

УДК 556. 114

**ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА КАНАЛА
ЕРТИС – КАРАГАНДА****Сообщение 1. Минерализация, ионный состав, растворенные газы,
значение рН.**

Доктор геогр. наук С.М. Романова

Приведен анализ литературных данных и материалы собственных исследований по изучению режима минерализации, ионного состава, растворенных газов и значений рН воды канала им. К. Сатпаева в многолетнем цикле.

В данном сообщении обсуждается режим ионного состава и минерализации воды канала Ертыс – Караганда, режим остальных компонентов химического состава будет опубликован в последующих изданиях.

Исследование гидрохимического режима канала Ертыс – Караганда (КЕК) начато сотрудниками КазНУ им. аль-Фараби с летнего периода 1978 г. В это время ежедекадный отбор проб воды осуществлялся у насосной станции (НС) № 4, которая расположена в 117 км от головного водозабора из р. Ертыс. В 1979 г. пробы отбирались зимой, в последующие годы (до 1993 г.) – посезонно. Летом 1978 г. вода канала имеет стабильный химический состав. Общая минерализация воды колеблется в пределах 212...233 мг/дм³, характерных для вод малой и средней минерализации. Преобладающим среди анионов является HCO_3^- (1,50...1,67 ммоль/л экв.), причем это преобладание ярко выражено, а из катионов – Ca^{2+} (1,30...1,40 ммоль/л экв.). Вода по классификации О.А. Алекина относится к гидрокарбонатному классу, кальциевой группе, второго типа.

Характерной особенностью воды канала, как и самой Ертысской воды в верховье [1, 6], является очень малая концентрация Cl^- -ионов (рисунок). Она колеблется в пределах 0,29...0,48 ммоль/л экв., что составляет в ионном составе 5...8 % экв. Почти 52 % всего солевого состава воды здесь приходится на сумму гидрокарбонатов кальция и магния, около 10 % на сульфат магния.

В зимний период (декабрь) 1979 г. отбор проб воды КЕК был проведен на разных глубинах (0,5; 4,0; 7,0 м). Выявлено, что для воды КЕК вертикальная стратификация минерализации и ионного состава не характерна. За

счет ледообразования и питания грунтовыми водами величина общей минерализации возрастает по сравнению с летним периодом до 310...325 мг/дм³, ионы CO₃²⁻ – отсутствуют. Преобладающими остаются HCO₃⁻ ионы в анионном составе и Na⁺ – в катионном, символ воды по Алекину C_{II}^{Na}.

В последующие годы наблюдений за гидрохимическим режимом не было выявлено существенных изменений в ионном составе воды (рисунок). Вода КЕК продолжала отличаться стабильностью ионного и минерального состава. Пределы колебания общей минерализации воды составляют 134...295 мг/дм³, причем ее максимумы приходятся в большинстве случаев на зимний и осенний периоды. Символ воды по Алекину остается постоянным C_{II}^{Ca}.

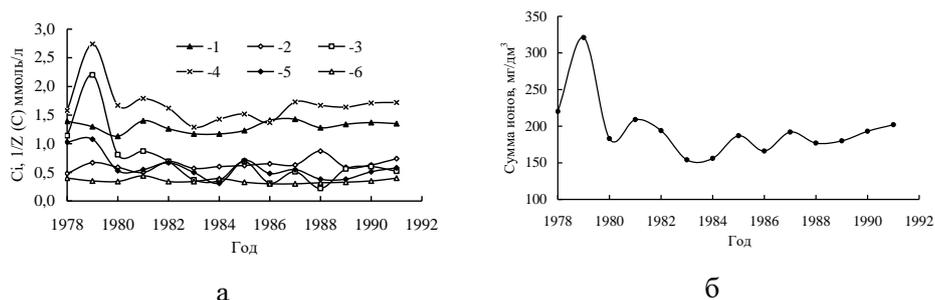


Рис. Среднегодовые концентрации главных ионов (а) и минерализации воды (б) канала Ертыс – Караганда (НС № 4). 1 – Ca²⁺, 2 – Mg, 3 – Na+K, 4 – HCO₃, 5 – SO₄, 6 – Cl.

