

Ж.СЫДЫКОВ<sup>1</sup>, М.А.МУХАМЕДЖАНОВ<sup>2</sup>

### ПОДЗЕМНЫЕ ВОДНЫЕ И СОЛЕВЫЕ СТОКИ БАССЕЙНА ОЗЕРА БАЛХАШ

Балқаш көлі алқабының жер бедерінің морфологиялық, құрылымдық түрлеріне қарай жер асты суларының қоректену, қозгалу және арылу бағыттары мен мөлшері анықталған, соған байланысты оның су және ағыстардың өзгеріуі мен көлемі бағаланған.

Определены направленность и интенсивность питания, транзита и разгрузки выделенных типов подземных вод, установлены величина их водного и солевого стоков на территории различных морфоструктурных форм рельефа бассейна озера Балхаш.

This article establish the direction and intensive nourishment, transit and unloading allocate type's underground water, determination quantity their water and salt (chemical) flow's is on the different morphostructure form relief in the territory of Balkhash lake basin.

Сток подземных вод Казахстана впервые был изучен и оценен в Институте гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР с участием ученых Московского университета им.М.В.Ломоносова в начале 1960г [9,10]. С тех пор значительно изменились некоторые природно-гидрогеологические факторы и ряд расчетных параметров подземного стока. Эти изменения отражены в разные годы в работах ведущих сотрудников Института и некоторых других научных учреждений [1-8, 11-12]. Однако тогда и позже не были изучены солевые стоки. Исследования по их установлению начали проводится нами лишь в последние годы по территории казахстанских частей бассейнов Каспийского и Аральского морей и на юге бассейна оз.Балхаш [11]. В настоящей работе рассматриваются вопросы как подземных водных, так и солевых стоков зоны свободного водообмена одного из экономически важных бассейнов республики – бассейна оз.Балхаш с оценкой их удельных и общих величин с использованием современных данных.

Бассейн озера Балхаш является самой крупной замкнутой впадиной Казахстана с общей площадью около 280 тыс.км<sup>2</sup>, слабо раскрывающейся на северо-востоке в сторону межгорной впадины Алаколь. Северную половину ее занимает

юго-восточная часть обширного горноостровного мелкосопочника Центрального Казахстана, а на юге разновысотные горные массивы Шу-Или и Жонгарского (Жетысуского) Алатау общей площадью 45 тыс.км<sup>2</sup>. Значительную площадь (более 75 тыс.км<sup>2</sup>) между этими горноскладчатыми массивами занимает равнинная территория Южного Прибалхашья, которая на севере ограничена неглубокой котловиной озера Балхаш.

Северная горноостровно-мелкосопочная часть бассейна протягивается с запада на восток на 600 км и с севера на юг до 250 км. Гипсометрически рельеф южной части этого подрайона представляет собой слабо расчлененный остов древних разрушенных гор (пенеплен) с отметками 340-345 м (абс) у берегов Балхаша, который возвышается до 1000-1500м и более в пределах сильно расчлененного Балхаш-Иртышского водораздела. Наиболее высокие горные сопки здесь имеют на юго-западе абсолютные отметки 1141м (г.Шунак), на востоке 1305м (Кособа) и 1565м (Аксоран) в центральной части водораздела. В пределах последнего и вблизи него выпадает сравнительно большое количество атмосферных осадков – 350-400 мм в среднем за год. Отсюда оно уменьшается к югу и у берегов оз.Балхаш составляет 120-150мм/год.

<sup>1-4</sup>Казахстан, 050010, Алматы, ул. Валиханова, 94. Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина.

В связи с малыми (на юге) и умеренно повышенным (на севере) количеством атмосферных осадков в Северном Прибалхашье образуются лишь редкие небольшие, пересыхающие летом, реки (Токрау, Жамши, Моинты, Шумек, Догандели, Баканас и др.) с годовыми расходами не более 0,01-0,06 км<sup>3</sup>, стоки которых не доходят до Балхаша. Наиболее крупный водоток, на самом юго-востоке подрайона – р.Аягуз, берет начало в основном в среднегорной части хребта Тарбагатай, за пределами рассматриваемого бассейна, и она достигает озера лишь в редкие многоводные годы. Все эти водотоки, занимая наименее высокие отметки в рельефе и имея не высокие уровни в паводковый период, не участвуют в питании подземных вод скальных пород и лишь их дренируют. Минерализация вод этих водотоков составляет 05,06 г/л весной, а в остальное время года повышается до 1-5г/л.

