных масс.

Территория дельты реки Урал и прилегающая к ней восточная часть Северного Каспия, в гидрохимическом плане изучена недостаточно, в отличие от западной части Северного Каспия и входящей в нее дельты реки Волги. Исследование Урало-Каспийского бассейна производилось локально и часто имело производственную рыбохозяйственную направленность. Между тем дельта – это единый организм, формирующийся в результате взаимодействия реки и моря и именно таким образом она и должна исследоваться в целях сохранения этого уникального объекта природы.

Исходя из вышесказанного, была поставлена задача исследования - определение современного состояния гидрохимического режима (минерального и биогенного) дельты реки Урал, определения качества воды по гидрохимическим показателям и факторов угроз состоянию природной среды.

Материал и методики

В соответствии с поставленными задачами были подобраны методы химического исследования: определение и анализ минеральных и биогенных элементов, газового режима водоема (кислород), определение содержания органических веществ, являющихся одним из основных загрязнителей Урало-Каспийского бассейна. Материал для исследования был собран в сентябре 2004г. Отбор проб производили по установленным методикам в поверхностном водном слое, при этом фиксировалась глубина, температура воздуха и воды в точке забора. Для предотвращения возможных изменений химического состава часть проб консервировали. Пробы, не подлежащие консервированию, обрабатывали в полевых условиях (анализ БПК₅, окисляемости, определение содержания кислорода). Сетка станций для отбора проб, приведенная в таблице 1, охватывала разные участки дельты: основное русло реки, авандельту, прибрежные мелководные морские районы (восточный и западный от устья), морские точки авандельты и рукава (ерики левосторонние и правосторонние).

Таблица 1
Станции отбора гидрохимических проб на участках дельты реки Урал

станции	Название места	Н, м	t ⁰ возд.	t ⁰ воды
№ 1	Море, авандельта, 2 км от устья р.Урал	2,1	15	18
№ 2	Река Урал, устье	0,5	18	18,7
№ 3	Третий левый рукав	1,05	18	18
№ 4	Море, авандельта восточная, мелководье.	1,2	18	17,8
№ 5	Море, авандельта восточная	2,05	19,2	18,2
№ 6	Море, к востоку от устья, прибрежная зона	1,7	25,6	19,4
№ 7	Море, Мусабайский култук	0,7	25,6	18,6
№ 8	Море, о.Илингалик	0,4	25,6	18,6
№11	Море, Пешневский култук	1,35	18	18,8
№12	Река Урал, пос.Жана-Талап	0,5	26,4	18,5
№13	Река Урал, дамба	0,6	18	19,5
№14	Первый дамбинский правый рукав	0,5	18	19,1
№16	Приморский канал	0,34	18,2	18,8
№17	База, левобережный рукав	1,09	22,8	19,0
№18	Море, авандельта западная	2,96	17,1	18,6
№21	Море,западн., Атаманская коса	1,76	19,0	18,8
№22	Море, устье рыбоходного канала	1,85	18,9	18,4
№23	Второй правый рукав	1,75	19,4	18,4

Гидрохимические исследования проводились по общепринятым методам (Семенов,1977; Методы гидрохимических исследований..., 1978). Определение растворенного кислорода проводили иодометрическим способом по Винклеру. Перманганатная окисляемость – величина, характеризующая содержание в воде органических и минеральных веществ, окисляемых марганцевокислым калием, определялась по Кубелю, и выражалась в мг O₂/л. Анализ БПК₅ - биологическое потребление кислорода, определялся как разница между содержанием кислорода в пробе в день взятия и после пребывания последней в течение 5 дней в анаэробных условиях при 20°C, выражался в мг O₂/л.

Исследование минерального состава включало определение растворимых минеральных компонентов, содержащих главные ионы. Хлориды определялись аргентометрическим методом, сульфаты – осаждением барием, с дальнейшим определением по сухому остатку, гидрокарбонаты – ацидометрическим методом титрования, кальций и общая жесткость – титрованием с трилоном Б, магний – по разности между общей жесткостью и кальцием, сумму натрия и калия – по разности между суммой анионов и катионов.