В многолетнем периоде (1979...1993 гг.) прослеживаются трехлетние циклы попеременного уменьшения и увеличения разности минимальных и максимальных значений минерализации, обусловленные гидрохимическими особенностями водотока. Следует отметить, что минимальные значения этой разности (15...21 мг/дм³) приходятся на один из сезонов (лето 1978 г., зима 1979 г.), а большие и максимальные – на среднегодовые значения (28...83 мг/дм³). Сопоставляя данные [1, 2] и автора за 1978...1987 гг. по содержанию главных ионов и минерализации в воде КЕК (НС №4), выявлено их соответствие.

В 1989 и 1990 гг. исследован химический состав воды КЕК по течению (от водозабора из р. Ертыс, НС № 1 до НС № 5). Оказалось, что по длине канала на этом участке отмечается увеличение минерализации воды в разные сезоны года в среднем на 74 мг/дм³ (от 156 до 230 мг/дм³), а по сравнению с р. Ертыс – на 61 мг/дм³ в основном за счет сульфатов щелочных и щелочно-земельных металлов. Аналогичное явление отмечал

Н.А. Амиргалиев в 1969...1987 гг., когда увеличение минерализации воды на этом участке происходило в среднем на 12...54 мг/дм³ [2]. Повышение минерализации в весенний период связано с поступлением в канал паводковых вод водосборного бассейна. Уменьшение минерализации воды в летнее время обусловлено большей его проточностью (водообменом). Известно, что для незагрязненных рек, чем больше расход воды, тем меньше минерализация воды. При изменении концентрации главных ионов на этом участке индекс воды не меняется. В летний период 1989 г. в воде КЕК обнаружена вертикальная стратификация минерализации. Так, в системе «поверхностный слой – придонный слой – иловый раствор» минерализация изменяется, соответственно, 164...209...300 мг/дм³. Это свидетельствует о накоплении минеральных солей в донных отложениях канала.

Поскольку изучение химического состава льда водоемов и водотоков, процессов ледообразования в формировании их режимов, прогнозирования является актуальным, нами в зимний период 1989 г. по участку трассы канала (от НС № 2 до НС № 4) были отобраны 4 пробы льда (с поверхности) и подледной воды (таблица 1). Минерализация льда изменяется незначительно, от 79 до 89 мг/дм³. Это свидетельствует о том, что в условиях рассматриваемого водотока минерализация подледной воды (164...195 мг/дм³) не является определяющим фактором формирования минерализации льда, т.к. в лед переходит постоянное количество и состав солей из подледной воды [8].

Обычно содержание минеральных веществ, переходящих при ледообразовании из воды (Σ_{II}^B) в лед (Σ_{II}^L) можно определить, рассчитав значение отношения $\Sigma_{II}^L / \Sigma_{II}^B$. Оно снижается от 52 до 46 % по мере возрастания минерализации подледной воды. Такое явление отмечено для водоемов Северного и Центрального Казахстана в 1960 г. [2, 4] и 1970...1974 гг. [2]. Так, автор [2] доказал, что за период 1970...1974 гг. в ледовую фазу канала мигрируют не только минеральные соли (20,8 %), органический углерод (36 %), но и биогенные вещества минеральной и органической природы (50...75 % от исходного содержания в воде). Полученные нами данные подтвердили утверждение цитируемых авторов о том, что ледообразование влияет на химический состав, а значит и качество водных объектов аридных зон. Качественного изменения в ионном составе воды в процессе ледообразования не происходит. Доминирующими как в воде, так и льду остаются Ca^{2+} и HCO_3^- -ионы.

Таблица 1

Химический состав льда и подледной воды канала Ертис-Караганда (зима 1989 г.)

Показатель, мг/дм ³	Место отбора проб							
	НС №2		НС №3		НС №4		НС №5	
	вода	лед	вода	лед	вода	лед	вода	лед
pH	7,30	7,15	7,48	7,15	7,30	7,00	7,30	7,00
Ca ²⁺	21,6	14,2	26,4	14,0	28,8	15,0	26,4	15,4
Mg ²⁺	8,5	2,9	9,5	3,3	9,7	1,2	9,2	1,9
Na ⁺ +K ⁺	10,5	5,0	13,5	5,8	8,0	3,7	7,8	3,8
HCO ₃ ⁻	97,6	48,8	109,8	52,5	103,7	48,8	103,7	45,7
SO ₄ ²⁻	14,8	8,2	22,2	4,9	19,7	5,8	18,9	5,2
Cl ⁻	10,3	6,4	13,5	8,5	11,0	5,0	10,6	5,0
Сумма ионов	164	85	195	89	177	79	177	79
$\Sigma_{II}^I / \Sigma_{II}^B \cdot 100 \%$	51,8		45,6		46,9		46,9	