Аналогичный горноостровной мелкосопочный и низкогорный мало расчлененный рельеф с абсолютными отметками от 500 до 700-900м обрамляет бассейн с юго-запада (Шу-Илейские горы), юга и юго-востока – низкогорные отроги Жонгарского Алатау. В пределах их выпадает атмосферных осадков от 250 до 400мм в год и местами образуются временные водотоки. На юге и юго-востоке, в центральной части Жонгарского Алатау такой тип рельефа сменяется глубоко расчлененным средне- и высокогорным рельефом с абсолютными отметками 1000-4000м (отметка наивысшего пика в верховьях р.Аксу достигает 4442м). Годовое количество атмосферных осадков на этой территории увеличивается до 1000-1500м, местами более. Отсюда берут начало наиболее крупные и более мелкие реки бассейна (Каратал, Лепсы, Аксу и другие, а также их горные притоки). Все они прорезают горные массивы и текут на север, но лишь первые три реки, со среднегодовыми многолетними расходами от 350 до 1950 км<sup>3</sup>/год, доносят свои стоки до оз.Балхаш. Самый крупный водоток бассейна – р.Или берет начало за пределами бассейна, в основном на территории Китая, прорезает горные массивы и равнины, является главной рекой, питающей оз.Балхаш.

Пространство между названными горноскладчатыми системами на севере и юге занимает Южно-Прибалхашская равнина, поверхность которой слабо волнистая, бугристая. Она

прорезана речными долинами, руслами временных водотоков, сухими оврагами, солончаками и небольшими солеными озерками вдоль южного берега Балхаша. Большую часть равнины слагают песчаные массивы Таукум, Сарыесикатрау и ряд более мелких. Рельеф их сложный – грядовый, бугристый, ячеистый с межбуристыми понижениями. Отметки равнины изменяются от 340м – у озера Балхаш до 500-700м в предгорных зонах.

Самую южную часть на севере равнины (ниже 340м) занимает котловина оз.Балхаш со средней многолетней отметкой водной поверхности 340м (площадь около 17,3 тыс. км<sup>2</sup>) над уровнем Мирового океана. Средняя глубина котловины составляет около 6м, наибольшая 26м (западной части) при среднем объеме водной массы около 110 км<sup>3</sup>. Несмотря на широкий пролив Узынарал озеро делится на западную и восточную части, которые имеют водную массу на западе слабосоленую (0,5-1,2 г/л), на востоке – солоноватую (5-6г/л). В целом малая соленость озера свидетельствует об его сравнительно малом возрасте.

Горные и мелкосопочные обрамления бассейна сложены в разной степени метаморфизованными и дислоцированными древне осадочными (терригенными и карбонатными), осадочно-эффузивными и интрузивными породами палеозоя, а Южно-Прибалхашская равнина разнотипными (пролювиальными, аллювиально-пролювиальными, аллювиальными и эоловыми) покровными осадками.

В зоне верхнего, свободного водообмена всех названных водовмещающих пород и покровных отложений образуются, мигрируют и разгружаются весьма сложными путями подземные воды грунтового, местами межпластового (разнонапорного) типа. Они имеют различную площадь распространения, мощность, интенсивность и направленность водообмена, в целом центро斯特ремительную направленность подземного водного стока от окраин в центральную часть бассейна, также как подземного солевого стока. Однако такая направленность водного стока четко определяется уменьшением средних значений модуля (рис.1), то в распределении удельных значений подземного солевого стока в этом направлении сильно осложняется в связи с соленостью и общей массы водного потока.