Анализ биогенных элементов включал определение азотсодержащих минеральных компонентов (аммонийный азот определяли с реактивом Несслера, нитритный – взаимодействием в кислой среде с реактивом Грисса, нитратный – восстановлением до нитритов на колонке с омедненным кадмием). Фосфаты определяли с помощью метода Морфи-Райли, с аскорбиновой кислотой в качестве восстановителя. Кремний – по модифицированному методу Диенера-Вандербулька с молибдатом аммония

Определение железа проводили с сульфосалициловой кислотой в щелочной среде. Спектрофотометрирование производили на спектрофотометре СФ-26. Концентрации биогенных элементов находили по калибровочному графику и выражали в мг/л.

Результаты

Определение главных ионов. Химический состав вод в предустьевой зоне в значительной степени зависит от географических факторов (положение, климат, локальные метеоусловия, структура почвенного покрова), от интенсивности развития процессов трансформации веществ в речных водах, а также от хозяйственной деятельности человека (изъятие речного стока, загрязнение воды промышленными бытовыми отходами) (Леонов, Дубинин, 2001).

В последние годы большую озабоченность вызывает изменение гидрохимических условий в ряде морей и рек, в том числе и в дельте р. Урал. Данная экосистема подверглась существенным изменениям, вызванным как естественными климатическими факторами, так и активным вмешательством человека. Наиболее очевидно многолетнее падение уровня моря, неожиданно сменившееся в конце 70-х годов подъемом, что естественно отразилось на гидрохимическом режиме дельты, хотя существует мнение, что в наибольшей мере, эти процессы затронули гидрохимическую структуру глубоководной части моря (Бордовских, 1987).

В связи с понижением уровня моря в семидесятые годы морской край дельты выдвинулся в море на 10-15 км, в рукавах дельты наблюдалось интенсивное заиливание, часть левосторонних водотоков деградировало, в связи с этим в восточную часть устьевого взморья прекратился сток воды, наносов минеральных и органических веществ, что негативно отразилось на продуктивности этой части дельты. (Каспийское море, 1986). С началом подъема уровня моря процесс приостановился, но требует постоянного контроля, особенно в настоящее время, когда намечилась тенденция очередного спада.

Результаты, полученные нами по исследованию минерального состава вод дельты Урала, представлены на рисунках 1, 2. Наибольшая величина минерализации обнаружена в левобережной (восточной) части взморья (станции 4-8, 11). Западная часть взморья минерализована слабее (станции 18, 21-22). Морские точки, непосредственно прилегающие к устью, характеризуются средним между этими величинами значением минерализации 2,1 г/л. Таким образом, по классификации Алекина, вода взморья относится к солоноватому типу (рис. 1). Точки, находящиеся в русле реки Урал и ее рукавов, имели значения показателя минерализации 0,84-0,9 г/л (станции 3, 12-17, 23), что характеризует их воды как пресные.

По величине жесткости исследуемые пробы воды подразделялись от умеренно жестких до жестких. Максимальные значения жесткости обнаруживались в пробах вод из култуков левобережного взморья и вблизи острова Илингалик. В реке Урал значения жесткости было в пределах 7,7-8,8 мг- экв/л. (рис. 2) Известно, что уральские воды более минерализованы, чем волжские, их компонентный состав имеет большую изменчивость по отдельным участкам русла реки (Друмева, Михайлова, 1986). Многолетние и сезонные изменения концентрации главных ионов в воде дельты реки Урал весьма значительны и находятся в тесной зависимости от водности водоема.

