

УДК 556.18.004.14

Канд. техн. наук С.П. Шиварева \*  
А.В. Галаева \*  
М.М. Азнабакиева \*  
А.А. Кишкимбаева \*

**АНАЛИЗ МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКИ ВНУТРИГОДОВОГО  
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЧНОГО СТОКА В БАССЕЙНАХ РЕК ИЛЕ И  
ЕРТИС В ПРЕДЕЛАХ КАЗАХСТАНА И КИТАЯ В СВЯЗИ С  
КЛИМАТИЧЕСКИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ**

*БЫТОВОЙ СТОК, ВОССТАНОВЛЕННЫЙ СТОК, ВОДОПОТРЕБ-  
ЛЕНИЕ*

*Приводится оценка внутригодового распределения стока рек: Улькен Алматы (Большая Алматинка), р. Иле (Или) – уроч. Капшагай, р. Иле (Или) – с. Ямату, р. Кара Ертыс (Черный Иртыш) – с. Боран, р. Буришын – с. Чункулей в пределах КНР и РК в связи с изменением климата.*

Многолетняя динамика внутригодового распределения стока определяется в основном климатическими изменениями. Климат бассейна оз. Балкаш (Балхаш) и бассейна Ертыса (Иртыша) в пределах Казахстана с середины 19 века до последних десятилетий 20 века характеризовался стационарными условиями. Изменения проявлялись в виде циклических колебаний температуры воздуха и атмосферных осадков длительностью, как правило, не более 10 лет. Длительные изменения температуры воздуха и атмосферных осадков отсутствовали. В последних десятилетиях 20 века и начале 21 века в рассматриваемых регионах наблюдается достаточно хорошо выраженная тенденция повышения температуры воздуха и увеличения атмосферных осадков. Эта тенденция проявляется и в изменении речного стока.

**Анализ многолетней динамики в Или-Балхашском бассейне.** Наблюдения за стоком рек в бассейне Иле в основном начались с 30-х годов 20 века. Для анализа многолетней динамики внутригодового распределения стока использованы данные о стоке рек, неподверженных или почти неподверженных влиянию хозяйственной деятельности. В бассейне Иле к таким

---

\* РГП «Казгидромет», г. Алматы

рекам относится река Улькен Алматы (Большая Алматинка) пост в 2 км выше оз. Улькен Алматы, находящаяся на территории Казахстана. На рис. 1 приведены совмещенные разностные интегральные кривые стока р. Улькен Алматы – пост 2 км выше озера Улькен Алматы, осадков и температуры воздуха, измеренных на М Алматы за период 1952...2012 гг.

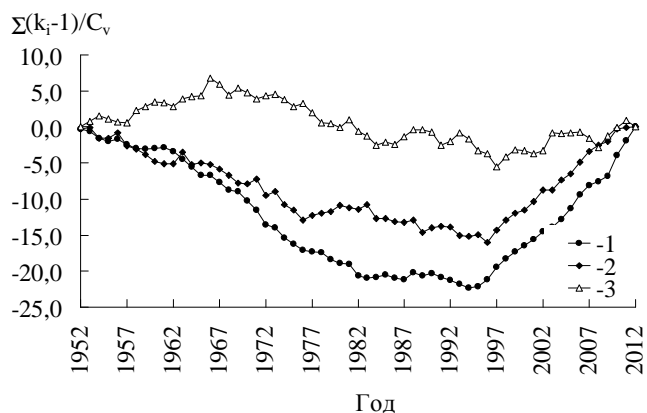


Рис. 1. Совмещенные разностные интегральные кривые среднего годового стока (1), температуры воздуха (2) и осадков (3) р. Улькен Алматы – 2 км выше оз. Улькен Алматы, 1952...2012 гг.

Если рассмотреть разностную интегральную кривую осадков по М Алматы (рис. 1), то можно увидеть, что количество годовых осадков колебалось в пределах нормы и лишь к концу рассматриваемого периода наблюдалось их некоторое увеличение. Что касается разностной интегральной кривой температуры воздуха, то видно, что среднегодовая температура воздуха, начиная с середины 80-х годов прошлого века, начала значительно увеличиваться. Сток реки Улькен Алматы также значительно увеличился с конца прошлого века. Такое повышение, по-видимому, связано с усилением деградации горного оледенения, которое началось в связи с повышением температуры воздуха, а также в связи с некоторым небольшим увеличением осадков.

Для оценки динамики стока реки Улькен Алматы по сравнению со стоком, который наблюдался в период с 1952 по 1986 гг., когда ещё не отмечалась тенденция изменения климата, построена разностная интегральная кривая среднего годового стока за период наблюдений с 1952 по 2012 гг. (рис. 2). Параметры этой кривой были определены за период с 1952 по 1986 гг.

Средний многолетний сток р. Улькен Алматы – п. 2 км выше оз. Улькен Алматы за период 1952...1986 гг. оказался равным 1,56 м<sup>3</sup>/с.

