

УДК 556. 555

Канд. геогр. наук В.В. Голубцов \*  
А.А. Кишкимбаева \*  
М.Т. Садуокасова \*\*

### О СОКРАЩЕНИИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ОЗЕР ЩУЧИНСКО-БОРОВСКОЙ КУРОРТНОЙ ЗОНЫ

*КЛИМАТ, ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА, ДЕФИЦИТ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА, АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ, ИСПАРЕНИЕ С ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ, ИСПАРЕНИЕ СНЕГА, ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ*

*Рассматривается влияние изменения климата и хозяйственной деятельности на сокращение водных ресурсов озер Щучинско-Боровской курортной зоны. Проведен анализ уменьшения морфометрических характеристик озер за период с середины 20 века до начала 21 века. Выполнена оценка дефицита водных ресурсов озер Щучинско-Боровской курортной зоны.*

Исследование озер Щучинско-Боровской курортной зоны (ЩБКЗ) впервые было произведено в 1956...1958 гг. Государственным Гидрологическим Институтом [3]. При проведении этих исследований были определены морфометрические характеристики озер, их максимальные и минимальные уровни за предшествующий период, а также характеристики их водного и ледового режима. По результатам этих исследований определены элементы водного баланса семи озер ЩБКЗ: Улкен Шабакты, Киши Шабакты, Бурабай, Катарколь, Жукей, Шортан и Майбалык. Определение морфометрических характеристик 3 озер – Текеколь, Сулуколь и Карасье, входящих в ЩБКЗ, для 1956 г. было произведено позже по литературным источникам [5] и методам аналогии. Суммарная площадь всех 10 озер относящихся к рассматриваемой системе ЩБКЗ составляет 99 км<sup>2</sup>.

В 2011...2013 гг. РГП «Казгидромет» обследовал озера ЩБКЗ с определением их площадей и высотных уровней. Сопоставление площадей озер в середине 20 века (1956 г.) и в начале второго десятилетия

---

\* Казгидромет, г. Алматы

\*\* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

21 века (2012 г.) показало их существенное сокращение с 99 до 79,4 км<sup>2</sup>. В связи с этим возникла необходимость проведения исследований по установлению причин, изменения характеристик водного баланса озер ЩБКЗ в условиях современного климата и хозяйственной деятельности.

Состояние озер ЩБКЗ в основном определяется климатическими условиями. В первую очередь, количеством атмосферных осадков и величиной испарения, зависящего от температуры и дефицита влажности воздуха. Для анализа причин сокращения уровня, площади и объема озер необходимо оценить тенденцию изменения количества атмосферных осадков и температуры воздуха в рассматриваемом регионе.

На рис. 1 приведена разностная интегральная кривая годовых сумм осадков для М Щучинск за 1935...2012 гг.

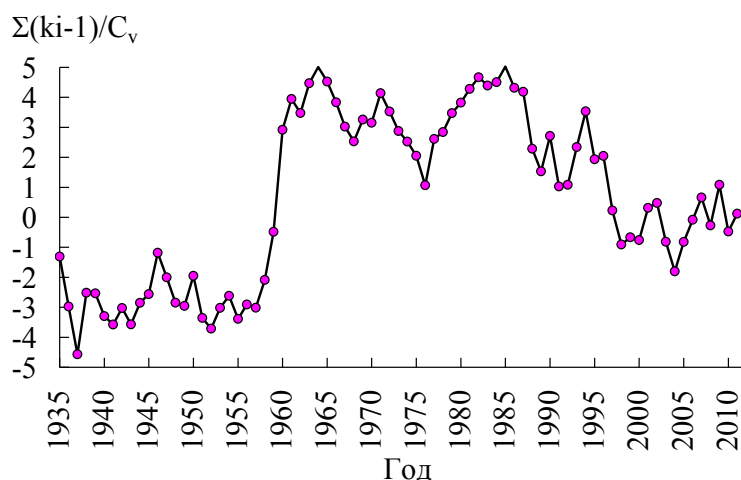


Рис. 1. Разностно-интегральная кривая годовых сумм осадков М Щучинск за 1935...2012 гг.

