

УДК 656.555.8

**К ОЦЕНКЕ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕК И  
КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ КАНАЛОВ АЛАКОЛЬСКОЙ  
ВПАДИНЫ<sup>1</sup>**

Доктор геогр. наук	Н.А. Амиргалиев
Канд. геогр. наук	Т.Я. Лопарева
	Л.А. Гоголь
	Ш.Ч. Канагатова
	А.К. Исаева

*В статье обобщены накопленные за многолетний период сведения по гидрохимическим параметрам рек и коллекторно-дренажных каналов, сооруженных в пределах Алакольской межгорной впадины. Рассмотрены генетические особенности химического состава отдельных рек, впадающих в Алакольскую систему озер.*

В Алакольскую впадину с южного склона хребта Тарбагатай стекают реки Каракол, Урджар, Хатынсу, Эмель и некоторые мелкие временные водотоки. Со стороны Джунгарского Алатау стекают такие реки, как Оленды, Ргайты, Жаманты и Тентек с левобережным притоком Шинжалы<sup>2</sup>. Сведения о химическом составе воды этих рек весьма ограничены. Имеющаяся в литературе информация относится в основном к началу 60-х годов прошлого столетия [2, 4, 5]. Крайне отрывочные данные по рекам Тентек и Урджар содержатся в Ежегодниках Казгидромета.

В период с 1987 г. по 1993 г., а также в 2002 и 2003 г. нами изучался химический состав воды ряда основных водотоков и коллекторно-дренажных каналов, поступающих в конечном счете в Алакольские озера. Исследование проводилось в вегетационный период, полученные результаты приведены в табл.1. В таблице видно, что по газовому составу, органическим и биогенным соединениям более подробные сведения имеются для р. Тентек, для рек Урджар и Каракол они отрывочны, а на реках Хатынсу и Эмель пробы воды отбирались только для анализа более стойких компонентов, т.е. минерализации и ионного состава. рН речных вод находится в области слабощелочной реакции, от 7 до 8. Это наиболее характерный его уровень значений для воды рек ледниково-снегового питания, к числу которых, по данным В.М. Болдырева [4], относятся и изучаемые реки.

<sup>1</sup> По вине редакции в статье авторов в журнале №4 2003 г. не были опубликованы табличные материалы. Редакция приносит свои извинения и перепечатывает статью в полном объеме.

<sup>2</sup> Схема водоемов данного бассейна представлена в статье «Гидрохимический режим озер Алакольской впадины».



Таблица 1

## Химический состав воды рек

Компоненты	Единицы измерения	Тентек 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 2002 гг.		Каракол 1990 г.		Урджар 1989, 1990, 2002, 2003 гг.		Хатынсу 2002 г.	Эмель 2002, 2003 гг.	
		пределы	среднее	пределы	среднее	пределы	среднее		пределы	среднее
pH		7,0...8,03	7,5	7,2...7,6	7,54	7,2...7,6	7,6	-	-	-
O <sub>2</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	6,61...9,32	7,61	7,26...9,02	8,44	8,7...14,5	10,6	-	-	-
CO <sub>2</sub>	-«-	1,3...19,8	8,0	-	-	-	-	-	-	-
Окисл. перм.	мгО/дм <sup>3</sup>	3,0...7,4	5,8	-	-	3,4...10,1	5,8	-	-	-
Окисл. бихр.	-«-	29,8...89,3	47	6,7...34,3	23,6	29,4...74,8	40,7	-	-	-
NH <sub>4</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	0,05...0,20	0,11	0,06...0,46	0,22	0,02...0,30	0,16	-	-	-
NO <sub>2</sub>	-«-	0,003...0,085	0,017	0,018...0,037	0,019	0,013...0,026	0,010	-	-	-
NO <sub>3</sub>	-«-	0,07...12,5	2,9	0,35...1,69	0,89	0,28...2,1	1,02	-	-	-
PO <sub>4</sub>	-«-	0,002...0,017	0,009	0,005...0,120	0,06	0,009...0,163	0,070	-	-	-
Ca	-«-	22,4...44,9	36,9	42,0...73,5	48,3	43,8...54,4	49,9	48,3	13,2...17,7	15,45
Mg	-«-	5,2...17,6	10	1,0...13,4	8,78	8,2...36,5	20,7	12,2	29,6...38,1	33,9
Na+K	-«-	9,7...58,2	27,2	10,9...29,3	5,75	4,1...297	100,6	6,9	34,7...69,0	51,9
HCO <sub>3</sub>	-«-	120...195	162	44,6...225,0	134,5	128...422	245	152	109...197	153
SO <sub>4</sub>	-«-	5,8...77,6	35,5	2,9...30,5	29,5	8,2...278	91,0	48,5	98,2-145	122
Cl	-«-	2,87...18,8	12	2,9...9,1	5,8	11,3...206	64,0	6,5	20,1...21	20,6
Сумма ионов	-«-	195...344	276	186...369	225	267...1226	571	275	366...428	397

