

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДНОЙ СРЕДЫ ОЗЕР НИЖНЕЙ ДЕЛЬТЫ Р. ИЛИ В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ ЕЕ ВОДНОСТИ

(Балхашский филиал, г. Балхаш)

Приводится интерпретация многолетних гидрохимических исследований озерных систем дельты и их состояние в маловодный (1983–1987 гг.), средний по водности (1988–1998 гг.) и в многоводный (1960–1969 и 2001–2010 гг.) периоды питающей их р. Или. Представлен анализ транзита и трансформации биогенных и органических веществ, минерализации и ионно-солевого состава воды, поступающей в дельтовые озера в разные периоды водности. Выявлены основные факторы и особенности формирования гидрохимического режима этих систем.

Введение. Река Или в своем нижнем течении перед впадением в оз. Балхаш образует обширную дельту, состоящую из ряда озерных систем: Иир-Майтанской, Изендинской, Наурызбайской, Топарской, Байменейской,

Айнакольской и др., обводненность и функционирование которых полностью зависят от водности р. Или.

Гидрохимический режим р. Или и водоемов нижней дельты изучался на протяжении многих

лет (1963–2010 гг.), и их результаты отражены в целом ряде публикаций [1–4].

В этой работе объектом исследования явились Иир-Майтанская и Наурызбайская системы озер, как наиболее значимые для рыбохозяйственного использования в качестве основных нерестилищ и нагула молоди рыб.

Цель настоящей работы – дать анализ влияния водности р. Или на формировании гидрохимического режима двух основных озерных систем за период 1963–2010 гг.

Материал и методика

Начиная с 1963 г. и по настоящее время с некоторыми перерывами КазНИИРХ проводит на этих системах озер комплексные гидрологические, гидрохимические и токсикологические исследования с непосредственным участием авторов с 2001 г. по 2010 г.

Исследования проводятся ежегодно в вегетационный период на 15 постоянных станциях (по три станции на каждом озере). Карта-схема отбора проб представлена на рис. 1.