Эта кривая указывает на отсутствие определенных, как положительных, так и отрицательных тенденций изменения увлажнения. За рассматриваемый период, колебания годовых сумм осадков составляют всего 8 %. Поэтому, следует полагать, что уменьшение рассматриваемых характеристик озер не связано с величиной атмосферных осадков.

На рис. 2 показана разностная интегральная кривая среднегодовой температуры воздуха для М Щучинск за 1935...2012 гг. Эта кривая показывает, тенденцию увеличения среднегодовой температуры воздуха на 1,0...1,5 °С. В ходе анализа интегральной кривой, приведенной на рис. 2 было выделено 3 периода:

1-й период длиной в 38 лет (1935...1973 гг.), характеризующий климатические условия середины 20 века;

2-й период длиной в 20 лет (1974...1993 гг.). Он показывает повышение среднегодовой температуры воздуха при переходе к новому климатическому периоду;

3-й период длиной в 19 лет (1994...2012 гг.), характеризующий увеличение среднегодовой температуры воздуха в конце 20 века – начале 21 века.

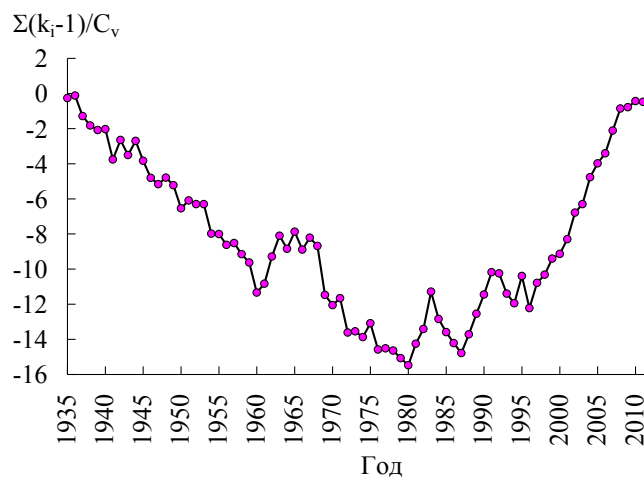


Рис. 2. Разностно-интегральная кривая годовой температуры воздуха для М. Щучинск за 1935...2012 гг.

В условиях современного климата увеличение температуры воздуха за теплый период приводит к увеличению температуры воды и испарению с водной поверхности озер.

Для оценки испарения с водной поверхности озер использованы месячные данные испаромеров ГГИ-3000, за период с июня по октябрь 1955 г. В результаты наблюдений, полученных с помощью испаромеров, были введены поправки на смачивание внутренних стенок испарителя и забрызгивание воды в дождемер [2]. Введение общего поправочного коэффициента в данные наблюдений испаромеров позволило получить значения испарения с водной поверхности озер, которые являются репрезентативными для рассматриваемой территории Северного Казахстана. Материалы этих наблюдений за 1955 г. позволили установить зависимость месячных значений слоя испарения с водной поверхности от температуры воздуха. Она имеет следующий вид:

$$E = 8,28T_B + 11,3, \quad (1)$$

где  $E$  – испарение с водной поверхности, мм;  $T_B$  – температура воздуха, °С. Коэффициент корреляции составляет  $r = 0,99$ .

За 1935...2012 гг. произведено определение испарения за безледоставный период (апрель – октябрь) (табл. 1).

Таблица 1

Средние значения испарения за различные периоды, М Щучинск

Период	Испарение, мм	Превышение испарения за периоды 1974...1993 гг., 1994...2012 гг. по сравнению с 1935...1973 гг.
1935...1973	681	0
1974...1993	700	19
1994...2012	725	44

Для суммарной расчетной площади озер ЩБКЗ увеличение испарения на 44 мм означает, что в год объем испарения равен 4,36 млн. м<sup>3</sup>. В начале второго десятилетия 21 века при сокращении площади озер ЩБКЗ до 79,4 км<sup>2</sup> испарение с водной поверхности сократилось до 3,49 млн. м<sup>3</sup> в год.