Анализ разностной интегральной кривой, приведенной на рис. 2, показывает, что за период 1987...2012 гг. наблюдается устойчивая тенденция повышения стока этой реки, равного 2,07 м<sup>3</sup>/с. За последние 26 лет сток реки повысился на 0,51 м<sup>3</sup>/с или на 32,6 %.

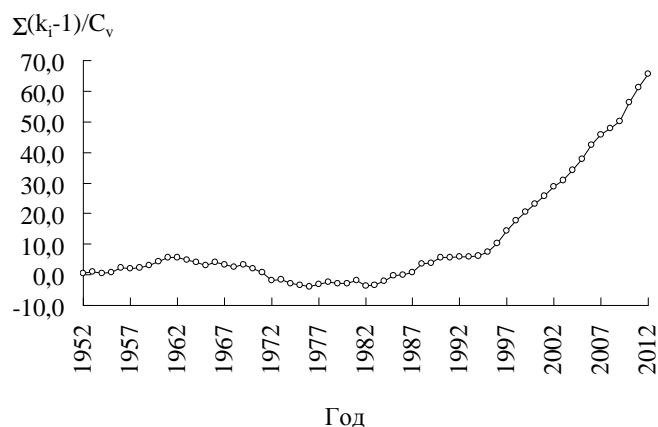


Рис. 2. Разностная интегральная кривая среднего годового стока р. Улькен Алматы – п. 2 км выше оз. Улькен Алматы за 1952...2012 гг.

Анализ различной водности за периоды 1952...1986 гг. и 1987...2012 гг. показывает, что за последний период (табл. 1) повторяемость многоводных лет увеличилась на 43,4 %, средних по водности лет уменьшилось на 3,43 %, а количество маловодных лет в последнем периоде отсутствует.

Таблица 1

Сток р. Улькен Алматы – п. 2 км выше оз. Улькен Алматы за различные периоды по группам водности

Водность	Речной сток за периоды				Изменение числа лет водности, %
	1952...1986 гг.		1987...1998 гг., 2000...2012 гг.		
	число лет	%	число лет	%	
Многоводные годы	10	28,6	18	72,0	43,4
Средние годы	11	31,4	7	28,0	-3,43
Маловодные годы	14	40,0	0	0,0	0,00

Многолетняя динамика внутригодового распределения стока оценена путем сопоставления стока за отдельные кварталы в % от величины годового стока (табл. 2).

Данные, приведенные в табл. 2, показывают, что в многоводные годы происходит увеличение стока во 2-ом, 3-ем кварталах и его умень-

шение в 1-ом и 4-ом. Аналогичные изменения происходят и в средние по водности годы. Таким образом, современное изменение климата (1987...2012 гг.) привело к относительному увеличению стока 2-го, 3-го кварталов и уменьшению стока 1-го и 4-го кварталов.

Таблица 2

Внутригодовое распределение стока р. Улькен Алматы – п. 2 км выше оз. Улькен Алматы в % за различные периоды по кварталам

Период	Речной сток по кварталам, %			
	1	2	3	4
Многоводные и очень многоводные годы				
1952...1986 гг.	8,33	21,5	53,6	16,6
1987...2012 гг.	7,51	22,8	54,2	15,5
<b>Разница</b>	<b>-0,82</b>	<b>1,30</b>	<b>0,60</b>	<b>-1,10</b>
Средние годы				
1952...1986 гг.	8,96	21,5	53,4	16,1
1987...2012 гг.	7,73	22,5	54,0	15,8
<b>Разница</b>	<b>-1,23</b>	<b>1,00</b>	<b>0,60</b>	<b>-0,36</b>
Маловодные и очень маловодные годы				
1952...1986 гг.	9,67	22,2	51,3	16,9
1987...2012 гг.	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Разница</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Рассмотрена динамика внутригодового распределения стока, подверженного влиянием хозяйственной деятельности, на примере р. Иле в гидрометрическом створе урочище Капшагай, расположенном ниже Капшагайского водохранилища. Для определения внутригодового распределения естественного стока р. Иле в этом створе были использованы наблюдения за период с 1930...1969 гг., а для оценки его изменения под влиянием хозяйственной деятельности – с 1973...2012 гг.

В табл. 3 приведены значения среднего стока по группам водности за периоды, характеризующиеся различными условиями использования стока. Данные табл. 3 показывают, что в многоводные и очень многоводные годы сток уменьшился на 66,0 м<sup>3</sup>/с или на 11,8 %. В средние по водности годы – на 78,0 м<sup>3</sup>/с или на 17,0 %, а в маловодные и очень маловодные годы – на 39,0 м<sup>3</sup>/с или на 9,97 %. Суммарное уменьшение годового стока при его использовании (1973...2012 гг.) по сравнению с естественными условиями (1930...1969 гг.) составило 831 м<sup>3</sup>/с, а в среднем – 20,8 м<sup>3</sup>/с или 4,43 %. Проведенный ранее анализ [2] показал, что в течение 1973...2012 гг. произошло значительное сокращение и регулирование сто-

ка в верхней части р. Или на территории Китая, и его сокращение, в сравнении с восстановленным естественным стоком.