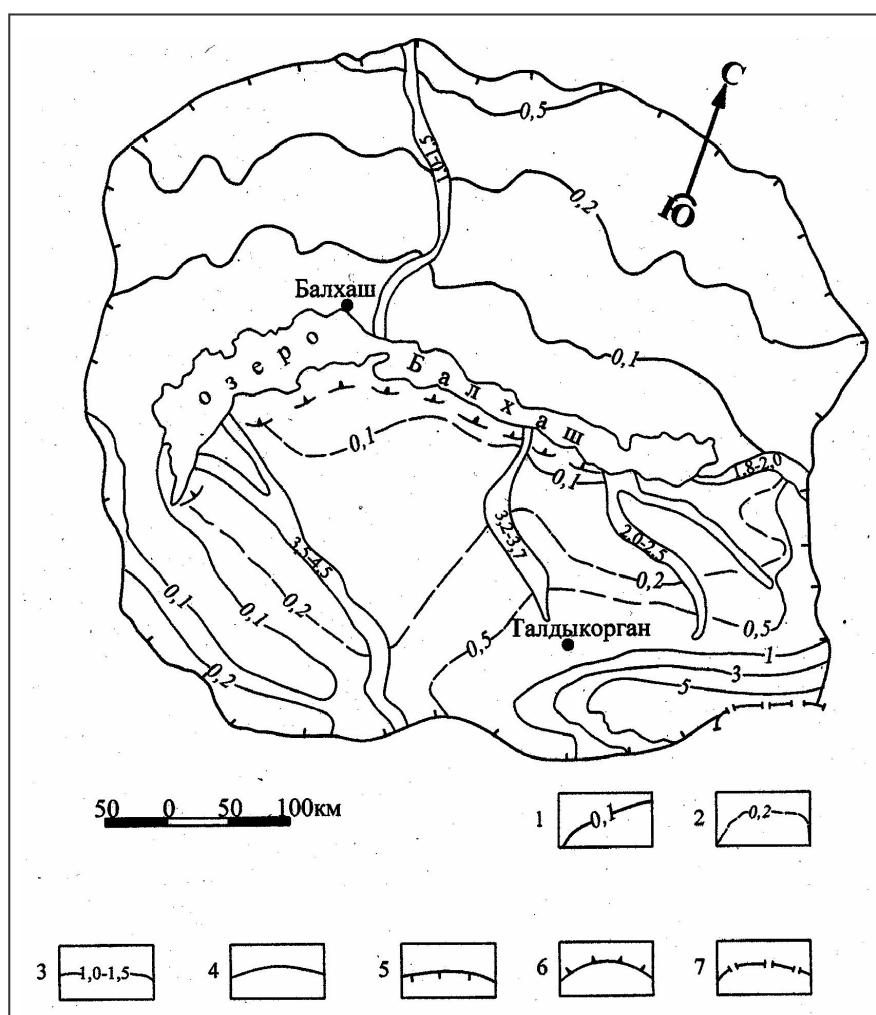


Рис. 1. Схематическая карта распределения модулей подземного водного стока зоны свободного водообмена бассейна озера Балхаш

Изолинии средних значений модулей подземного водного стока территории ( $\text{л}/\text{с}\cdot\text{км}^2$ ): 1 – горной, 2 – равнинной, 3 – пределы изменения средних модулей в пределах речных долин, 5 – внешний контур бассейна оз. Балхаш, 6 – южная граница зоны затрудненного водообмена, 7 – государственная граница

**Подземный водный сток зоны свободного водообмена бассейна.** Как показали проведенные в разные годы исследования удельные значения подземного водного стока (с одного  $\text{км}^2$  площади) в толще различных типов водовмещающих пластов зоны свободного водообмена в бассейне далеко неодинаковы по площади. По направленности и интенсивности его в пределах бассейна выделяются четыре морфоструктурные подрайоны: 1) средне- высокогорных территорий центральной части Жонгарского Алатау; 2) низкогорных (отчасти мелкосопочных) территорий юго-восточного обрамления Шу-Илейских гор и севро-западного, северного и северо-восточного обрамления Жонгарского Алатау; 3) тер-

ритории горноостровного мелкосопочника Северного Прибалхашья; 4) территории равнины Южного Прибалхашья.