Таблица 2

## Химический состав воды каналов

Компоненты	Единицы измерения	Канал впад. в Кошкарколь 1987, 1989, 1992 гг.		Сапейка 1987, 1988, 1989, 1991, 1992, 1993 гг.		Жагатальский 1989, 1991 гг.	
		пределы	среднее	пределы	среднее	пределы	среднее
		рН		7,0...7,78	7,5	7,0...8,03	7,54
O <sub>2</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	7,15...9,47	8,01	8,13...13,1	10,7	8,94	-
CO <sub>2</sub>	-«-	8,2...8,6	8,4	6,16...15,1	10,6	2,6	-
Окисл. перм.	мгО/дм <sup>3</sup>	6,2...20,3	12,7	5,4...12,2	8,02	2,7...6,4	4,45
Окисл. бихр.	-«-	53,1	-	40,8...83,5	55,2	14,9...83,5	49,2
NH <sub>4</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	0,13...0,5	0,29	0,06...0,28	0,16	0,07...0,36	0,18
NO <sub>2</sub>	-«-	0,003...0,37	0,098	0,006...0,07	0,043	0,009...0,154	0,041

NO <sub>3</sub>	-«-	0,04...4,0	2,15	0,53...13,2	5,6	0,346...10,1	8,08
PO <sub>4</sub>	-«-	0,006...0,021	0,011	0,004...0,071	0,024	0,012...0,059	0,038
Ca	-«-	6,4...52,1	34,3	9,6...58,5	47,9	34,3...48,1	41,6
Mg	-«-	6,3...46,2	24,4	2,9...24,8	12,4	4,38...10,5	7,5
Na+K	-«-	33,2...71,7	50,9	20,2...70,0	40,1	8,5...27,7	18,5
HCO <sub>3</sub>	-«-	215...301	269,3	188...281	234	141...180	163,6
SO <sub>4</sub>	-«-	21,2...59,5	40,6	13,4...70,6	28,3	4,7...19,4	14,8
Cl	-«-	17,4...39,5	27,6	10,7...33,0	17,6	3,8...12,5	7,2
Сумма ионов	-«-	345...500	447	276...526	376,7	209...279	253

Окончание табл.

Компоненты	Единицы измерения	Жанаминский 1989, 1991, 1992, 1993 гг.		Бесагач 1992, 2002 гг.		Майский 1989, 1991, 1992 гг.	
		пределы	среднее	пределы	среднее	пределы	среднее
pH		7,9...8,25	8,08	-	-	7,9...8,0	7,95
O <sub>2</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	8,67...10,5	9,6	-	-	8,97...9,32	9,15
CO <sub>2</sub>	-«-	2,42		-	-	0,22...4,35	2,29
Окисл. перм.	мгО/дм <sup>3</sup>	4,6...11,8	8,9	1,2...5,1	2,9	6,6...18,6	11,5
Окисл. бихр.	-«-	22,3...143	82,6			34,3...37,2	35,7
NH <sub>4</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	0,06...0,13	0,09	0,062...0,13	0,105	0,04...0,18	0,105
NO <sub>2</sub>	-«-	0,002...0,026	0,0095	0,015...0,035	0,025	0,002...0,032	0,02
NO <sub>3</sub>	-«-	0,21...6,6	1,79	5,0...10,0	7,3	0,56...10,6	7,75
PO <sub>4</sub>	-«-	0,003...0,07	0,012	0,015...0,104	0,065	0,009...0,027	0,014
Ca	-«-	24,0...46,5	34,7	36,9...38,8	38	34,5...62,9	47,2
Mg	-«-	3,89...48,2	21,9	3,5...10,1	5,8	8,8...17,4	12,8
Na + K	-«-	21,2...131,0	83	1,3...32	11,7	6,7...80,0	40,3
HCO <sub>3</sub>	-«-	108...493	251	123,6...207,0	151,9	203...329	241
SO <sub>4</sub>	-«-	15,8...127,0	72,9	0,5...12,5	6,5	15,0...94,1	36,6
Cl	-«-	3,7...29,1	15,7	8,6...10,7	9,65	8,9...14,6	10,8
Сумма ионов	-«-	242...875	465	177,5...309	222,2	298...598	389