Таблица 3

Сток р. Или – уроч. Капшагай за различные периоды по группам водности

Водность	Речной сток, м <sup>3</sup> /с				Изменение годового стока	
	1930...1969 гг.		1973...2012 гг.		м <sup>3</sup> /с	%
	м <sup>3</sup> /с	число лет	м <sup>3</sup> /с	число лет		
Многоводные и очень многоводные годы	560	14	494	26	-66,0	-11,8
Средние годы	458	11	380	5	-78,0	-17,0
Маловодные и очень маловодные годы	391	15	352	9	-39,0	-9,97
<b>Суммарный сток</b>	<b>18743</b>	<b>40</b>	<b>17912</b>	<b>40</b>	<b>-831</b>	<b>-</b>
<b>Среднее за 40 лет</b>	<b>469</b>		<b>448</b>		<b>-20,8</b>	<b>-4,43</b>

Влияние использования стока на его внутригодовое распределение, оценено путем сопоставления его значений за отдельные кварталы в % от величины годового стока за периоды 1930...1969 гг. и 1973...2012 гг. (табл. 4).

Таблица 4

Внутригодовое распределение стока р. Или – уроч. Капшагай по кварталам за различные периоды, %

Период	Речной сток по кварталам, %			
	1	2	3	4
Многоводные и очень многоводные годы				
1930...1969 гг.	11,3	31,3	41,8	15,6
1973...2012 гг.	18,4	28,0	31,9	21,6
<b>Разница</b>	<b>7,10</b>	<b>-3,30</b>	<b>-9,90</b>	<b>6,00</b>
Средние годы				
1930...1969 гг.	13,5	29,2	41,5	15,8
1973...2012 гг.	19,9	30,0	28,2	21,8
<b>Разница</b>	<b>6,40</b>	<b>0,80</b>	<b>-13,3</b>	<b>6,00</b>
Маловодные и очень маловодные годы				
1930...1969 гг.	16,0	27,0	39,1	18,0
1973...2012 гг.	22,4	28,9	27,9	20,8
<b>Разница</b>	<b>6,40</b>	<b>1,90</b>	<b>-11,2</b>	<b>2,80</b>

Данные табл. 4 показывают, что в 1-ом квартале наблюдается увеличение стока независимо от водности. В 1 квартале в многоводные и очень многоводные годы сток увеличивается на 7,10 %, в средние по водности, а также маловодные и очень маловодные годы – на 6,40 %. В 4-том

квартале, также наблюдается увеличение стока: в многоводные, очень многоводные и средние по водности годы, сток увеличивается на 6,00 %, а в маловодные и очень маловодные годы, несколько меньше – на 2,80 %. Во 2-ом квартале за счет влияния хозяйственной деятельности в многоводные и очень многоводные годы наблюдается уменьшение стока на 3,30 %, а в маловодные, очень маловодные и средние годы сток незначительно увеличился всего на 1,90 % и на 0,80 % соответственно. В 3-ем квартале наблюдается уменьшение стока в различные по водности годы от 9,90 до 13,3 %.

Проведенный анализ показал, что в условиях влияния хозяйственной деятельности на территории Китая и существования Капшагайской ГЭС на территории Казахстана, в гидрометрическом створе р. Иле – уроч. Капшагай в различные по водности годы наблюдается увеличение стока в 1-ом и 4-ом кварталах и его уменьшение во 2-ом и 3-ем.

Оценка влияния хозяйственной деятельности на внутригодовое распределение стока произведена путем анализа стока р. Иле в пункте с. Ямату, находящегося на территории Китая.

На рис. 3 приведена динамика стока и климатических характеристик в виде совмещенных разностных интегральных кривых стока р. Иле – с. Ямату, температуры воздуха и осадков, измеренных на станции Ямату за 1954...2010 гг.