Снегозапасы за холодный период гидрологического года (ноябрь – март) определялись как разность месячного количества атмосферных осадков и испарения с поверхности снега [1]. Для расчета снегозапасов использовались месячные значения осадков М Щучинск. Испарение с поверхности снега определялось по методике, предложенной В.А. Семеновым для районов Северного и Центрального Казахстана [4]. Эта формула имеет следующий вид:

$$E = n(0,35d - 0,06), \quad (2)$$

где  $E$  – испарение, мм;  $n$  – число суток расчетного периода;  $d$  – дефицит влажности воздуха, гПа, средний за  $n$  суток.

На рис. 3 приведена разностная интегральная кривая дефицита влажности воздуха за холодный период для М Щучинск за 1965...2012 гг. Анализ рис. 3 показывает, что начиная с конца 20 столетия, наблюдается тенденция увеличения дефицита влажности воздуха, которая приводит к увеличению испарения со снежного покрова. Средний дефицит влажности воздуха за период с 2000...2012 гг., по сравнению с периодом 1965...1999 гг. увеличился с 0,53 до 0,65 гПа, т.е. на 0,12 гПа. В соответствии с формулой (2), это приведет к увеличению испарения со снега на ледном покрове озер (ноябрь...март) с 19 до 25,2 мм, т.е. на 6,2 мм в год.

Для суммарной расчетной площади озер это увеличение испарения со снега за холодный период составит 0,61 млн. м<sup>3</sup> в год. В последние годы (2011...2013 гг.) при сокращении площади озер ЩБКЗ до 79,4 км<sup>2</sup> объем испарения составил 49 млн. м<sup>3</sup> в год.

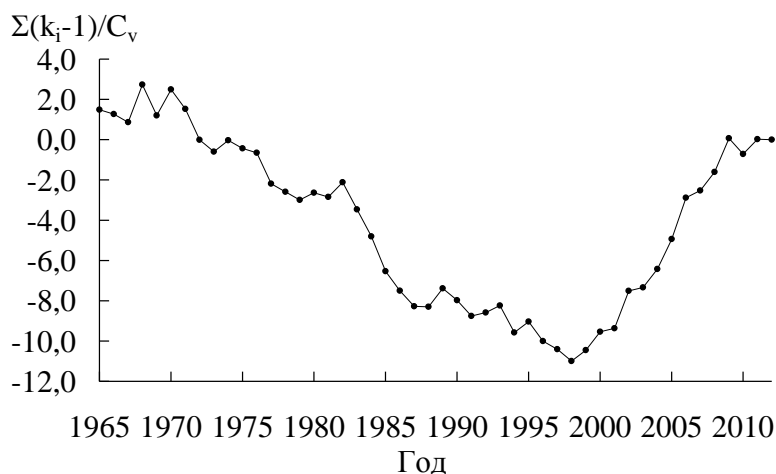


Рис. 3. Разностно-интегральная кривая дефицита влажности воздуха за холодный период на М Щучинск за 1965...2012 гг.

Таким образом, испарение с водной поверхности и испарение со снега в период ледостава озер в условиях современного климата должно увеличиться на 4,97 млн. м<sup>3</sup> в год. В настоящее время испарение с водной поверхности и испарение снега с ледяной поверхности озер составляет 3,98 млн. м<sup>3</sup> в год. Кроме того, увеличение температуры и дефицита влажности воздуха оказывает и окажет в дальнейшем определенное влияние на увеличение суммарного испарения с поверхности водосборов озер.

Сведения о сокращении площади озер ЩБКЗ позволяет оценить влияние изменения климата на сокращение поступления воды.