Таблица 3

## Химический состав воды ключей

Компоненты	Единицы измерения	Майские 1987, 1988 гг.		Бакатерек 1987, 1988, 1992 гг.		Берликские 1988, 1989, 1991 гг.	
		пределы	среднее	пределы	среднее	пределы	среднее
pH		7,3...7,4	7,35	7,35...7,38	7,375	7,38...7,8	7,65
O <sub>2</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	8,01	8,01	7,38	-	3,25...9,28	6,96
CO <sub>2</sub>	-«-	10,4	10,4	9,8	-	1,5...4,4	2,9
Окисл. перм.	мгО/дм <sup>3</sup>	4,1...4,8	4,4	3,6...5,8	4,7	4,6...5,9	5,4

Окисл. бихр.	-«-	55,2	55,2	36,1	-	40,3...217	100,6
NH <sub>4</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	0,04...0,08	0,06	0,06...0,11	0,08	0,05...0,11	0,07
NO <sub>2</sub>	-«-	0,056...0,08	0,068	0,016...0,091	0,052	0,001...0,009	0,005
NO <sub>3</sub>	-«-	0,83...18,9	9,86	1,67...14	8,6	2,44...8,0	6,13
PO <sub>4</sub>	-«-	0,01...0,089	0,049	0,031...0,078	0,049	0,014...0,034	0,022
Ca	-«-	23,4...26,4	24,9	34,5...40,1	37,2	16...46,5	34,1
Mg	-«-	3,0...15,6	18,6	3,4...6,3	5,1	8,27...13,6	12,2
Na+K	-«-	34,0...46,8	40,4	13,5...35,5	28	21,0...48,5	35,2
HCO <sub>3</sub>	-«-	125...266	195	171...193	180	170...246	218,7
SO <sub>4</sub>	-«-	24,0...28,8	26,4	12...28,8	17,8	15,3...34,6	23,0
Cl	-«-	5,4...9,9	5,7	8,2...9,6	9,0	7,1...9,0	8,2
Сумма ионов	-«-	227...381	304	245...293	277	244...385	331,3

По содержанию растворенного кислорода воды отдельных рек существенно не отличаются друг от друга. В целом кислородный режим водотоков благоприятен для гидробионтов. Из-за невысокого значения рН в воде р. Тентек почти постоянно присутствует оксид углерода.

Концентрация органических веществ по перманганатной окисляемости в целом не достигает высоких значений, в единичных пробах отмечается до 10 мгО/дм<sup>3</sup>. Бихроматная окисляемость речных вод в вегетационный период колеблется в широких пределах. Максимальные значения отмечались преимущественно в первой половине лета, т.е. в период повышенных расходов воды.