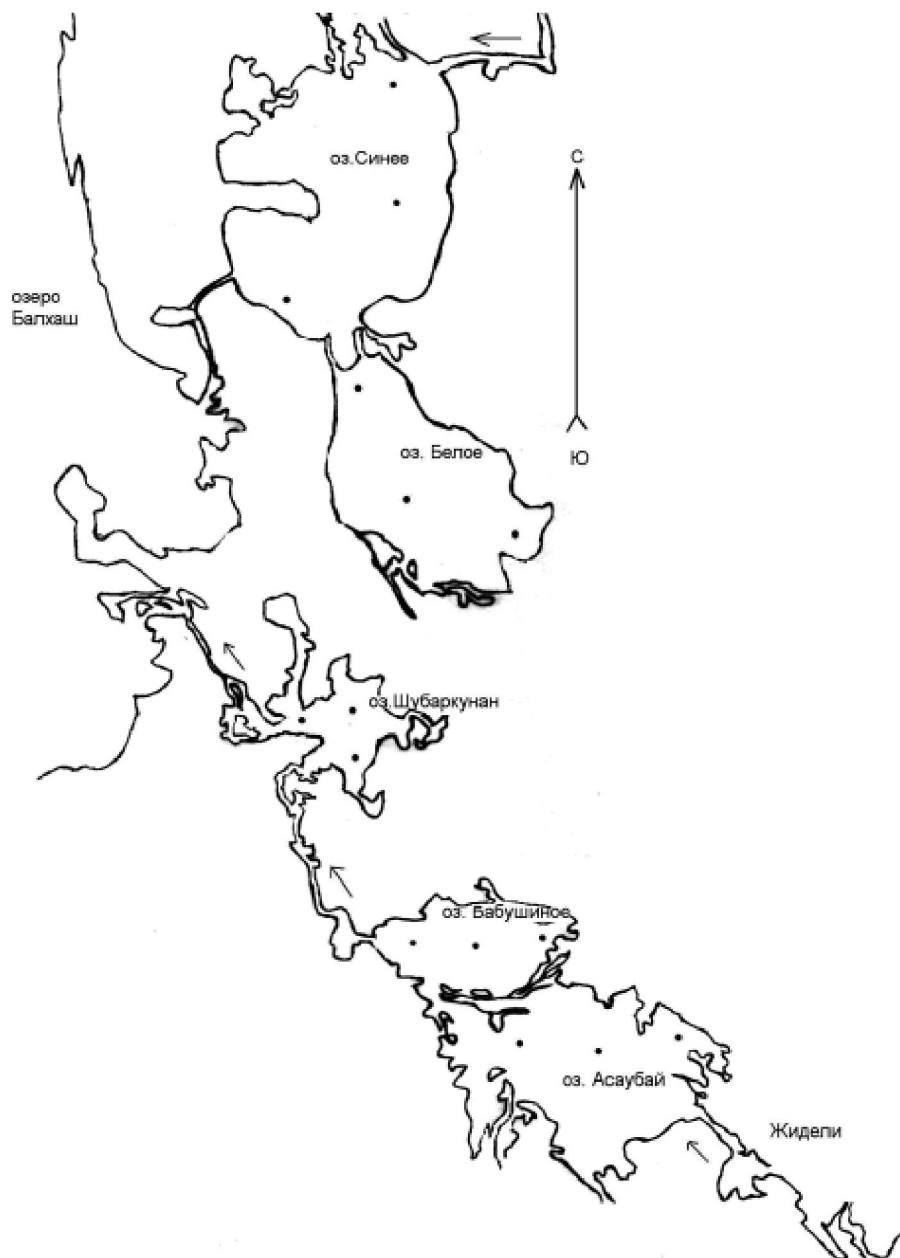


Рис. 1. Карта-схема водоемов нижней дельты р. Или со станциями отбора проб

На станциях отбора проб измеряли глубину, прозрачность, мутность, определяли величину pH, наличие диоксида углерода, сероводорода, содержание кислорода. Отбирали воду для определения ионно-солевого состава, жесткости, содержания биогенных элементов и органических веществ.

Ионно-солевой состав воды определяли титрометрическим, биогенные элементы – колометрическим методом по существующим методикам О. А. Алекина, А. Д. Семенова [5, 6]. Калий и натрий в водной среде выполняли методом фотометрии пламени на ПФМ [5].

Определение группы воды по жесткости, класса воды по минерализации и содержанию основных ионов оценивали по ГОСТу 26449.1-85. Соответствие результатов анализов рыбохозяйственным ПДК проводилось по общепринятому «Обобщенному перечню ПДК..».

Результаты исследования и их обсуждение

К самой крупной озерной системе в нижней дельте относится Ир-Майтанская. В эту систему входят озера: Асаубай, Бабушиное, Шубаркунан, Когалы, Кустастое, Сасыкколь и другие. Обводнение системы происходит за счет поступления воды по протокам – Жидели и Ир. Данные протоки являются основными рукавами

р. Или и по ним идет около 80% речного стока. В многоводный период дельта находится в озерной фазе развития, в маловодный период она переходит в русловую фазу.

Озера Ир-Майтанская системы являются проточными с хорошим водообменом при любой фазе водности реки. Оз. Асаубай является одним из первых водоемов в системе, в которое впадает пр. Жидели. Оз. Шубаркунан относится к замыкающему водоему по пути следования Жиделинского потока в оз. Балхаш.

Озера Синее и Белое входят в состав Наурызбайской системы озер, которая существует за счет подпитки водами проток Новая-Арыстан-Нарын. В период русловой фазы количество воды, поступающее в озера, заметно снижается, особенно это касается полупроточного оз. Белое. В этот водоем в основном поступает вода из оз. Синее по небольшой протоке, сквозь заросли тростника. В маловодный период, в результате снижения уровня, водоток по протоке снижается, временами полностью прекращается, что не-посредственно отражается в гидрохимическом режиме этих озер.

Характер изменения гидрохимических параметров воды озер представлен в табл. 1.