Таблица 2

Предельные и среднегодовые значения температуры, pH и содержания O₂ и CO₂ в воде канала Ертис – Караганда в многолетнем цикле

Период	Т °С	pH	O ₂	CO ₂
			мг/дм ³	
1969...1978 [2]	0,2...22,0	7,50...8,55	8,8...15,6	0...3,0
			11,9	0,9
1978 лето	17,5...22,5	8,20	8,6...10,0	0,28...4,56
			9,1	2,30
1979 зима	0,1...1,0	7,25	8,0...12,8	4,48...8,22
			10,4	6,36
1980	0,2...24,0	7,25...8,00	7,7...13,6	0,53...11,5
			10,1	5,30
1981	0,2...22,5	7,30...7,70	7,9...14,7	1,02...3,26
			10,7	2,11
1982	0,0...24,0	7,30...7,70	8,0...12,0	0,97...3,90
			9,70	2,23
1983	1,0...22,0	7,25...7,70	7,7...11,9	1,84...2,80
			10,5	2,40
1984	0,1...22,5	7,20...7,68	7,4...8,6	2,60...4,60
			8,1	3,30
1985	0,2...20,0	7,10...7,45	7,9...11,3	0,0...4,58
			9,7	2,79
1986	0,5...23,0	7,20...7,90	7,6...21,3	1,46...2,90
			14,2	2,33
1987	0,1...23,0	7,20...7,73	7,3...10,9	3,88...4,10
			9,4	4,01

Период	Т °С	рН	O ₂	CO ₂
			мг/дм ³	
1988 зима	0,8	7,30...7,48	17,5...20,0 18,2	4,80...6,20 5,12
1989	0,4...25,8	7,20...8,20	10,5...20,5 10,9	0,0...9,50 3,93
1990	0,4...25,1	7,40...8,30	7,4...19,2 11,3	0,3...4,22 2,48
1991	0,4...22,4	7,50...8,20	7,8...18,3 12,2	0,0...2,51 1,63
1992 зима	0,4	7,60	12,9	2,93
1993	1,9...24,1	7,60...8,00	8,0...10,5 9,3	1,48...1,78 1,63

Кислород и диоксид углерода являются важнейшими составляющими газов любого водоема или водотока, необходимыми для их экологической оценки. Растворенный в воде кислород также участвует в окислительно-восстановительных и биохимических процессах водоема. На содержание O₂ в воде оказывают влияние многие взаимосвязанные факторы: фотосинтез, потребление на различные окислительные процессы и дыхание организмов, температура воды, атмосферное давление, минерализация воды, интенсивность перемешивания водных масс и др. Содержание, режим и динамика CO₂ влияет на смещение карбонатно-кальциевого равновесия, которое в конечном итоге позволяет исследовать накипеобразующие свойства воды. Величина рН и температура воды оказывают существенное влияние на все вышеперечисленные процессы.

За период исследования 1978...1993 гг. вода КЕК больше всего (до 22,5...25,8 °С) прогревалась в июле-августе, к октябрю температура снижалась до 3,0...7,0 °С. Эти данные в целом совпадают со сведениями [2], относящимися к периоду 1978...1986 гг.

Рассматривая режим и динамику растворенных в воде газов в многолетнем цикле, видим, что содержание O₂ и CO₂ не выходит за пределы, соответственно, 7,30...21,3 и 0...11,5 мг/дм³ (таблица 2). Причем, максимальные их концентрации приходятся на холодное время года с низкими значениями температур (таблицы 3, 4). С повышением температуры воды содержание газов снижается, соответственно, до 12,0...4,8 весной, 8,6...0,28 летом и 7,3...0,28 мг/дм³ осенью.

Сопоставляя среднееголетнее содержание газов в воде КЕК за 1969...1978 гг. (11,9 мг/дм³ O₂, 0,9 мг/дм³ CO₂), 1978...1986 гг. (11,3 мг/дм³ O₂, 3,23 мг/дм³ CO₂), 1987...1993 гг. (12,0 мг/дм³ O₂,

3,10 мг/дм³ CO₂) видно, что содержание O₂ практически не изменилось, а концентрация CO₂ возросла более, чем в 3 раза.

Согласно общим требованиям к составу и свойствам воды водоемов, используемых в рыбохозяйственных целях, содержание кислорода в зимний (подледный) и летний периоды должно быть не ниже, соответственно, 4,0 и 6,0 мг/дм³. Содержание O₂ в воде канала удовлетворительное.