В режиме компонентов азотной группы регистрируются более значительные изменения как по годам, так и в отдельные сезоны. Анализ многолетнего материала по р. Тентек дает основание считать, что на формирование режима соединений азота и фосфора основное влияние оказывают, во-первых, смыв их с поверхности водосборной площади, где расположены животноводческие и другие сельскохозяйственные объекты, населенные пункты; во-вторых, поступление в речную систему стоков из орошаемых массивов, содержащих остатки азотно-фосфорных удобрений. Влияние последнего фактора особенно усилилось в 1985...1990 гг., когда минеральные удобрения в большом количестве вносились на посевные площади сахарной свеклы. В 1992...1993 гг. концентрация этих соединений в речных водах заметно уменьшилась и основной причиной этому послужила начавшаяся в Талдыкурганской области в этот период переориентация сельхозпроизводства на выращивание зерновой культуры, что повлекло за собой существенное сокращение используемых минеральных удобрений, поливных и сбросных вод [3]. Зарегистрированные концентрации азотсодержащих соединений в основном были в пределах ПДК, за исключением единичных максимальных значений нитритного азота.

Воды изучаемых рек маломинерализованы, в основном гидрокарбонатного класса кальциевой или смешанной группы. Наибольшие величины минерализации воды в реках отмечаются зимой в связи с переходом их в грунтовое питание. В период половодья минерализация речных вод становится минимальной. В некоторых реках в этот период минерализация воды может снижаться до 50 мг/дм<sup>3</sup> [4]. Очевидно, это характерно для той части течения рек, которая находится в пределах гор. В табл. 1 приведены результаты анализа проб воды, отобранных в устьевых участках рек.

Хотя воды рассматриваемых рек в целом идентичны по степени минерализации, но существенно отличаются по характеру изменения соотношения ионов и направлению метаморфизации состава вод при различных уровнях минерализации. Эти особенности речных вод наглядно можно иллюстрировать с помощью треугольников Фере (рис.). Так, при росте минерализации с 195 до 344 мг/дм<sup>3</sup> показатели анионного состава воды р. Тентек перемещаются от гидрокарбонатного треугольника к сульфатному, при котором относительное содержание сульфатов возрастает с 4 до 22 %-экв, концентрация хлоридов заметно не меняется, а гидрокарбонаты снижаются с 44 до 26 %-экв. В катионном составе с ростом минерализации резкое увеличение характерно для магния с 4,5 до 19 %-экв, при этом щелочные металлы возрастают на 8 %-экв, на столько же уменьшается концентрация кальция. При колебании минерализации воды в указанных пределах индекс состава воды (по О.А. Алекину [1]) меняется от  $C_{II}^{Ca}$  до  $C_{II}^{NaCa}$ .

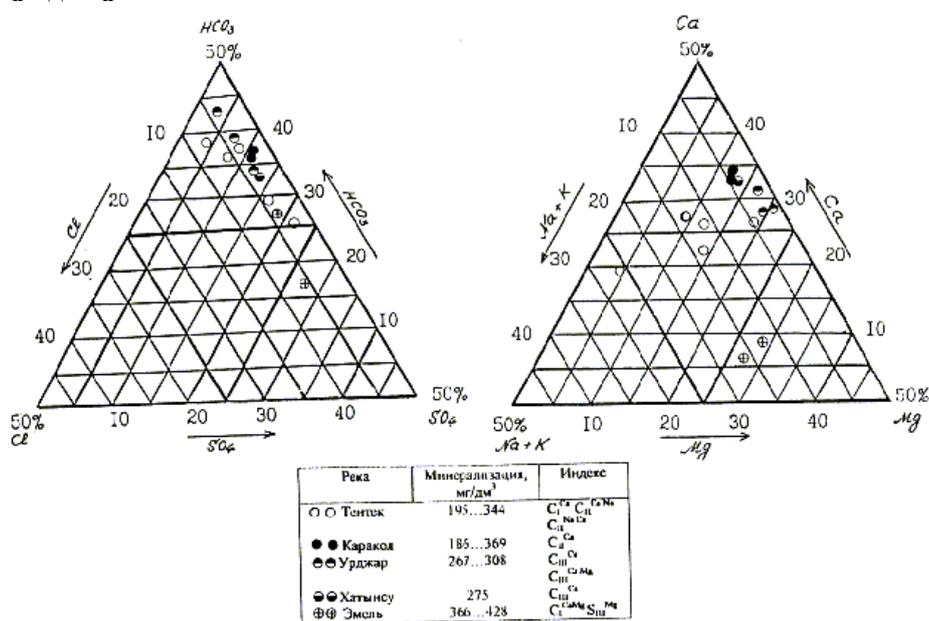


Рис. Ионный состав речных вод (%-экв) и особенности его изменения в зависимости от минерализации.