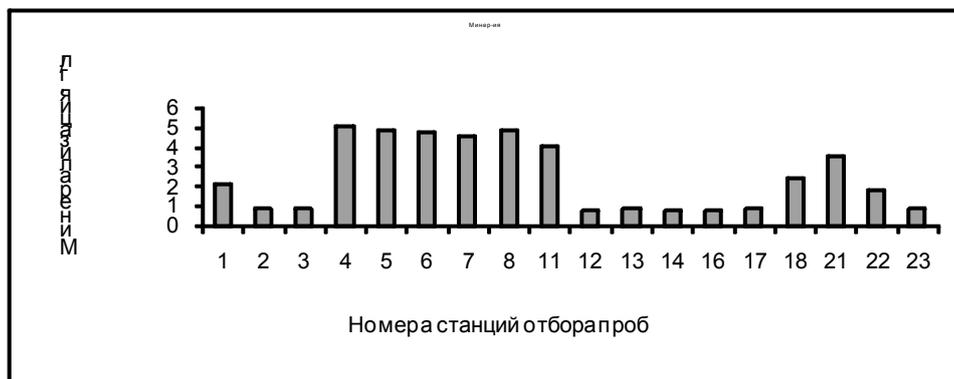


Рисунок 1 Минеральный состав проб воды различных участков дельты реки Урал

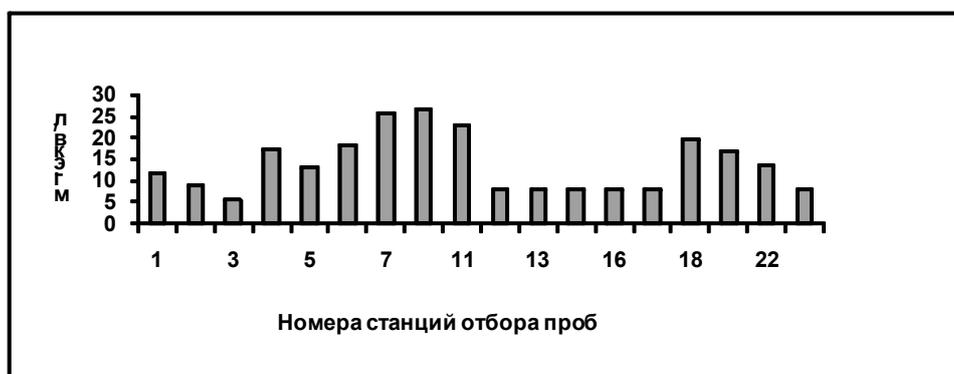


Рисунок 2. Величины жесткости воды различных участков дельты реки Урал

Качественный состав основных минеральных компонентов воды дельты Урала различался по отдельным участкам дельты. Согласно нашим данным, содержание кальция имеет максимум значений в восточной части авандельты 136-140 мг/л. Точки, расположенные на западной стороне авандельты, по основному руслу реки и в рукавах, показывают значения от 60 до 96 мг/л. Концентрация ионов магния также максимальна на восточной стороне от устья (80-240 мг/л), на западной имеет более низкие значения (120-180 мг/л), и в Урале и ериках еще ниже (26-58 мг/л).

Значения щелочности, концентрации сульфатов и хлоридов распределяются также как и ионов магния по убывающей – левобережная авандельта - правобережная авандельта - река Урал и рукава. Количество бикарбонатов приблизительно одинаково на всех участках отбора, их концентрация изменяется от 190 до 250 мкг/л. В точке 1, находящейся приблизительно в 2 км от устья реки Урал, концентрации основных минеральных компонентов имеют средние значения между показателями реки и западной части авандельты (рис. 3). Из представленных данных следует, что воды исследуемых участков ДРУ классифицируются по уровню минерализации как принадлежащие к хлоридному классу группы натрия II типа (Алекин, 1970).

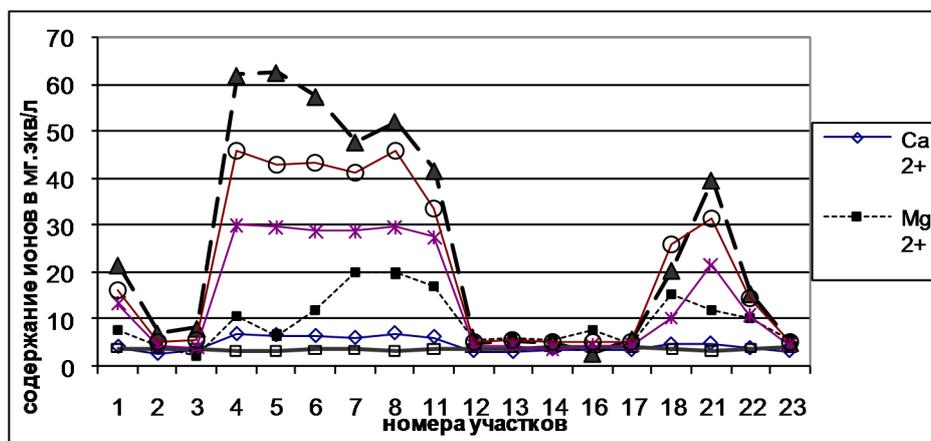


Рисунок 3. Качественный состав основных минеральных компонентов различных участков ДРУ

По степени минерализации воды дельты классифицируются как пресные (Урал, рукава) и солоноватые (авандельта). Минерализация восточной авандельты более значительна (4-4,9 г/л), чем западной (2-3,5 г/л). В сравнительном с литературными данными аспекте можно отметить увеличение показателя общей минерализации морской части дельты и изменчивость качественного состава прибрежных и речных вод, входящих в дельту (Пахомова, Затучная, 1966).