В водоемах Ир-Майтанской системы в точках отбора проб глубины менялись от 0,50 до 2,60 м. Прозрачность воды составляла 50-100 см. В озерах

Таблица 1. Гидрохимические показатели воды озер нижней дельты
в разные периоды водности р. Или (средние значения)

Водоемы	Периоды	рН	Растворенные газы, мг/дм ³			Биогенные элементы, мг/дм ³				Перман. ок., мгО/дм ³
			CO ₂	O ₂	% нас	NH ₄	NO ₂	NO ₃	P	
Озеро Асаубай	Маловодный	7,87	6,9	8,79	84	0,15	0,016	0,15	0,042	5,9
	Средневодный	8,17	4,8	7,53	79	0,03	0,003	0,59	0,006	4,7
	Многоводный	8,11	7,0	9,62	98	0,18	0,011	0,62	0,022	5,2
Озеро Бабушиное	Маловодный	8,04	6,6	8,78	92	0,19	0,21	0,24	0,016	6,4
	Средневодный	8,17	6,1	8,22	88	0,03	0,016	0,70	0,006	5,2
	Многоводный	8,07	6,7	8,35	87	0,23	0,005	0,58	0,020	4,9
Озеро Шубаркунан	Маловодный	7,90	8,1	7,90	83	0,21	0,032	0,53	0,016	7,5
	Средневодный	8,20	5,73	7,89	78	0,04	0,003	0,33	0,013	4,4
	Многоводный	8,01	9,47	8,26	86	0,18	0,013	0,62	0,020	4,8
Озеро Синее	Маловодный	8,35	–	11,6	108	0,19	0,043	0,04	0,021	11,2
	Средневодный	8,21	–	8,39	90	0,43	0,003	0,29	0,002	10,3
	Многоводный	8,19	9,24	9,74	104	0,15	0,002	0,83	0,034	8,58
Озеро Белое	Маловодный	8,20	–	10,39	95	0,19	0,053	0,04	0,030	17,3
	Средневодный	8,20	11,4	10,75	116	0,20	0,028	1,64	0,063	12,0
	Многоводный	8,24	–	8,05	89	0,29	0,002	0,25	0,006	10,7

Наурызбайской системы глубины составляли 2,10-3,50 м, с прозрачностью воды 160-310 см.

Реакция водной среды озер слабощелочная. Величина pH в Иир-Майтанской системе меняется в пределах 7,87-8,21, в Наурызбайской системе pH несколько выше (8,19-8,35).

Газовый режим в озерах удовлетворительный. Растворенный кислород варьирует в пределах 78-98 % насыщения, что соответствует абсолютным значениям 7,53-9,62 мг О₂/дм³. В весенний период в Иир-Майтанских озерах присутствует диоксид углерода в количестве 4,8-9,5 мг/дм³. Процент насыщения воды кислородом озер Наурызбайской системы несколько выше и составляет 89-116 %.

Содержание органических веществ в озерах Иир-Майтанской системы невысокое и малодинамичное, величина перманганатной окисляемости варьирует в количестве 4,4-7,5 мгО/дм³ с максимальными показателями в маловодный период. Озера Наурызбайской системы отличаются повышенным содержанием органического вещества в водной среде. Максимальное содержание перманганатной окисляемости в пределах 11,2-17,3 мгО/дм³ наблюдается в маловодный период за счет снижения притока речной воды и усиления деструкционных внутриводоемных процессов в самом озере. В пространственном аспекте повышенные показатели величины перманганатной окисляемости характерны для полупроточного оз. Белое.

Биогенные элементы группы азота в воде находятся в концентрациях, не превышающих

ПДК, но в количестве, достаточном для развития фитопланктона и высшей водной растительности. Их концентрация носит динамичный характер и зависит в основном от количества биогенных элементов, поступающих с водами р. Или в течение года. За многолетний период наблюдений концентрация биогенных соединений подвергалась значительным сезонным и межгодовым колебаниям. Однако следует отметить, что в маловодный период в озерах наблюдается повышенное содержание нитритного азота и фосфора.

По сумме растворенных в воде солей, согласно классификации О.А. Алекина [6], исследуемые озера Иир-Майтанской системы во все периоды водности р. Или относятся к пресным, гидрокарбонатно-кальциевого состава, минерализация воды варьирует в пределах 348-610 мг/дм³. Зависимость минерализации водоемов нижней дельты р. Или от уровня воды в многолетнем аспекте представлена на рис. 2. Из которого видно, что минерализация воды озер Иир-Майтанской системы в период маловодных лет незначительно отличается от ее характеристик многоводного периода.