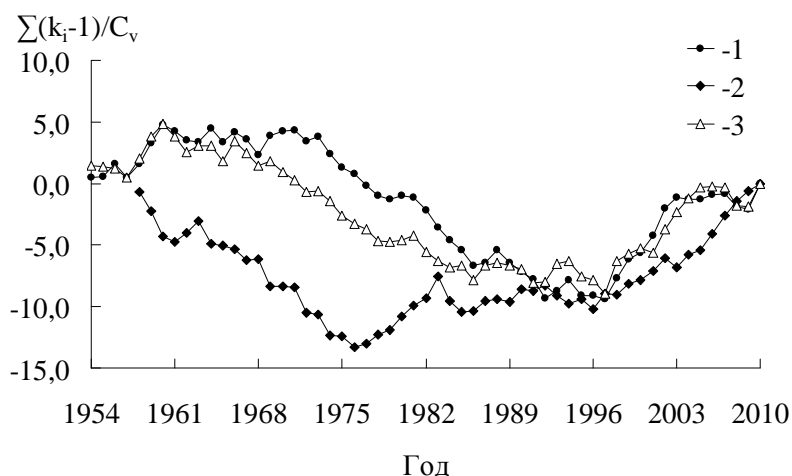


Рис. 3. Совмещенные разностные интегральные кривые стока (1), температуры воздуха (2) и осадков (3) р. Иле – с. Ямату, 1954...2010 гг.

На рис. 3 прослеживается повышение температуры воздуха, количества осадков и речного стока, начиная с середины 80-х годов прошлого века.

Для оценки динамики стока р. Иле – с. Ямату построены совмещенные разностные интегральные кривые наблюдаемого (бытового) и восстановленного естественного стока за период наблюдений с 1956 по 2010 гг. (рис. 4). Параметры этой кривой были определены за период с 1956 по 1995 гг.

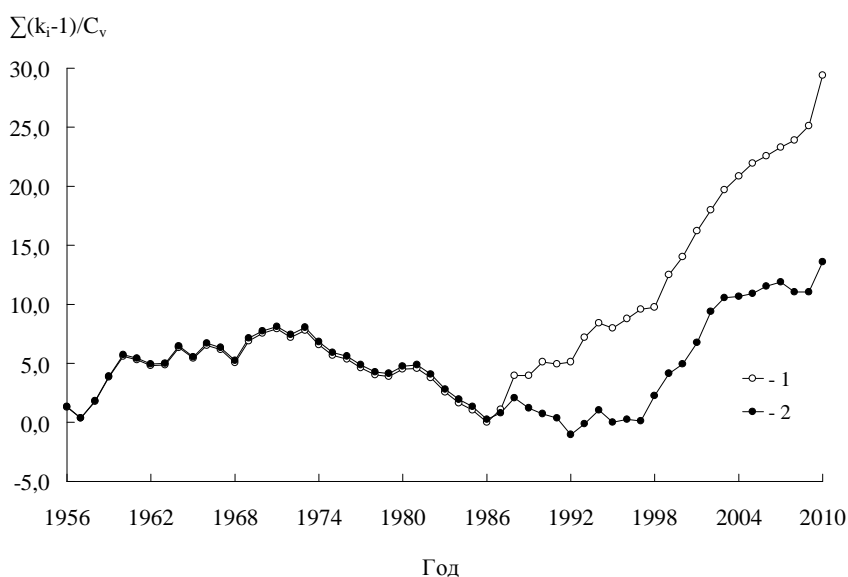


Рис. 4. Совмещенные разностно-интегральные кривые восстановленного естественного (1) и наблюдаемого (бытового) (2) стока р. Иле – с. Ямату за 1956...2010 гг.

Восстановление естественного стока этой реки производилось в зависимости от суммарного стока 5-ти рек (Шарын, Шилик, Каратал, Коксу и Тентек), бассейны которых расположены на территории Китая [2]. Зависимость стока р. Иле у с. Ямату от суммарного стока рассматриваемых рек была определена за период 1961...1986 гг. Коэффициент корреляции равен 0,91.

Средний многолетний сток р. Иле – с. Ямату за 1956...1995 гг. оказался равным 372 м<sup>3</sup>/с. Наблюдаемый (бытовой) сток за 1996...2010 гг. оказался равным 417 м<sup>3</sup>/с, а восстановленный естественный сток за этот же период равен 452 м<sup>3</sup>/с, что на 35,0 м<sup>3</sup>/с или на 8,5 % выше наблюдаемого (бытового) стока. Сопоставление наблюдаемого стока за 1956...1995 гг. и 1996...2010 гг. показывает, что за последний период, даже в условиях повышенного водопотребления в рассматриваемом бассейне, уменьшение среднего годового стока не происходило. Это было обусловлено повыше-

нием естественного стока за счет увеличения количества осадков и происходящей деградации горного оледенения.

Влияние использования стока на внутригодовое распределение оценено путем сопоставления его значений за отдельные кварталы от величины годового стока в % (табл. 5).