Фигуративные точки анионного и катионного состава вод всех остальных рек располагаются в гидрокарбонатном и кальциевом треугольниках, за исключением р. Эмель, состав воды которой при незначительном росте минерализации всего на 62 мг/дм<sup>3</sup> приобретает сульфатно-магниевый характер. Следует отметить, что такая генетическая особенность химического состава воды ставит р. Эмель особняком не только среди рек Ала-

кольской межгорной впадины. Вообще, речные воды сульфатного класса с малой и средней минерализацией встречаются сравнительно редко. По литературным данным [6], общая площадь, занимаемая бассейнами рек с водой сульфатного класса, составляет примерно 3...4% речных бассейнов бывшего СССР. Формирование в русле Эмель такого состава воды, очевидно, обусловлено особенностями почвенных и гидрогеологических условий ее бассейна, большая часть которого находится на территории КНР.

Как видно на рис., точки, характеризующие состав воды рек Каракол и Урджар на указанном диапазоне изменения минерализации остаются в пределах гидрокарбонатного и кальциевого треугольников. При этом также следует отметить, что в воде р. Урджар при росте минерализации с 267 до 308 мг/дм<sup>3</sup> гидрокарбонатный класс сохраняется, но в группе на вторую позицию уже выходит магний с концентрацией более 20 %-экв. Это, в известной мере, указывает на миграционную активность данного элемента в бассейнах рек, стекающих во впадину с южного склона хребта Тарбагатай.

В процессе развития орошаемого земледелия и для расширения сенокосно-пастбищных угодий на данной территории сооружено множество каналов. На основных из них отбирались пробы воды на химический и токсикологический анализ, поскольку по этим искусственным водотокам сбросные коллекторно-дренажные стоки вместе с речными водами поступают в рыбопромысловые озера.

Воды каналов, как и рассмотренных выше рек, характеризуются слабощелочной реакцией среды - рН от 7,0 до 8,2 (табл. 2). В стоках Жанаминского канала значения рН несколько выше, чем в воде других каналов. Концентрация растворенного кислорода в воде каналов характеризуется достаточно высокими значениями, в среднем от 8,01 до 10,7 мг/дм<sup>3</sup>.

В каналах Жанаминском, Жагатайском и Сапейка, в которых собираются коллекторно-дренажные стоки ряда хозяйств, регистрируются наиболее высокие концентрации органических веществ. По содержанию солей аммония вода в каналах существенно не отличается от речных вод. Однако концентрация нитритов и нитратов в стоках, транспортируемых по каналам, значительно выше, чем в речных водах. Это естественно обусловлено поступлением в сбросные каналы повышенного количества азотных удобрений из орошаемых массивов. Содержание минерального растворенного фосфора в стоках канала сравнительно невысоко.

Минерализация воды в каналах невысокая. В пробах воды, отобранных за ряд лет из каналов Сапейка, Майский и из канала, впадающего в оз. Кошкарколь, максимальная минерализация воды не превышала 500...598 мг/дм<sup>3</sup>. Наиболее низкая минерализация воды до 279...309 мг/дм<sup>3</sup> отмечается в каналах Жагатальский и Бесагач, несущих свои воды в оз. Кошкарколь. Повышение минерализации воды до 875 мг/дм<sup>3</sup> регистрировалось в канале Жанаминский, куда стекают сбросные воды из орошаемых массивов. По ионному составу воды сбросных и орошаемых каналов гидрокарбонатно-кальциевые, так как основным источником их питания является р. Тентек. Рост их минерализации сопровождается увеличением концентрации сульфатов щелочных металлов и магния.

В настоящее время основная масса возвратных с полей вод стекает в основной дренажный коллектор и поступает в придаточную систему западного побережья оз. Алаколь в районе урочища Карасу. В мае 2002 г. из этого канала отобраны две пробы воды и значения минерализации в них изменились в интервале от 540 мг/дм<sup>3</sup> в начале мая до 782 мг/дм<sup>3</sup> – в конце. Индекс состава этих вод изменялся соответственно от  $S_{II}^{Ca}$  до  $S_{II}^{NaMg}$ .