Таблица 3

Предельные и среднемноголетние значения температуры воды КЕК по сезонам года, °С

Год	Сезон			
	зима	весна	лето	осень
1978...1986 (НС № 4, автор)	0,1...0,5 0,4	1,0...11,0 4,1	17,5...24,0 21,3	0,2...7,0 2,9
1986...1993 (НС № 4, автор)	0,1...1,9 0,6	0,3...9,0 5,2	15,0...25,8 21,9	6,8...12,0 8,6
1978...1986 (НС № 7) [2]	0,6...0,7 0,7	1,9...12,0 6,4	18,0...20,2 19,0	1,0...14,5 7,1
1969...1978 (НС № 7) [1]	февраль – март 0,2...0,5 0,3	май – июнь 13,0...22,0 17,6	август – сентябрь 5,4...20,3 14,8	

Таблица 4

Температурный режим воды канала Ертис-Караганда в многолетнем цикле

Год	Сезон			
	зима	весна	лето	осень
1978	-	-	17,5...22,5	-
1979	0,1...1,0	-	-	-
1980	0,2	2,0	24,0	1,0
1981	0,2	1,0	22,5	0,2
1982	0,2	6,0	18,0...24,0	1,0
1983	1,0	11,0	19,7...22,0	3,0
1984	0,1	6,5	20,0...22,5	5,0
1985	0,2	0,2	20,0	-
1986	0,5	2,0	23,0	7,0
1987	0,1	0,3	23,0	-
1989	0,4...0,8	0,4...5,0	15,0...25,8	7,5...12,0
1990	0,4	7,5...9,0	20,0...25,1	6,8...11,3
1991	0,4	5,4-8,6	18,8-22,4	7,2
1992	0,4	-	-	-
1993	1,9	8,8	24,1	-

Примечание: прочерк означает, что температура не измерялась.

Поскольку значения рН воды КЕК (7,10...8,30) не выходят за пределы 6,5...8,5 [3, 5], это является благоприятным фактором при использовании воды для рыбохозяйственных целей [7]. Таким образом, за многолетний период вода канала Ертис-Караганда отличается стабильностью ионного и минерального состава. Пределы колебаний общей минерализации воды составляют 130...267 мг/дм³. Индекс воды по Алекину постоянно C_{II}^{Ca} .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амиргалиев Н.А. Гидрохимия канала Иртыш-Караганда. – Л.: Гидрометеоздат, 1981. – 199 с.
2. Амиргалиев Н.А. Искусственные водные объекты Северного и Центрального Казахстана (гидрохимия и качество воды). – Алматы: НИЦ «Бастау», 1998. – 191 с.
3. Беспамятнов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. – Л.: Химия, 1985. – 528 с.
4. Вотинцев К.К., Григорьева Э.Н. К характеристике химического состава льда и подледной воды озер Северного Казахстана // ДАН СССР. – 1973. – Т. 211, № 6. – С. 1405-1407.
5. Общие требования к составу и свойствам воды водоемов, используемых в рыбохозяйственных целях. – М.: Главрыбвод, 1971. – 20 с.
6. Пильгук В.Я. Физико-химия воды р. Иртыш в условиях создания водохранилищ: автореферат ... канд. хим. наук. – Алма-Ата: КазГУ. – 1975. – 30 с.
7. Таранина Г.В., Беремжанов Б.А., Корж В.А. Изменение солевого состава воды водохранилища-охладителя Экибастузской ГРЭС-1 в многолетнем цикле // Физико-химические основы переработки минерального сырья Казахстана. – Алма-Ата, 1986. – С. 51-58.
8. Турсунов А.А. От Арала до Лобнора (Гидроэкология бессточных бассейнов Центральной Азии). – Алматы: ТОО Верена, 2002. – 384 с.

Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, Алматы

ЕРТІС-ҚАРАҒАНДЫ КАНАЛЫНЫҢ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ РЕЖИМІНЕҢ СИПАТТАМА

1-ші хабарлама. Минералдау, иондық құрамы, еріген газдар, рН- мәні

Геогр. ғылымд. докторы С.М. Романова

К. Сәтпаев атындағы канал суының көп жылдық цикліндегі минералдау режимі, еріген газдардың иондық құрамы және рН

мәндерінің әдебиеттердегі мәліметтер мен өзіндік зерттеу материалдарына талдау келтірілген.