Таблица 5

Внутригодовое распределение стока р. Иле – с. Ямату в % за различные периоды по кварталам

Период	Речной сток по кварталам, %			
	1	2	3	4
Многоводные и очень многоводные годы				
1954...1986 гг.	9,40	33,1	44,8	12,8
1996...2010 гг.	11,0	33,7	40,2	15,1
<b>Разность</b>	<b>1,60</b>	<b>0,66</b>	<b>-4,60</b>	<b>2,30</b>
Средние годы				
1954...1986 гг.	11,6	32,4	40,9	15,1
1996...2010 гг.	13,1	31,7	38,7	16,5
<b>Разница</b>	<b>1,50</b>	<b>-0,70</b>	<b>-2,20</b>	<b>1,40</b>
Маловодные и очень маловодные годы				
1954...1986 гг.	13,1	29,9	41,8	15,2
1996...2010 гг.	25,7	32,6	24,6	17,1
<b>Разница</b>	<b>12,6</b>	<b>2,70</b>	<b>-17,2</b>	<b>1,90</b>

В табл. 5 приведены характеристики внутригодового распределения квартального стока за периоды 1954...1986 гг. и 1996...2010 гг. Кроме этого, для различных групп водности приведена разность в % между стоком за период 1954...1986 гг. и за период 1996...2010 гг. Данные, приведенные в табл. 5, показывают, что в многоводные годы происходит увеличение стока в 1-ом, 2-ом и 4-ом кварталах, а уменьшение – в 3-ем квартале. В средние по водности годы происходит увеличение стока в 1-ом и 4-ом кварталах, а уменьшение стока во 2-ом и 3-ем. В маловодные годы сокращение стока определить практически невозможно, так как в этот период (1996...2010 гг.) наблюдался всего 1 маловодный год.

Проведенный анализ показал, что в течение 1996...2010 гг. происходило значительное сокращение, и регулирование стока в верхней части р. Иле на территории Китая, и его сокращение в сравнении с восстановленным естественным стоком.

**Анализ многолетней динамики в бассейне р. Ерчис.** Оценка влияния хозяйственной деятельности на внутригодовое распределение



стока может быть произведена путем использования данных стока р. Кара Ертис – с. Боран, расположенного на территории РК.

На рис. 5 приведена разностная интегральная кривая среднего годового стока р. Кара Ертис – с. Боран за период наблюдений 1956...2010 гг. Параметры этой кривой были определены за период с 1956 по 1995 гг.

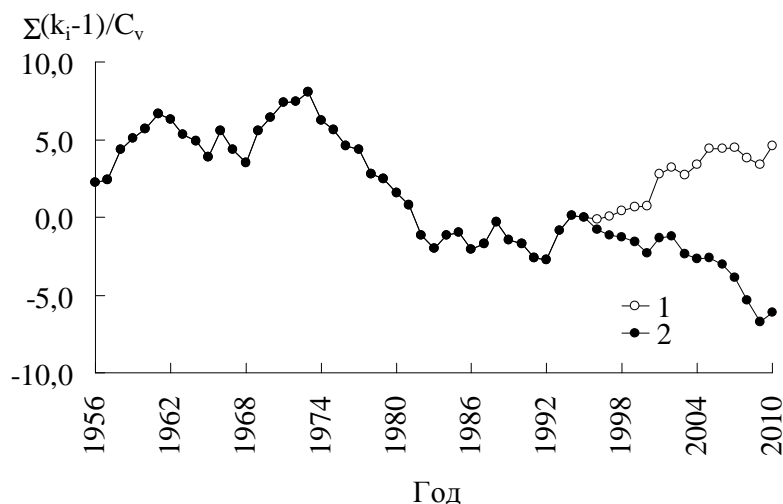


Рис. 5. Совмещенные разностно-интегральные кривые восстановленного естественного (1) и наблюдаемого (бытового) (2) стока р. Кара Ертис – с. Боран за 1956...2010 гг.

Восстановление естественного стока этой реки производилось в зависимости от стока р. Буршын – с. Чункулей, бассейн которой расположен на территории Китая и сток которой не нарушен влиянием хозяйственной деятельности [1]. Уравнение этой зависимости за период 1961...1990 гг. имеет следующий вид:

$$Q_{КЕБ} = 3,01 \cdot Q_{БЧ} - 112,$$

где  $Q_{КЕБ}$  – сток р. Кара Ертис – с. Боран, м<sup>3</sup>/с,  $Q_{БЧ}$  – сток р. Буршын – Чункулей, м<sup>3</sup>/с. Коэффициент корреляции  $r = 0,96$ .

Средний многолетний естественный (восстановленный) сток р. Кара Ертис – с. Боран за 1956...1995 гг. оказался равным 296 м<sup>3</sup>/с. Наблюдаемый (бытовой) сток за 1996...2010 гг. равен 265 м<sup>3</sup>/с, а восстановленный естественный сток за этот же период равен 327 м<sup>3</sup>/с, что на 62,0 м<sup>3</sup>/с или на 23,2 % выше наблюдаемого (бытового) стока. По сравнению со средней величиной стока за период 1956...1995 гг., естественный сток за этот период увеличился на 31,0 м<sup>3</sup>/с или 10,5 %, в основном, за счет увлажнения рассматриваемого бассейна в последние десятилетия.

В табл. 6 приведены значения среднего стока по группам водности за периоды, характеризующиеся различными условиями использования воды.