Основная орошаемая территория расположена между руслом р. Тентек и оз. Алаколь. С севера она примыкает к дельте указанной реки и оз. Кошкарколь. На этой территории функционирует сеть оросительных и коллекторно-дренажных каналов. Кроме того, данная территория богата микроручейковой сетью в бассейнах рек Тентек, Карасу и Жайпак. В этой сложной системе естественных и искусственных водотоков происходит смешение речных вод с коллекторно-дренажными, взаимная подпитка и т.д. Поэтому установить какие-либо конкретные закономерности в гидрохимическом режиме каналов и в условиях его формирования затруднительно.

На указанной выше территории в процессе исследования обнаружен целый ряд ключей, которые несут свои воды или в речную систему, или непосредственно в озера. Вместе с тем установлено, что отдельные ключи подпитываются также сбросными из орошаемых массивов водами. Химический состав воды ряда основных ключей представлен в табл.3.

Как следует из таблицы, значения рН, концентрация кислорода и перманганатной окисляемости в воде ключей несколько ниже, чем в водах рек и каналов. По содержанию биогенных соединений воды каналов и изученных ключей близки между собой. Минерализация воды ключей значительно ниже, чем в реках и каналах, по ионному составу она гидрокарбонатно-кальциевая.

На основе сказанного выше можно отметить, что основные реки, временные водотоки и коллекторно-дренажная сеть сбрасывают в Алакольские озера маломинерализованную воду преимущественно гидрокарбонатно-кальциевого состава. На химический состав и качество воды водотоков существенное влияние оказывают развитие орошаемого земледелия и использование минеральных удобрений выше допустимых нормативов.

В заключении отметим, что водоемы Алакольской впадины представляют собой сложную гидроэкологическую систему, где представлены различные по морфометрическим параметрам озера, обширные заболоченные массивы, множество рек и временных водотоков, ключей, а также оросительно-осушительные каналы и коллекторно-дренажная сеть, транспортирующая в озера загрязненные сельскохозяйственные стоки. Все это обуславливает формирование в озерах исключительно разнообразных по химическому составу вод. Ограниченность материала не позволяет пока углубленно анализировать ряд важнейших аспектов гидрохимии этой сложной водной системы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии.- Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 442 с.
2. Беремжанов Б.А., Снегирева Н.Е. Химическая характеристика озер и рек Алакольской впадины // Химия и химическая технология. - Алма-Ата. 1964. - С. 38-44.
3. Биоэкологический мониторинг главных рыбопромысловых водоемов Казахстана и реализация его результатов с учетом приоритетов рыбного хозяйства (промежуточный): Отчет о НИР КазНИИ рыбного хозяйства. - Алма-Ата, 1993.
4. Болдырев В.М. Режим рек и временных водотоков Алакольской впадины// Алакольская впадина и ее озера. - Алма-Ата, 1965. - С. 52-61.
5. Снегирева Н.Е. Химия поверхностных вод Сасык - Алакольского бассейна / Автореф. дисс...канд. хим. Наук. - Алма-Ата, 1970. –23 с.
6. Справочник по гидрохимии.- Л.: Гидрометеиздат, 1989. - 391 с.

Научно-производственный центр рыбного хозяйства

#### **АЛАҚАЛ ОЙПАТЫ «ЗЕНДЕРІ МЕН КОЛЛЕКТОР-ДРЕНАЖДЫҚ КАНАЛДАРЫНЫҢ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ ҚҰРСЕТКІШТЕРІ**

Геогр. ғылымд. докторы	Н.С. Ємірғалиев
Геогр. ғылымд. канд.	Т.Я Лопарева
	Л.А. Гоголь
	Ш.Ч. Қанағатова
	А.К. Исаева

*Мақалада Алақал ойпаты «зендері мен коллектор-дренаждық каналдарының гидрохимиялық құрсеткіштері жейлі қпн жьылдық деректері қортындыланған. Алақал қплдері системасына кәйылатын*

*мизен сулары химиялық к±рамының генетикалық ерекшеліктері қарастырылған.*