Для озер Иир-Майтанской системы характерно благоприятное соотношение основных ионов в солевом составе. Величины отношений ионов калия к ионам кальция (K⁺/Ca²⁺), равное 0,2 и ионов магния к ионам кальция (Mg²⁺/Ca²⁺), равное 3,7, являются оптимальными значениями, рекомендованными для рыбохозяйственных водоемов, в частности, вода не проявляет угнетающего действия и благоприятствует нормальному

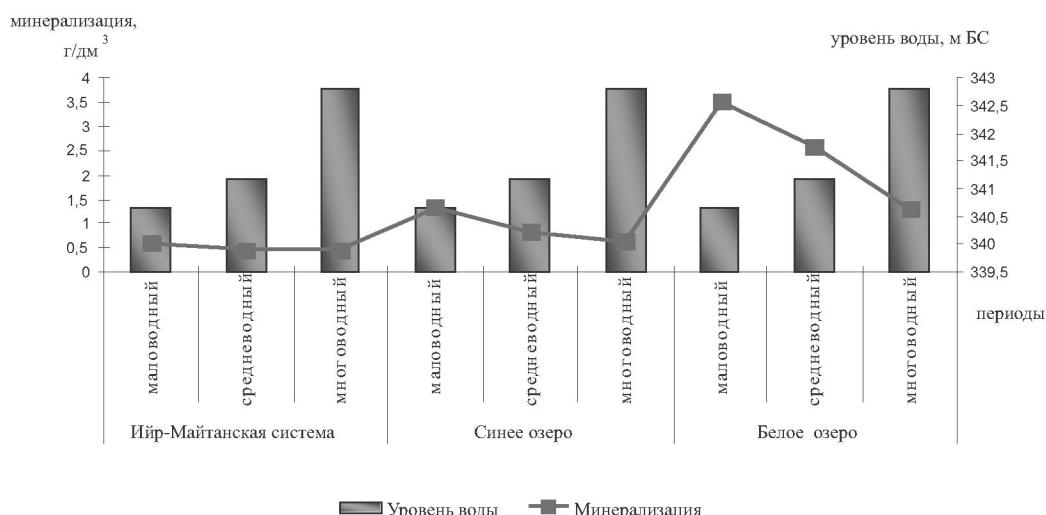


Рис. 2. Зависимость минерализации водоемов нижней дельты р. Или от водности в многолетнем аспекте

развитию гидробионтов [7, 8]. Величины соотношений этих ионов для воды озер Ийр-Майтанской системы при любых периодах водности находятся в оптимальных пределах: K^+/Ca^{2+} в интервале 0,05-0,15, Mg^{2+}/Ca^{2+} в интервале 0,94-2,60.

Более динамичный характер присущ для ионно-солевого состава и минерализации воды Наурызбайской системы озер. Эти параметры в период маловодных лет значительно отличаются от таковых характеристик многоводного периода (рис. 2).

Озеро Синее в средние по водности и многоводные годы относится к пресным водоемам с минерализацией 585-838 мг/дм³. В маловодный период минерализация повышается в 1,6-1,9 раза – оз. Синее переходит в разряд солоноватых. С увеличением солености выше 820 мг/дм³ индекс состава воды переходит от гидрокарбонатного к сульфатно-гидрокарбонатному классу натриевой группы, II типу.

Вода оз. Белое является солоноватой. Размах колебания между максимальными и минимальными показателями общей минерализации в маловодный и многоводный периоды воды оз. Белое составляет порядка 3520 мг/дм³. Вода

этого озера в многоводный период относится к смешанному классу, натриевой группе, II типу, с ростом минерализации выше 2,5 г/дм³ вода переходит в сульфатно-натриевый класс, II типа.

Для воды Наурызбайской системы величина соотношения ионов K^+/Ca^{2+} равное 0,08-0,22 и ионов Mg^{2+}/Ca^{2+} , равное для оз. Синее 1,23-1,75, для оз. Белое – 3,1-3,6. в многоводный период не превышает оптимального значения. В маловодный период диапазон соотношения ионов K^+/Ca^{2+} и ионов Mg^{2+}/Ca^{2+} в воде оз. Белое довольно широк и составляет 0,55-1,65 и 3,8-10,6 соответственно, что значительно превышает величины 0,2 и 3,7, рекомендуемые для рыбохозяйственных водоемов.