В 1956...1995 гг. использование стока было незначительное, а в 1996...2010 гг. оно было достаточно большим. В многоводные годы сток уменьшился на 75,0 м³/с или на 19,0 %, в средние по водности годы – на 48,0 м³/с или на 16,9 %, а в маловодные годы – на 16,0 м³/с или на 7,96 %. Для маловодных лет эту оценку можно считать приближенной, в связи с тем, что в рассматриваемом ряду (1996...2010 гг.), маловодный год был единственным.

Таблица 6

Сток р. Кара Ертис – с. Боран за различные периоды по группам водности

Водность	Сток за период, м³/с				Изменение годового стока	
	1956...1995 гг.		1996...2010 гг.		м³/с	%
	м³/с	число лет	м³/с	число лет		
Многоводные и очень многоводные годы	394	15	319	6	-75,0	-19,0
Средние годы	284	11	236	8	-48,0	-16,9
Маловодные и очень маловодные годы	201	14	185	1	-16,0	-7,96

Влияние использования стока в пункте р. Кара Ертис – с. Боран на его внутригодовое распределение оценено путем сопоставления его значений за отдельные кварталы в % от величины годового стока (табл.7).

Таблица 7

Внутригодовое распределение стока р. Кара Ертис – с. Боран в % за различные периоды по кварталам

Период	Речной сток по кварталам, %			
	1	2	3	4
Многоводные и очень многоводные годы				
1956...1995 гг.	4,28	50,1	37,6	8,05
1996...2010 гг.	5,94	62,0	23,8	8,25
<b>Разница</b>	<b>1,66</b>	<b>11,9</b>	<b>-13,8</b>	<b>0,20</b>
Средние годы				
1956...1995 гг.	5,38	54,3	31,5	8,81
1996...2010 гг.	7,51	54,2	26,9	11,4
<b>Разница</b>	<b>2,13</b>	<b>-0,10</b>	<b>-4,60</b>	<b>2,59</b>
Маловодные и очень маловодные годы				
1956...1995 гг.	6,86	51,5	31,3	10,3
1996...2010 гг.	8,04	54,9	25,2	11,9
<b>Разница</b>	<b>1,18</b>	<b>3,40</b>	<b>-6,10</b>	<b>1,60</b>

Данные, приведенные в табл. 7, показывают, что в многоводные годы происходит значительное увеличение стока во 2-ом квартале, а также значительное его уменьшение в 3-ем квартале. В средние по водности годы происходит увеличение в 1-ом и 4-ом кварталах, а во 2-ом и 3-ем кварталах его относительное уменьшение. Такие же изменения происходят и в маловодные годы, причем наибольшее относительное увеличение стока наблюдается в 1-ом квартале. В маловодные годы, также как и в многоводные годы, наблюдается уменьшение стока только в 3-ем квартале. Проведенный анализ показал, что в течение 1996...2010 гг. происходило значительное сокращение и регулирование стока р. Кара Ертис – с. Боран на территории Китая. Средний сток реки за 1996...2010 гг. понизился не только по сравнению с естественным (восстановленным) значением за тот же период, но и по сравнению со стоком за период 1956...1995 гг.

Рассмотрена динамика внутригодичного распределения стока, подверженного влиянию хозяйственной деятельности, на примере анализа в гидрометрическом створе ГЭС Усть-Каменогорская, расположенном ниже водохранилища Буктырминской ГЭС. Для определения внутригодичного распределения естественного стока р. Ертис в этом створе были использованы наблюдения за период с 1920...1959 гг., а для оценки его изменения под влиянием хозяйственной деятельности с 1960...1999 гг.

В табл. 8 приведены значения среднего стока по группам водности за периоды, характеризующиеся различными условиями использования воды.

Таблица 8

Сток р. Ертис – ГЭС Усть-Каменогорская за различные периоды по группам водности

Водность	Речной сток за период, м <sup>3</sup> /с				Изменение речного стока	
	1920...1959 гг.		1960...1999 гг.		м <sup>3</sup> /с	%
	м <sup>3</sup> /с	число лет	м <sup>3</sup> /с	число лет		
Многоводные и очень многоводные годы	781	14	612	10	-169	-21,6
Средние годы	609	16	557	12	-52,0	-8,54
Маловодные и очень маловодные годы	476	10	494	18	18,0	3,78
<b>Суммарный сток</b>	<b>25439</b>	<b>40</b>	<b>21707</b>	<b>40</b>	<b>-3732</b>	<b>-</b>
<b>Среднее за 40 лет</b>	<b>636</b>		<b>543</b>		<b>-93,0</b>	<b>-14,6</b>

В 1920...1959 гг. использование стока было незначительное, а в 1960...1999 гг. оно было довольно значительным. В многоводные годы сток уменьшился на 169 м<sup>3</sup>/с или на 21,6 %, в средние по водности годы – 88

на 52,0 м<sup>3</sup>/с или на 8,54 %, а в маловодные годы наоборот увеличился на 18,0 м<sup>3</sup>/с или на 3,78 %. Суммарное уменьшение годового стока при его использовании (1960...1999 гг.) по сравнению с естественными условиями (1920...1959 гг.) составило 3732 м<sup>3</sup>/с, а в среднем – 93,0 м<sup>3</sup>/с или 14,6 %.