Выше было показано, что повышение температуры воздуха в последние десятилетия оказывает влияние на увеличение испарения с поверхности озер. В табл. 2 приведены результаты оценки влияния повышения температуры воздуха на сокращение объема воды озер. Данные табл. 2 показывают, что площади озер с 1956 по 2012 г. сократились на 20 км<sup>2</sup>. Объем озер за счет повышения температуры воздуха в последние сорок лет сократился на 108 млн. м<sup>3</sup>. Увеличение испарения со снега на площади озера в пределах рассматриваемого периода составило 6,37 млн. м<sup>3</sup>.

Таблица 2

Увеличение объема испарения озер ЩБКЗ в условиях современного климата

Озеро	Площадь, км <sup>2</sup>		Объем испарения с водной поверхности, млн. м <sup>3</sup>		
	1956 г.	2012 г.	1956 г.	2012 г.	среднее
Улкен Шабакты	22,5	19,1	27,4	23,23	25,3
Киши Шабакты	21,4	11,9	26,0	14,47	20,2
Шортан	18,6	15,6	22,6	18,97	20,8
Боровое	10,5	10,2	12,8	12,40	12,6
Жукей	19,1	17,2	23,2	20,92	22,1
Катарколь	4,20	3,40	5,11	4,13	4,62
Майбалык	1,10	0,60	1,34	0,76	1,05
Текеколь	1,16	1,14	1,41	1,39	1,40
Карасье	0,26	0,16	0,32	0,21	0,26
Сулуколь	0,18	0,11	0,22	0,13	0,18
<b>Сумма</b>	<b>99,0</b>	<b>79,4</b>	<b>120</b>	<b>96,6</b>	<b>108</b>

Таким образом, суммарное сокращение объема озер ЩБКЗ за счет изменения климата в пределах рассматриваемого периода составило 114 млн. м<sup>3</sup>.

Озера ЩБКЗ существенно различаются по своей глубине и объему воды. Глубина примерно половины из них не превышает 4...6 м. В хозяйственных целях могут быть использованы озера Улкен Шабакты, Бурабай, Катарколь, Шортан и Жукей, которые обладают значительными глубинами и хорошим качеством воды.

Сведения об изменении уровней, площадей и объемов озер ЩБКЗ за период с 1956 г. по 2012 г., приведены в табл. 3. Данные табл. 3 показывают, что уровни большинства озер за рассматриваемый период существенно снизились. Наибольшее понижение уровней наблюдалось на озерах Шортан – 8,7 м, Киши Шабакты – 7,8 м, Улкен Шабакты – 7,1 м, Жукей – 7,5 м. Суммарный объем озер уменьшился примерно на 426 млн. м<sup>3</sup>.

Как было отмечено выше, сокращение (114 млн. м<sup>3</sup>/год) произошло за счет повышения температуры и дефицита влажности воздуха, в условиях современного климата, а 312 млн. м<sup>3</sup>/год, за счет водопотребления в бассейнах озер. Не смотря на то, что значительное водопотребление наблюдалось не за весь рассматриваемый период, а только начиная с 1974 г., его вклад в сокращение стока озер оказался равным 27 %. По материалам Есильского БВУ о водопотреблении в бассейне ЩБКЗ водозабор за период с 2005 по 2012 гг., в среднем, составляет – 5,08 млн. м<sup>3</sup> за гидрологический год [6].

Таблица 3

Сведения о сокращении морфометрических характеристик озер ЦБКЗ с 1956 по 2012 г.