По техническим свойствам, характеризуемым суммарным содержанием мг-экв кальция и магния, вода озер Ийр-Майтанской системы и оз. Синее классифицируется как умеренно-жесткая, с общей жесткостью – 4,4-7,8 мг-экв. Вода оз. Белое относится к жесткой, с общей жесткостью – 9,2-15,2 мг-экв, с максимальным содержанием этого показателя в периоды снижения уровня. Ионно-солевой состав воды озер в многолетней динамике представлен табл. 2.

Таблица 2. Многолетние значения ионно-солевого состава воды нижней дельты р. Или

Водоемы	Периоды	HCO_3^- , мг/дм ³	SO_4^{2-} , мг/дм ³	Cl^- , мг/дм ³	Ca, мг/дм ³	Mg, мг/дм ³	Na + K, мг/дм ³	Σ и, мг/дм ³
Ийр-Майтанская система	Маловодный	210	142	49,7	48,0	37,5	77,8	565
	Средневодный	195	98,4	39,4	48,8	23,5	50,0	455
	Многоводный	198	93,0	30,2	49,4	23,0	42,3	436
Озеро Синее	Маловодный	443	352	139	68,7	53,8	267	1324
	Средневодный	275	219	86,5	63,2	32,7	142	818
	Многоводный	256	128	58,2	57,7	28,8	81,6	610
Озеро Белое	Маловодный	513	1259	604	48,3	156	911	3491
	Средневодный	378	926	445	49,7	115	657	2571
	Многоводный	391	284	230	51,1	81,2	253	1290

Результаты исследований показали, что качественный состав водной среды проточных озер Ийр-Майтанской системы зависит в основном от химического состава, питающей реки, который определяется влиянием природных и антропогенных факторов, и в меньшей степени от уровня. Особенностью воды этой системы является постоянство состава с преобладанием гидрокарбонатных ионов в %-экв. выражении и незначительно динамичный характер катионов.

Графически ионный состав озерных вод изображен на рис. 3.

Рисунок наглядно иллюстрирует генетические особенности состава вод отдельных озер и характер их изменений за многолетний период наблюдений.

Так, фигуративные точки анионного состава воды озер Ийр-Майтанской системы сосредоточены в основном компактно в гидрокарбонатном треугольнике с содержанием 22-27 %-экв., а фигуративные точки катионного состава – в смешанном треугольнике с переходом в многоводный период ближе к кальциевому треугольнику при %-экв. содержании кальция 20-24%-экв.