Исследование газового режима вод дельты включало определение растворенного кислорода. Картина кислородного режима дельты Урала довольно пестрая. Насыщение вод дельты кислородом изменяется в широких пределах (30-160%). Концентрация кислорода в дельте Урала летом составляет 8,15 мг/л (93% насыщения), осенью возрастает до 10,5 мг/л (93% насыщения) (Большов и др., 1999). По нашим данным количество растворенного кислорода имело в основном высокие значения концентрации (8,3-9,88 мг/л) и процента насыщения, что соответствует сезонным показателям. Исключение составляли некоторые точки, расположенные в рукавах, где возможно наблюдались явления застоя.

Определение содержания органических веществ и биогенных элементов.

Вместе с пресной водой в Северный Каспий вносится громадное количество органических веществ, перед дельтой Урала их можно обнаружить в максимальных количествах. Для наиболее продуктивной прибрежной части Северного Каспия это особенно важно, т.к. именно благодаря речному стоку создается сырьевая база водоема. Определение содержания органических веществ производилось посредством измерения перманганатной окисляемости и анализа БПК₅.

Химическая окисляемость косвенно отражает содержание органического вещества, а также является хорошим показателем распространения речных вод в море (Пахомова, Затучная, 1966). По мере увеличения хлорности величина окисляемости уменьшается. В исследуемый нами период значения перманганатной окисляемости в разных точках колебались в пределах 7,04 – 9,88 мг O₂/л.

Анализ на БПК₅ был проведен по точкам, принадлежащим разным участкам дельты: станция №1 – морская точка, 2 км против устья реки Урал, станция №2 – устье реки Урал, станция №3 – третий левый рукав. Значения данного показателя колебались от 2,93 до 3,12 (ПДК 3,0), что позволяет отнести исследованные воды к разряду загрязненных по содержанию органического вещества.

Среди множества компонентов химического состава вод дельты особое место занимают биогенные элементы (азот, фосфор, кремний, железо). Изучение их распределения имеет большое значение для выяснения продуктивности водоема. Очень часто биогенные элементы являются более тонкими индикаторами состояния водных масс, чем соленость и другие макрокомпоненты (Пахомова, 1970).

Из азотсодержащих биогенных элементов в сравнительно небольших количествах присутствовал аммонийный азот; нитритный и нитратный (N-NO₂, N-NO₃) либо полностью отсутствовали в отобранных пробах, либо содержались в незначительных количествах. Аммонийный азот – начальная стадия разложения органического вещества, наличие его в достаточных концентрациях свидетельствует о постоянном загрязнении водных масс органикой (рис. 4).



Рисунок 4. Распределение биогенных элементов в воде дельты реки Урал

Минеральный растворимый фосфор присутствовал в исследуемых пробах в концентрациях 15-70 мкг/л. Соединения фосфора более устойчивы, чем соединения азота, при полном исчезновении нитратов соединения фосфора еще можно обнаружить. По литературным данным для районов авандельты Северного Каспия (Друмева, Михайлова, 1986) количество фосфора осенью составляло 40 мкг/л, для уральских вод эти величины изменяются в пределах – 16-61 мкг/л (Большов и др., 1999). Содержание кремния составило величину 290-630 мкг/л, что ниже среднесезонного значения этого показателя. По опубликованным источникам для уральских вод концентрация кремния колеблется от 1 до 5 мг на литр. С увеличением солености концентрация кремния уменьшается. (Леонов, Дубинин, 2001).

Содержание железа на разных участках дельты колебалось от 0,18 до 0,65 мг/л. В точках 4,5, и 13 содержание данного элемента было близко к предельно допустимому по нормам для питьевой воды. Для болотных вод характерно повышенное содержание этого элемента, оно входит в состав комплексов с гуминовы-

ми кислотами, гуматов. Имеются данные, что среднее содержание железа в водах Северного Каспия составляет 23 мкг/л (Брезгунов, Ферронский, 2004). По дельте Урала сведений о содержании этого биогенного элемента недостаточно. Таким образом, концентрация отдельных биогенных компонентов не превышала предельно допустимых значений (за исключением железа) и соответствовала, или была несколько ниже (кремний), содержанию биогенных компонентов в данный период года по литературным данным.