Наибольшую величину подземного водного стока имеют средне- и высокогорные территории центральной части Жонгарского Алатау. Это естественно, так как в этой части Балхашского бассейна выпадает самое большое количество атмосферных осадков (от 800 до 1500мм в год), которые служат первоисточниками подземного стока с горных вершин, склонов хребтов, во всяком рода отрицательных формах рельефа, долянах рек и временных водотоков, продолжая дальнейший путь не только в них, но и по трещинам, пустотам пород и покровных осадках вглубь зем-

ли и вниз по потоку, проникая в земные недра. Здесь удельные значения подземного стока изменяются от 1 до 14 л/с с 1 км<sup>2</sup> площади, или в среднем 5,2 л/с·км<sup>2</sup>. На этой площади около 9 тыс.км<sup>2</sup> общая сумма водного стока составляет 46,8 м<sup>3</sup>/с, или немногим более 1474 млн.м<sup>3</sup>/год (табл.1).

Севернее и северо-западнее названной территории, в низкогорной и отчасти мелкосопочной части северо-восточного склона Шу-Илейских гор и северного и северо-западного обрамления Жонгарского Алатау, удельные значения подземного водного стока имеют намного меньшую величину от 0,1 до почти 1 л/с·км<sup>2</sup>, или в количестве от 0,1 – 0,2 (в среднем 0,15) в Шу-Илейских горах до 0,1 – 1,0 (в среднем) около 0,5 л/с·км<sup>2</sup> в северных, северо-западных и северо-восточных отрогах Жонгари.

Во всем южном, сравнительно нешироком горном обрамлении бассейна подземный водный сток в зоне свободного водообмена образует, главным образом, поток грунтовых вод.

Аналогичный тип грунтового потока образуется и в северной части бассейна Балхаша на юге Балхаш-Иртышского водораздела на общей площади более 140 тыс.км<sup>2</sup>. На этой территории наиболее высокие значения подземного водного стока формируются в региональном плане на севере подрайона – в пределах Аксоран-Кызылрайского низкогорного массива, где удельная величина водного стока, имеющего субширотное направление, варьирует от 0,2 до 0,8 (в среднем около 0,5) л/с·км<sup>2</sup>, локально в долинах рек и временных водотоков меридионального направления – от 0,6 до 2 л/с·км<sup>2</sup>.

Гипсометрически наиболее высокой низкогорной (включая долинной) части северного обрамления бассейна сумма подземного стока на сравнительно малой площади (9 тыс.км<sup>2</sup>) достигает 7 м<sup>3</sup>/с, или более 217 млн. м<sup>3</sup>/год. В то же время южнее, на обширной территории возвышенного мелкосопочника (на площади в шесть раз превышающей площади этой низкогорно-аллювиальной полосы), формируется 10,8 м<sup>3</sup>/с, или 340,2 млн. м<sup>3</sup>/год водного стока, а южнее в пределах низкого мелкосопочника (на еще большей площади – 75 тыс.км<sup>2</sup>) – всего лишь 9 м<sup>3</sup>/с, или 291,1 млн. м<sup>3</sup>/год (табл.1).

В пределах Южно-Прибалхашской равнины (на общей площади более 76 тыс.км<sup>2</sup>) в разрезе

разнотипных водосодержащих рыхлообломочных отложений подземный водный сток зоны свободного водообмена образует не только безнапорный грунтовый, но и в предгорной полосе равнины (на площади 12,5 тыс.км<sup>2</sup>) разнонапорный поток. Удельные величины водного стока на этой территории весьма разнообразны – от 01-0,2 (в среднем 0,15) л/с·км<sup>2</sup> – в полосе бугристых песков до 1-8 (в среднем 4) – в предгорной наклонной равнине конусов выноса, от 0,5-1,5 (в среднем 0,8) л/с·км<sup>2</sup> – в той же предгорной межконусной полосе до 1-6 (в среднем 2-4) – в толще аллювиальных осадков речных долин и временных водотоков. Суммарная величина этих потоков на всей площади равнины достигает (хотя суммирование водных стоков всех водоносных пластов весьма не целесообразно, ввиду их тесной взаимосвязи и взаимного перехода между собой) почти 54 м<sup>3</sup>/с., или 1695 млн.м<sup>3</sup>/год.