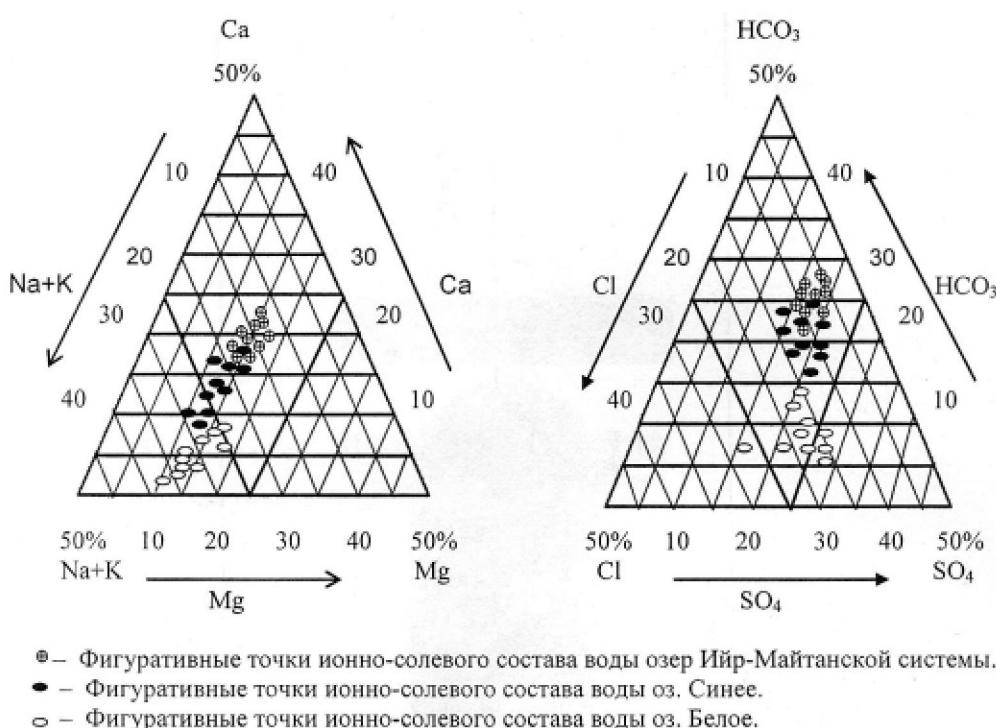


Рис. 3. Изменение ионно-солевого состава воды в зависимости от водности р. Или

В маловодный период метаморфизация катионного состава происходит в направлении не значительного увеличения концентрации щелочных металлов с 14,0 до 18,5 %-экв. и снижения содержания кальция с 24,4 до 14,0 %-экв. Индекс воды переходит от C_{II}^{Ca} к CS_{II}^{NaCa} .

Озера Наурызбайской системы полупроточные, периодически обводняемые, чем и обусловлена повышенная минерализация. Как показали результаты исследований, гидрохимический режим их в большей мере зависит от водности р. Или.

Фигуративные точки анионного и катионного состава воды озер Наурызбайской системы в многоводный период расположены в основном в смешанном треугольнике. В средние и маловодные годы с ростом минерализации в оз. Синее от 820 и выше и в оз. Белое от 1200 до 4600, метаморфизация катионного состава происходит в направлении увеличения концентрации щелочных металлов в оз. Синее с 15 до 29 %-экв., в оз. Белое с 26 до 35 %-экв.. Одновременно снижается магний с 17 до 12%-экв. и кальций в оз. Синее с 17 до 9 %-экв., в оз. Белое с 7,0 до 2,3%-экв..

В анионном составе процесс метаморфизации при указанном диапазоне минерализации направлен на снижение гидрокарбонатных ионов в оз. Синее с 25 до 19 %-экв., в оз. Белое с 17 до

8 %-экв.. Рост концентрации сульфатов происходит в оз. Синее с 17,5 до 20,0 %-экв., в оз. Белое с 15 до 25 %-экв.. Хлориды в процент-эквивалентном отношении остаются практически стабильными, в результате чего класс воды с гидрокарбонатно-натриевого переходит в сульфатно-натриевый. Вода указанной озерной системы приближается по соотношению ионов к воде оз. Балхаш, что видимо, объясняется однородным составом подстилающих пород и однотипностью грунтовых вод.

Подобные результаты метаморфизации ионно-солевого состава воды представлены Н. А. Амиргалиевым для озерных систем Сырдарьинского бассейна, В.А. Лезиным – для озерных вод Центрального Казахстана [9, 10]. Следует отметить генетическую близость состава воды Алакольской системы озер (Сасыкколь, Кошкарколь) и рассмотренных дельтовых водоемов р. Или [10], которая при росте солености воды подвергаются метаморфизации, в катионном составе возрастают щелочные металлы, в анионном – сульфаты и хлор. Ионный состав воды характеризуется индексом S_{II}^{Na} .

Обсуждая полученные результаты многолетних гидрохимических исследований двух основных озерных систем дельты р. Или, следует отметить целесообразность выполненного анализа

как в научном, так и в практическом плане. Во-первых, выявлены особенности формирования гидрохимического режима озер и дана оценка характера изменений химического состава воды от уровенного режима р. Или. Во-вторых, био-экологическое состояние водной флоры и фауны, уровень биологической продуктивности и степень рационального рыбохозяйственного использования этих систем зависят от качественных показателей водной среды и их гидрологического режима.

К примеру, одной из причин, по которым озера Наурызбайской системы относятся к олиготрофному типу с низким классом кормности, является неблагоприятное соотношение ионов K^+/Ca^{2+} и Mg^{2+}/Ca^{2+} , что в отличие от озер Иир-Майтанской системы не способствует развитию высших ракообразных и моллюсков. Эти виды кормовых организмов, по данным исследований Н.Б.Воробьевой, полностью отсутствуют в солоноватых озерах Наурызбайской системы.

Выводы

1. По данным многолетних исследований при любом уровненном режиме (340,6-342,9 м БС.) р. Или гидрохимия озер Иир-Майтанской системы остается стабильной. По соотношению ионов вода относится к гидрокарбонатному классу, кальциевой группе – C_{II}^{Ca} . При любых периодах водности соотношение ионов K^+/Ca^{2+} и Mg^{2+}/Ca^{2+} остается в пределах оптимальных значений.