Влияние использования стока в пункте р.Ертис – ГЭС Усть-Каменогорская на его внутригодовое распределение оценено путем сопоставления значений за отдельные кварталы от величины годового стока в % (табл. 9).

Таблица 9

Внутригодовое распределение стока р. Ертис – ГЭС Усть-Каменогорская в % за различные периоды по кварталам

Период	Речной сток по кварталам, %			
	1	2	3	4
Многоводные и очень многоводные годы				
1920...1959 гг.	9,10	44,1	30,6	16,2
1960...1999 гг.	20,3	28,7	25,7	25,2
<b>Разность</b>	<b>11,2</b>	<b>-15,4</b>	<b>-4,90</b>	<b>9,00</b>
Средние годы				
1920...1959 гг.	10,0	45,2	28,7	16,1
1960...1999 гг.	21,6	27,8	25,4	25,2
<b>Разница</b>	<b>11,7</b>	<b>-17,4</b>	<b>-3,30</b>	<b>9,10</b>
Маловодные и очень маловодные годы				
1920...1959 гг.	12,3	44,4	26,8	16,5
1960...1999 гг.	19,7	30,9	26,0	23,4
<b>Разница</b>	<b>7,40</b>	<b>-13,5</b>	<b>-0,80</b>	<b>6,90</b>

В табл. 9 показано, что в 1-ом квартале наблюдается увеличение стока: в многоводные и очень многоводные годы – на 11,2 %, в средние по водности, а также маловодные и очень маловодные годы – на 7,40 %. В 4-том квартале, также наблюдается увеличение стока: в многоводные и очень многоводные годы – на 9,00 %, в средние по водности – на 9,10 %, а в маловодные и очень маловодные годы, несколько меньше – на 6,90 %. Во 2-ом квартале за счет влияния хозяйственной деятельности наблюдается уменьшение стока: в многоводные и очень многоводные годы – на 15,4 %, в средние по водности – на 17,4 %, а в маловодные и очень маловодные годы несколько меньше – на 13,5 %. В 3-ем квартале наблюдается уменьшение стока в различные по водности годы от 0,80 до 4,09 %.

Проведенный анализ показал, что в условиях влияния хозяйственной деятельности на территории Китая и существовании Буктырминской ГЭС на территории Казахстана, в гидрометрическом створе р. Ертис –

ГЭС Усть-Каменогорская в различные по водности годы наблюдается увеличение стока 1-го и 4-го кварталов и его уменьшение во 2-ом и 3-ем.

Для оценки многолетней динамики внутригодового распределения стока на территории Китая использованы данные о стоке р. Буршын – с. Чункулей, не подверженной или почти не подверженной влиянию хозяйственной деятельности.

На рис. 6 приведена разностная интегральная кривая среднего годового стока р. Буршын – с. Чункулей за период наблюдений 1956...2010 гг. Параметры этой кривой были определены за период с 1956 по 1992 гг.

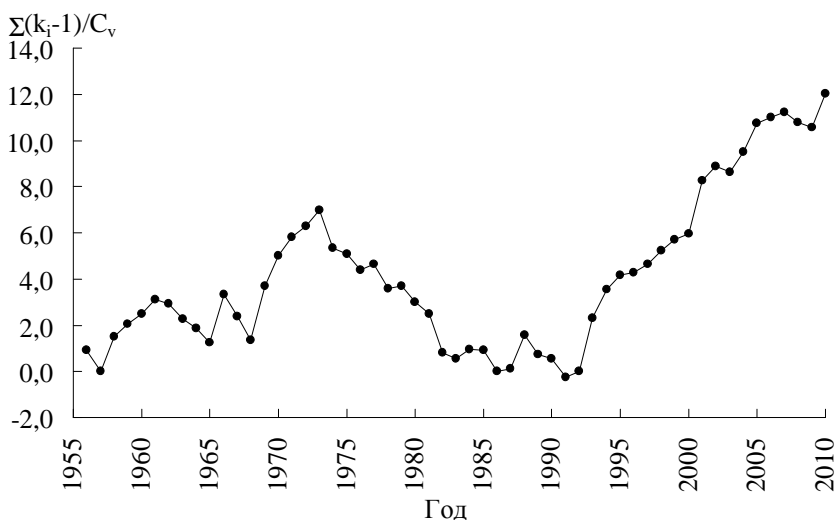


Рис. 6. Разностная интегральная кривая среднего годового стока р. Буршын – с. Чункулей за 1956...2010 гг.