Изложенные факты свидетельствуют, что общие объемы подземного водного потока в зоне свободного водообмена по мере перехода от гипсометрически выше расположенных территорий к ниже расположенным непрерывно сокращаются. Это происходит в результате потери водного стока тем больше, чем выше интенсивность водообмена. Так, на юге бассейна Балхаша, в средне- и высокогорной части территории Жонгарского Алатау общая сумма подземного стока, как отмечено, составляет 46,8 м<sup>3</sup>/с, а на площади его низкогорной части не превышает 9 м<sup>3</sup>/с. То-есть потери стока достигают почти 38 м<sup>3</sup>/с примерно на переходной площади 27 тыс. км<sup>2</sup>. Этот процесс продолжается и дальше: если в низкогорном обрамлении на юге бассейна (на площади 36 тыс.км<sup>2</sup>) общая сумма водного стока составляет 11,7 м<sup>3</sup>/с, то в южной и юго-западной части Прибалхашской равнины (на площади около 60 тыс. км<sup>2</sup>, за пределами речной сети и конусов выноса предгорной полосы) он сокращается до 9,5 м<sup>3</sup>/с.

Подобное явление в несколько ослабленном темпе происходит и в зоне свободного водообмена на севере бассейна. Здесь количество подземного стока в низкогорной части Аксорана и Кызылпрая составляет не менее 3 м<sup>3</sup>/с. К югу этого подрайона, в зоне его влияния в полосе возвышенного мелкосопочника (за пределами речной сети) оно не превышает 2.3-2.4 м<sup>3</sup>/с. Еще южнее, сумма подземного водного стока сокра-

Таблица 1. Подземный водный сток зоны свободного водообмена бассейна оз.Балхаш

Части подрайонов <sup>x)</sup>	Площадь, распространения подземных вод, тыс.км <sup>2</sup>		Модуль водного стока, л/с·км <sup>2</sup> , пределы и (средние величины)		Подземный водный сток, м <sup>3</sup> /с			Годовой объем водного стока, млн. м <sup>3</sup> /год		
	грунтовых	напорных	местный	транзитный	местный	транзитный	сумма	местный	транзитный	сумма
<b>Средне-высокогорные обрамления</b>										
1	9	–	1 – 14 (5,2)	–	46,8	–	46,8	1474,2	–	1474,2
<b>Низкогорный район юго-западного, южного и юго-восточного обрамления бассейна</b>										
2	18	–	0,1 – 0,2 (0,15)	–	2,7	–	2,7	85,1	–	85,1
3	18	–	0,1 – 1,0 (0,5)	–	9,0	–	9,0	283,5	–	283,5
<b>Горноостровная мелкосопочная область Северного Прибалхашья</b>										
4	6	–	0,2 – 0,8 (0,5)	–	3,0	–	3,0	94,5	–	94,5
5	54	–	0,1 – 0,4 (0,2)	–	10,8	–	10,8	340,2	–	340,2
6	78	–	0,05 – 0,2 (0,12)	–	9,0	–	9,0	291,1	–	291,1
7	3	–	0,6 – 2,0 (1,3)	–	3,9	–	3,9	122,9	–	122,9
<b>Равнинная территория Южного Прибалхашья</b>										
8	3	9	0,5 – 1,5 (0,8)	0,1 – 0,4 (0,3)	2,4	2,7	5,1	75,6	85,1	160,7
9	4,5	3,5	1 – 8 (4,0)	0,5 – 3 (1,7)	18,0	6,0	24,0	567,0	189,0	756,0
10	64	–	0,1 – 0,2 (0,5)	–	9,6	–	9,6	302,4	–	302,4
11а	1,7	–	3 – 6 (4,1)	–	7,0	–	7,0	220,5	–	220,5
11б	1,2	–	2 – 5 (3,4)	–	4,1	–	4,1	129,1	–	129,1
11в	1,9	–	1 – 4 (2,1)	–	4,0	–	4,0	126,0	–	126,0
Бассейн	262,3	12,5	(0,51)	(0,70)						