Озеро	Уровень, м абс.			Площадь, км <sup>2</sup>			Объем, млн. м <sup>3</sup>		
	Год		Уменьшение	Год		Уменьшение	Год		Общее уменьшение
	1956	2012		1956	2012		1956	2012	
Бурабай	321	320	1,10	10,5	10,2	0,30	36,2	35,5	0,74
Улкен Шабакты	305	298	7,10	22,5	19,1	3,40	250	102,6	147
Киши Шабакты	307	300	7,80	21,4	11,9	9,50	141	14,7	126
Катарколь	440	437	3,40	4,20	3,40	0,80	19,0	7,54	11,5
Жукей	383	375	7,50	19,1	17,2	1,90	91,0	35,20	55,8
Майбалык	302	299	2,80	1,10	0,60	0,47	2,50	0,06	2,44
Текеколь	306	304	2,40	1,16	1,14	0,02	3,59	3,58	0,01
Шортан	398	389	8,70	18,6	15,6	3,00	265	184	81,2
Карасье	446,3	446	0,2	0,26	0,16	0,09	0,25	0,17	0,08
Сулуколь	382,8	382,6	0,20	0,18	0,11	0,07	0,074	0,05	0,03
Сумма	-	-	-	99,0	79,4	19,6	809	383	426

К среднему значению водопотребления необходимо прибавить увеличение испарения с поверхности озер, которое, как отмечалось выше, за последние годы составляет – 3,5 млн. м<sup>3</sup> в год. В итоге, суммарное сокращение поступления воды в озера, по имеющейся информации о водопотреблении, будет изменяться от 6,68 млн. м<sup>3</sup> до 10,9 млн. м<sup>3</sup> в год, а в среднем 8,6 млн. м<sup>3</sup> в год.

При оценке водопотребления в рассматриваемом регионе следует учитывать возможность неучтенного и неконтролируемого водопотребления в бассейнах рассматриваемых озер, а также отсутствие водопропускных сооружений при строительстве транспортных магистралей, приводящее к недопущению сброса в озера вод, формирующихся на поверхности их водосборов. Поэтому в современных условиях дефицит водных ресурсов, по-видимому, следует принять равным 10...12 млн. м<sup>3</sup> в год. Таким образом, сокращение объема озер за счет изменения климата составляет 30...35 %, а за счет водопотребления – 65...70 %.

В перспективе дальнейшего увеличения температуры воздуха и водопотребления следует полагать, что в ближайшее десятилетие дефицит водных ресурсов в рассматриваемом регионе увеличится до 15 млн. м<sup>3</sup> в

год. Поэтому для спасения природных ресурсов этого уникального региона Казахстана, который часто называют казахстанской Швейцарией, необходимо поступление в его пределы не менее 15 млн. м<sup>3</sup> в год пресной воды из внешних водных источников.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Браславский А.П., Викулина З.А. Нормы испарения с поверхности водохранилищ. – Л.: Гидрометеиздат, 1954. – 212 с.
- 2 Кузнецов В.И. О переходных коэффициентах наземных испарителей «ГГИ-3000» // Труды ГГИ. – 1954. – Вып. 45 (99). – 156 с.
- 3 Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. Вып. 3. Кокчетавская область Казахской ССР / Под общей ред. Урываева В.А. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – 562 с.
- 4 Семенов В.А., Сток рек засушливых территорий. – М.: Гидрометеиздат, 1990. – 168 с.
- 5 Филонец П.П., Омаров Т.Р., Озера Северного, Западного и Восточного Казахстана (Справочник) – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 138 с.
- 6 Чеботарев А.И. Гидрологический словарь – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 308 с.

Поступила 10.02.2014

Геогр. ғылымд. канд. В.В. Голубцов  
А.А. Кишкимбаева  
М.Т. Садуокасова

#### **ЩУЧИНСК-БУРАБАЙ КУРОРТ ЗОНАСЫНЫҢ (ЩБКЗ) КӨЛДЕРІНДЕГІ СУ РЕСУРСТАРЫНЫҢ КЕМУІ ТУРАЛЫ**

*ЩБКЗ көлдеріндегі су ресурстарының қысқаруына ықпал еткен климат өзгерістері және шаруашылық қызметі қарастырылады. 20 ғасырдың ортасынан бастап 21 ғасырдың басына дейінгі дәуірдің арасында зерттелген аудандағы көлдердің морфометриялық мінездемелерінің кемуінің анализі өткізілді. ЩБКЗ көлдерінің су ресурстарының жетіспеушілігі бағаланды.*