Средний многолетний сток р. Буршын – с. Чункулей за период 1956...1992 гг. оказался равным  $132 \text{ м}^3/\text{с}$ , а за период с 1956...1995 гг., сток которого использовался для анализа внутригодового распределения стока, равен  $135 \text{ м}^3/\text{с}$ . Анализ разностно-интегральной кривой (рис. 6) показывает, что за период 1993...2010 гг. наблюдается устойчивая тенденция повышения стока этой реки, равное  $151 \text{ м}^3/\text{с}$ . За последние 18 лет сток реки повысился на  $19,0 \text{ м}^3/\text{с}$  или на  $14,4 \%$ .

Анализ различной водности за периоды 1956...1992 гг. и 1993...2010 гг. показывает увеличение процентного содержания многоводных и очень многоводных лет на  $29,9 \%$ , средних по водности лет на  $7 \%$ , а количества маловодных лет и очень маловодных, наоборот, уменьшилось на  $37,2 \%$  (табл. 10).

Влияние изменения климата на внутригодовое распределение стока было оценено путем сопоставления его за отдельные кварталы в % от величины годового стока (табл. 11).

Из данных, приведенных в табл. 11, видно, что в многоводные и очень многоводные годы происходит значительное увеличение стока во 2-ом, 1-ом и 4-ом кварталах, а также значительное его уменьшение в 3-ем квартале. Аналогичные изменения происходят в средние по водности годы. Такие же изменения происходят в маловодные и очень маловодные годы, причем наибольшее относительное увеличение стока наблюдается в 1-ом квартале.

Таблица 10  
Сток р. Буршын – с. Чункулей за различные периоды по группам водности

Водность	Речной сток за периоды, %				Изменение числа лет по водности, %
	1956...1992 гг.		1993...2010 гг.		
	число лет	%	число лет	%	
Многоводные и очень многоводные	9	25,7	10	55,6	29,9
Средние	11	31,4	7	38,9	7,50
Маловодные и очень маловодные	15	42,8	1	5,60	-37,2

Таблица 11  
Внутригодовое распределение стока р. Буршын – с. Чункулей за различные периоды по кварталам, %

Период	Речной сток по кварталам, %			
	1	2	3	4
Многоводные и очень многоводные годы				
1956...1992 гг.	3,24	48,1	41,5	7,07
1993...2010 гг.	4,35	52,7	34,9	7,91
<b>Разность</b>	<b>1,11</b>	<b>4,60</b>	<b>-6,54</b>	<b>0,84</b>
Средние годы				
1956...1992 гг.	4,03	47,6	39,7	8,50
1993...2010 гг.	5,52	50,6	34,9	8,91
<b>Разность</b>	<b>1,49</b>	<b>2,96</b>	<b>-4,87</b>	<b>0,41</b>
Маловодные и очень маловодные годы				
1956...1992 гг.	4,77	48,5	37,7	8,96
1993...2010 гг.	6,20	49,4	35,0	9,34
<b>Разность</b>	<b>1,43</b>	<b>0,90</b>	<b>-2,66</b>	<b>0,37</b>

Таким образом, современное изменение климата (1993...2010 гг.) привело к относительному увеличению стока 1-го, 2-го и 4-го кварталов и уменьшению стока 3-го квартала.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голубцов В. В., Азнабакиева М.М. Изменение среднегодового стока в бассейне реки Иртыш (Ертис) в пределах территории Китая // Гидрометеорология и экология. – 2014. – № 3. – С. 114-119.
2. Шиварёва С.П., Галаева А.В. Анализ изменения стока в бассейне р. Или в пределах Казахстана и Китая в связи с климатическими изменениями // Гидрометеорология и экология. – 2014. – №1. – С. 68-80.

Поступила 27.05.2015

Техн. ғылымд. канд.    С.П. Шиварева  
   А.В. Галаева  
   М.М. Азнабакиева  
   А.А. Кишкимбаева

### **КЛИМАТТЫҚ ӨЗГЕРІСТЕРМЕН БАЙЛАНЫСТЫ ҚАЗАҚСТАН ЖӘНЕ ҚЫТАЙ ЖЕРІНДЕ ІЛЕ ЖӘНЕ ЕРТІС ӨЗЕНДЕРДІҢ ЖЫЛ ІШІНДЕ ӨЗЕН АҒЫНДЫНЫҢ ҮЛЕСТІРУІН КӨП ЖЫЛДЫҚ СЕРПІНДІ ТАЛДАУ**

*Климаттық өзгерістермен байланысты ҚХР және ҚР жерінде өзендерді ағындының жыл ішінде үлестіруі бағалауды келтіреді: Үлкен Алматы, Іле – Қапшағай шатқалы, Іле – Ямату ауылы, Қара Ертис – Боран ауылы, Буршын – Чункулей ауылы.*