В заключение можно отметить, что основными факторами угроз качеству вод территории ДРУ являются промышленные и бытовые стоки в реку Урал и ее притоки, близость нефтяных разработок на восточном побережье Каспийского моря, загрязнения, вносимые в аванделту с водами Волги, бассейн которой находится в критическом состоянии, а также давление на дельту со стороны моря. Учитывая все стороны данной проблемы, очевидно, необходимо создание охраняемой территории, как со стороны моря, так и по суше. В плане охраны качества водных масс дельты Урала необходимы также и другие законодательные меры, так как сброс промышленных и бытовых стоков происходит по всему течению реки и, в конечном счете, концентрируется в дельте.

Учитывая контрастный характер гидрохимического режима вод территории ДРУ, отсутствие данных по всей территории дельты одновременно, большую зависимость гидрохимических показателей от уровня моря, речного стока и т.д., необходимо постоянное слежение за качеством вод, так как вода является первичным элементом всей экосистемы. При проведении постоянного мониторинга необходимо учитывать весь комплекс негативных воздействий, угрожающих сохранению уникальной природы дельты реки Урал.

Работа выполнена при поддержке Глобального экологического фонда (GEF) КАЗ/00/G37 «Комплексное сохранение приоритетных глобально значимых водно-болотных угодий как мест обитания мигрирующих птиц: демонстрация на трех территориях»

Литература.

- Алекин О.А., 1970. Общая гидрохимия. Л., Гидрометеиздат: 1–270.
- Брезгунов В.С., Ферронский В.И., 2004. Содержание ряда микроэлементов в Каспийском море в связи с различными типами распределения растворимых элементов в морской среде. *Водные ресурсы*, 31 (1): 116–120.
- Большов А.А., Трусова В.В., Хван Л.В., 1999. Гидролого-гидрохимические условия реки Урал. *Рыбохозяйственные исслед. на Каспии, Астрахань*: 35–41.
- Бордовских О.К., 1987. Эволюция гидрохимических условий в Каспийском море. *Докл. АН СССР*. 294 (2): 441–444.
- Друмева Л.Б., Михайлова Н.А., 1986. Влияние стока Урала на солевой состав вод Северного Каспия. *Гидрология устьев рек, М., Гидрометеиздат*: 116–120.
- Зенкевич Л.А., 1969. Биология морей СССР. М., АН СССР: . 1–739.
- Каспийское море. Гидрология и гидрохимия, 1986. М., Наука: 1–739.
- Катунин Д.Н., Косарев А.Н., 1981. Соленость и биогенные вещества в Северном Каспии. *Водные ресурсы*, 1: 77–88.
- Ласкорин Б.Н., Лукьяненко В.И., 1990. Проблема качества воды Волго-Каспийского бассейна. *Физиол.-биохим. статус волго-каспийских осетровых в норме и при расслоении мышечной ткани. М., АН СССР*: 16–24.

Леонов А.В., Дубинин А.В., 2001. Взвешенные и растворенные формы биогенных элементов, их соотношение и взаимосвязь в основных притоках Каспийского моря. *Водные ресурсы*, 28 (3): 261–279.

Методы гидрохимических исследований океана, 1978. М., Наука: 1–271.

Михайлов В.Н., Михайлова М.В., 2003. Дельты как индикаторы естественных и антропогенных изменений режима рек и морей. *Водные ресурсы*, 30 (6): 655–666.

Пахомова А.С., 1978. Биогенные элементы в водах глубоководной части Каспийского моря. *Химические ресурсы морей и океанов*, М., Наука: 118–125.

Пахомова А.С., Затучная Б.М., 1966. Гидрохимия Каспийского моря. Л., Гидрометеиздат: 1–343.

Семенов А.Д., 1977. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Л., Гидрометеиздат: 156–163.

Summary

Boushneva I.A., Akberdina G. Zh., Matmuratov S.A.

Modern hydrochemical data on delta of Ural River

Institute of Zoology, Almaty, Kazakhstan

Within the framework of complex inspection of hydro-marsh ecosystems of the Ural River delta the hydrochemical analysis of quality of waters is lead. Mineral and biogenic components of tests of water of the basic channel, inflows and adjoining shoaliness of Caspian sea are investigated.