Примечание. <sup>x)</sup> Отдельные части подрайонов бассейна: 1 – Центральная часть Жонгарского Алатау; 2 – Шу-Илейские горы; 3 – Северные и Северо-восточные отроги Жонгарского Алатау; 4 – Аксоран-Кызылрайский низкогорный район; 5 – Северная возвышенная мелкосопочная часть Северного Прибалхашья; 6 – Южная мелкосопочная часть Северного Прибалхашья; 7 – Основные речные долины Северного Прибалхашья; 8 – Северная и северо-восточная предгорная равнина Южного Прибалхашья; 9 – Аллювиально-пролювиальная наклонная равнина конусов выноса предгорной части Южного Прибалхашья; 10 – Слабо бугристая песчаная равнина Южного Прибалхашья; Основные речные долины Южного Прибалхашья: 11а – р.Или, 11б – р.Каратал, 11в – более мелких рек

щается от 10,8 м<sup>3</sup>/с на территории возвышенного мелкосопочника (на площади 54 тыс. км<sup>2</sup>) до 9 м<sup>3</sup>/с – низкого мелкосопочника (на большей площади – 78 тыс.км<sup>2</sup>). Следовательно, потери подземного стока наблюдаются и на севере бассейна.

**Подземный солевой сток зоны свободного водообмена бассейна** тесно связан с процессами подземного водного стока. Их взаимоотношение устанавливается простой зависимостью:

$$Q_{\text{пsc}} = m \cdot Q_{\text{пвс}},$$

где:  $Q_{\text{пsc}}$  – подземный солевой сток,  $Q_{\text{пвс}}$  – подземный водный сток,  $m$  – минерализация (или соленость) подземных вод зоны свободного водообмена.

Путем умножения удельной величины подземного водного стока ( $q_{\text{пвс}} \cdot \text{км}^2$ ) на минерализацию (соленость) подземных вод можно определить модуль (или удельное значение) подземного солевого стока ( $q_{\text{пsc}} \cdot \text{км}^2$ ).

Как уже отмечено, выше были определены удельные значения подземного водного стока. Теперь с учетом, в соответствии с приведенной зависимостью, минерализации подземных вод установлены удельные значения подземного солевого стока (в г/с· км<sup>2</sup>), а через них общие величины солевого стока (в кг/с., или млн.кг/год) по выделенным ранее четырем морфоструктурным подрайонам бассейна Балхаша.

В средне-высокогорной части южного обрамления бассейна подземные воды имеют самую низкую минерализацию от 0,02 до 0,3, или в среднем около 0,2 г/л. Однако ввиду высокой удельной величины водного стока в зоне свободного водообмена на этой территории все же устанавливается относительно повышенная величина солевого стока – 1,04 г/с· км<sup>2</sup>, что почти на уровне солевого стока равнинных территорий Южного Прибалхашья. В мелкосопочных и низкогорных подрайонах бассейна удельное значение (модуль) солевого стока достаточно низкое (за пределами речных долин) и колеблется, как показано в таблице 2, от 0,09 до 0,25 г/с· км<sup>2</sup>. Тем не менее, как показано в этой таблице, наибольшая сумма солевого стока в зоне свободного водообмена устанавливается на территории горноостровного мелкосопочника Северного Прибалхашья – 29,34 кг/с, или 924,2 млн.кг/год (на общей площади 141 тыс.км<sup>2</sup>). На втором месте

в этом отношении находится территория Южно - Прибалхашской равнины – 24,51 кг/с (на общей площади 88,8 тыс.км<sup>2</sup>, включая площадь распространения напорных вод). Последующие два места занимают средне-высокогорная область Жонгарского Алатау – 9,36 кг/с, или 295 млн. кг/год, и низкогорная область Шу-Илейских гор и северного обрамления Жонгарии – 6,112 кг/с, или 193 млн.кг/год.