2. Содержание биогенных элементов в воде обеих систем не зависит от водности года и находится в концентрациях, не превышающих допустимые пределы для рыбохозяйственных водоемов.

3. Качественные показатели воды озер Наурызбайской системы находятся в большей зависимости от водности р. Или, чем в озерах Иир-Майтанской системы. При переходе от многоводного к маловодному периоду минерализация воды в оз. Синее повышается в 2,3 раза, оз. Белое – 2,7- 4,5 раза. Рост величины перманганатной окисляемости в этих озерах достигает максимальных величин 11,2-17,3 мгО/дм³.

4. В озерах Наурызбайской системы меняется соотношение доминирующих ионов и класс воды от CS_{II}^{Na} к SC_{II}^{Na} до S_{II}^{Na} . Соотношение ионов K^+/Ca^{2+} и Mg^{2+}/Ca^{2+} значительно превышает оптимальные значения, рекомендуемые для рыбохозяйственных водоемов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амиргалиев Н.А. Гидрохимическая характеристика Иир-Майтанской и Нарынской систем дельты р. Или // Биологические основы рыбного хозяйства на водоемах Средней Азии и Казахстана. Алма-Ата, 1966. С. 147-149.
2. Современное экологическое состояние бассейна озера Балхаш / Под ред. Т. К. Кудекова. Алматы: Каганат, 2002. 389 с.
3. Жумагалиулы Н. Гидрография и элементы гидрологического режима низовья и дельты реки Или // Экология и гидрофауна водоемов трансграничных бассейнов Казахстана. Алматы, 2008. С. 161-169.
4. Лопарева Т. Я., Шаухарбаева Д.С. Гидрохимические параметры и токсикологическое загрязнение водной среды озер нижней дельты реки Или // Экология и гидрофауна водоемов трансграничных бассейнов Казахстана. Алматы, 2008. С. 196-207.
5. Семенов А.Д. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 542 с.
6. Алёкин О.А. Методы исследования физических свойств и химического состава воды // Жизнь пресных вод СССР / Акад. Е. Н. Павловский, проф. В. И. Жадин. М.; Л., 1959. Т. IV, ч. 2. 302 с.
7. Чекунова В.И. Влияние некоторых ионов солей морской воды на выживание каспийских беспозвоночных // Информационный сборник ВНИРО. М., 1989. В. 5. С. 42-59.
8. Карпевич А.Ф. Особенности размножения и роста двустворчатых моллюсков солоноватоводных морей СССР // Экология беспозвоночных южных морей СССР. М.: Наука, 1964. С. 3-61.
9. Амиргалиев Н.А. Арало-Сырдарьинский бассейн: гидрохимия, проблемы водной токсикологии. Алматы, 2007. С. 185-197.
10. Амиргалиев Н.А., Лопарева Т.Я., Гоголь Л.А., Канатова Ш.Ч. Гидрохимический режим озер и водотоков Алакольской впадины // Гидрометеология и экология. Алматы, 2003. С. 103-113.

Резюме

Атырау көлдерін көп жыл зерттеу нәтежесінде алынған мәліметтерге түсінік беріліп, олардың Іле суы азайған (1983–1987 жж.), орташа (1983–1987 жж.) және көбейген (1960–1969 жж. және 2001–2010 жж.) кезеңдеріндегі жай-куйі баяндалған. Атырау көлдеріне келетін су көлемінің әртүрлі кезеңдеріндегі биогендік заттар мен минералдық және судың ион-тұздық құрамының өтімі және өзгеріске ұшыраулары талданған. Оған себепкер факторлар анықталып, көл жүйлерінің гидрохимиялық режимінің қалыптасу ерекшеліктері айқындалған.

Summary

This article provides an interpretation of long-term hydrochemical studies of lake systems and their status in the low-flow, in the average and in the high-water periods of recharging them transboundary Ili river. The analysis of transit and transformation of nutrients and organic matter, mineralization and ion-salt composition of the water entering the delta lakes at different periods of water content is presented. The main factors and specific features of the hydrochemical regime of these systems are identified.