Следовательно, по общей величине (также и по удельному значению) подземного солевого стока не устанавливается четкая зависимость по гипсометрической отметке морфоструктурных подрайонов бассейна, как это наблюдалось по распределению подземного водного стока. На площадное распределение солевого стока по морфоструктурному положению местности в бассейне оказывает влияние, помимо минерализации подземных вод, также и интенсивность их водообмена.

**Базисы разгрузки водного и солевого стоков зоны свободного водообмена бассейна Балхаша.** По этому вопросу среди специалистов нет единого мнения, большая часть их придерживается мнения, что главным базисом разгрузки подземных вод, т.е. подземного водного и солевого стока данного бассейна является котловина озера Балхаш и его южная прибрежная зона. Подробно не обсуждая это мнение отметим, что нами выше было показано существенное сокращение количества подземного водного стока в бассейне, как в его северной части, так и на юге, которое происходит последовательно по мере движения потока от областей питания подземных вод к центру прогиба.

По приведенным выше данным, в юго-восточной средне- и высокогорной части бассейна, в главной области питания подземных вод (на сравнительно небольшой площади) величина подземного стока с единичной площади (один км<sup>2</sup>) в среднем составляет 5,2 л/с · км<sup>2</sup>, на юго-западе и севере бассейна, в области их слабого питания в условиях низкогорья (также на ограниченных площадях) она равна 0,5 л/с · км<sup>2</sup>. В области транзита подземных (грунтовых) вод зоны свободного водообмена удельные величины подземного потока в южной, юго-западной и северной части бассейна составляют (в л/с · км<sup>2</sup>) соответственно 0,5; 0,15 и 0,20. Тем самым единичные

Таблица 2. Подземный солевой сток зоны свободного водообмена бассейна оз. Балхаш

Часть подрайонов	Площадь, тыс.км <sup>2</sup>		Средняя минерализация, г/л		Средний модуль водного стока, л/с·км <sup>2</sup>		Средний модуль солевого стока, г/с·км <sup>2</sup>		Подземный солевой сток, кг/с			Годовой объем солевого стока, млн.кг/год		
	Грунт.вод	Напор.вод	Грунт.вод	Напор.вод	Грунт.вод	Напор.вод	Грунт.вод	Напор.вод	Грунт.вод	Напор.вод	Сумма	Грунт.вод	Напор.вод	Сумма
<b>Средне-высокогорные обрамления бассейна</b>														
1	9	—	0,2	—	5,20	—	1,04	—	9,36	—	9,36	294,8	—	294,8
<b>Низкогорный район юго-западного, южного и юго-восточного обрамления бассейна</b>														
2	18	—	0,6	—	0,15	—	0,09	—	1,62	—	1,62	51,0	—	51,0
3	18	—	0,5	—	0,50	—	0,25	—	4,50	—	4,50	141,8	—	141,8
<b>Горноостровная мелкосопочная область Северного Прибалхашья</b>														
4	6	—	0,4	—	0,50	—	0,20	—	1,20	—	1,20	37,8	—	37,8
5	54	—	0,2	—	0,20	—	0,16	—	8,64	—	8,64	272,2	—	272,2
6	78	—	1,8	—	0,12	—	0,22	—	17,16	—	17,16	540,5	—	540,5
7	3	—	0,6	—	1,3	—	0,78	—	2,34	—	2,34	73,7	—	73,7
<b>Равнинная территория Южного Прибалхашья</b>														
8	3,0	9,0	0,6	0,5	0,8	0,3	0,48	0,15	1,44	1,35	2,79	45,4	42,5	87,9
9	4,5	3,5	0,3	0,5	4,0	1,7	1,20	0,85	5,40	2,98	8,40	170,1	93,9	264,0
10	64,0	—	0,6	—	0,15	—	0,09	—	5,76	—	5,76	181,4	—	181,4
11а	1,7	—	0,45	—	4,1	—	1,85	—	3,15	—	3,15	92,2	—	92,2
11б	1,2	—	0,5	—	3,4	—	1,70	—	2,04	—	2,04	64,3	—	64,3
11в	1,9	—	0,6	—	2,1	—	1,26	—	2,39	—	2,39	75,3	—	75,3
Итого бассейна	262,3	12,5	0,53	0,50	(0,51)	(0,70)	0,70	0,50						

Примечание. Названия отдельных частей подрайонов бассейна дано в таблице 1.

потери подземного стока в этих направлениях (за пределами речных долин) оцениваются величинами 4,7; 0,35 и 0,30 л/с · км<sup>2</sup>.

В дальнейшем продолжении транзита подземных вод в сторону центральной части бассейна при изменении величины водного потока в отмеченных направлениях от 0,5 до 0,3; от 0,15 до 0,10 и от 0,20 до 0,10 л/с · км<sup>2</sup> удельные потери подземного стока будут 0,2; 0,05 и 0,10 л/с · км<sup>2</sup>. Уже вблизи котловины Балхаша, величины модуля этих водных потоков приближаются к 0,05–0,20, или в среднем составляют порядка 0,12 л/с · км<sup>2</sup>. В этих условиях подземный приток подземных (грунтовых) вод (за пределами речных долин) в зоне свободного водообмена в котловину озера (площадь 17,3 тыс.км<sup>2</sup>) достигает 2,08 м<sup>3</sup>/с, а в южной его прибрежной полосе (на площади около 3 тыс.км<sup>2</sup>) – 0,36 м<sup>3</sup>/с, или всего 2,44 м<sup>3</sup>/с. Кроме того, в котловину озера поступает подземный сток из аллювиальных отложений речных долин на юге и севере бассейна. Величина такого притока, составляющего 2/3 часть этого стока суммарно 19 м<sup>3</sup>/с, достигает 12,9 м<sup>3</sup>/с.

Таким образом, общая сумма разгрузки подземных (грунтовых) вод в котловину озера и его южную прибрежную полосу составляет 15,14 (12,7+2,44) м<sup>3</sup>/с. Эти данные почти полностью совпадают с расчетными данными У.М.Ахмедсафина и С.М.Шапиро, приведенными в 1970г в их статье «Подземный сток в оз.Балхаш»[3].

Полученная нами сумма разгрузки грунтовых вод зоны свободного водообмена в котловине озера и в его южной низменной прибрежной

полосе (128,3 м<sup>3</sup>/с) едва достигает 12% от всей суммы подземного стока бассейна. Отсюда следует, что довольно плоская котловина оз.Балхаш не может рассматриваться основной областью разгрузки подземных (грунтовых) вод всей зоны свободного водообмена в бассейне Балхаша. Их разгрузка происходит, как отмечено, последовательно по всей территории площади бассейна водоема.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ахмедсафин У.М. О подземном питании озера Балхаш // Вестник АН КазССР, 1955, №10. С.20-32
2. Ахмедсафин У.М., Джасабов М.Х., Шапиро С.М. Проблемы изучения подземного стока в озере Балхаш и его водные ресурсы Балхашской впадины/Проблемы гидрогеологии Казахстана. Алма-Ата, 1974. С.28-34.
3. Ахмедсафин У.М., Шапиро С.М. подземный сток в оз. Балхаш // Вестник АН КазССР, 1970, №5. С.44-53.
4. Веселов В.В., Бегалиев А.Г., Самоукова Г.М. Экологомелиоративные проблемы использования водных ресурсов бассейна озера Балхаш. Алматы, 1996. С.8-64.
5. Гидрогеология СССР.т.36. Южный Казахстан. М., 1997, С.390-397.
6. Месхетели А.В., Подольный О.В., Друшниц Л.В. Гидрогеологические аспекты формирования подземного стока в озере Балхаш // Водные ресурсы, 1961, №3. С.33-46.
7. Подземный водообмен озера Балхаш / Подземные воды Балхашского сегмента. 1997. С.182-190.
8. Подземные воды Южного Прибалхашья. Алма-Ата, 1980. С.44-85.
9. Подземный сток территории СССР. М., 1966. – 303с.
10. Сток подземных вод Казахстана. Алма-Ата, 1964. – 87с.
11. Сыдыков Ж.С., Мухамеджанов М.А. Научные отчеты за 2003 – 2008гг. Алматы.-244с.
12. Формирование подземного стока на территории Казахстана. Алма-Ата, 1970. С.106-111.