

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.

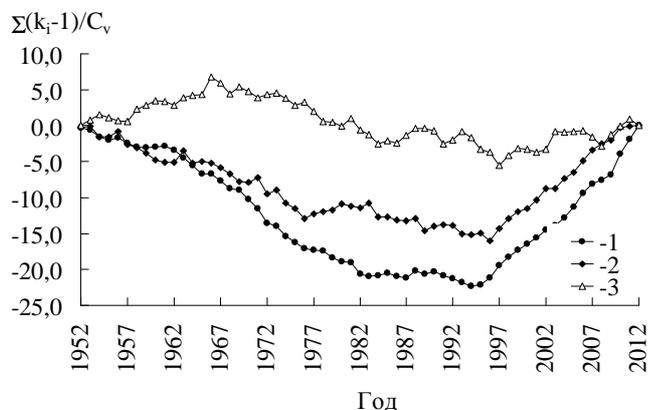


Рис. 1. Совмещенные разностные интегральные кривые среднего годового стока (1), температуры воздуха (2) и осадков (3) р. Улькен Алматы – 2 км выше оз. Улькен Алматы, 1952...2012 гг.

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 м³/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 м³/с. За последние 26 лет сток реки повысился на 0,51 м³/с или на 32,6 %.

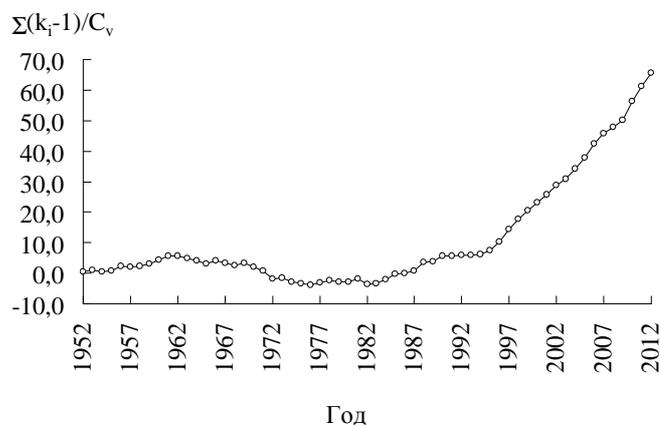


Рис. 2. Разностная интегральная кривая среднего годового стока р. Улькен Алматы – п. 2 км выше оз. Улькен Алматы за 1952...2012 гг.

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
Разница	-0,82	1,30	0,60	-1,10
Средние годы				
1952...1986 гг.	8,96	21,5	53,4	16,1
1987...2012 гг.	7,73	22,5	54,0	15,8
Разница	-1,23	1,00	0,60	-0,36
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
Разница	0,00	0,00	0,00	0,00

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 м³/с или на 11,8 %. В средние по водности годы – на 78,0 м³/с или на 17,0 %, а в маловодные и очень маловодные годы – на 39,0 м³/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 м³/с, а в среднем – 20,8 м³/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 ³ /с				Изменение годового стока	
	1930...1969 гг.		1973...2012 гг.		м ³ /с	%
	м ³ /с	число лет	м ³ /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
Суммарный сток	18743	40	17912	40	-831	-
Среднее за 40 лет	469		448		-20,8	-4,43

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
Разница	7,10	-3,30	-9,90	6,00
Средние годы				
1930...1969 гг.	13,5	29,2	41,5	15,8
1973...2012 гг.	19,9	30,0	28,2	21,8
Разница	6,40	0,80	-13,3	6,00
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
Разница	6,40	1,90	-11,2	2,80

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 существовании 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.

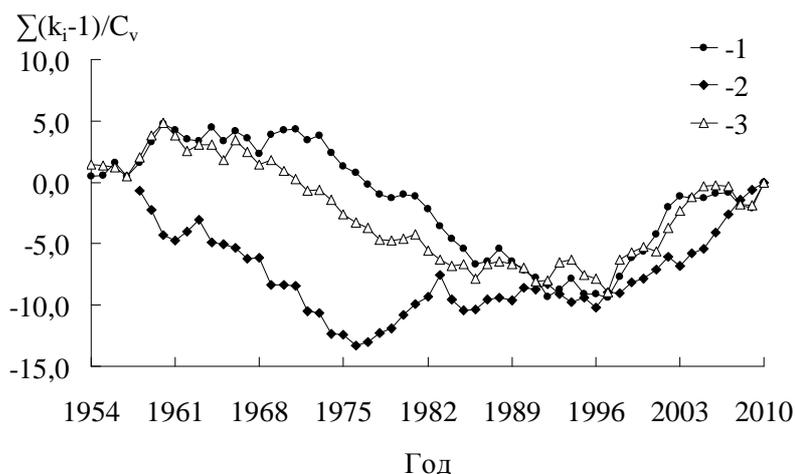


Рис. 3. Совмещенные разностные интегральные кривые стока (1), температуры воздуха (2) и осадков (3) р. Иле – с. Ямату, 1954...2010 гг.

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.

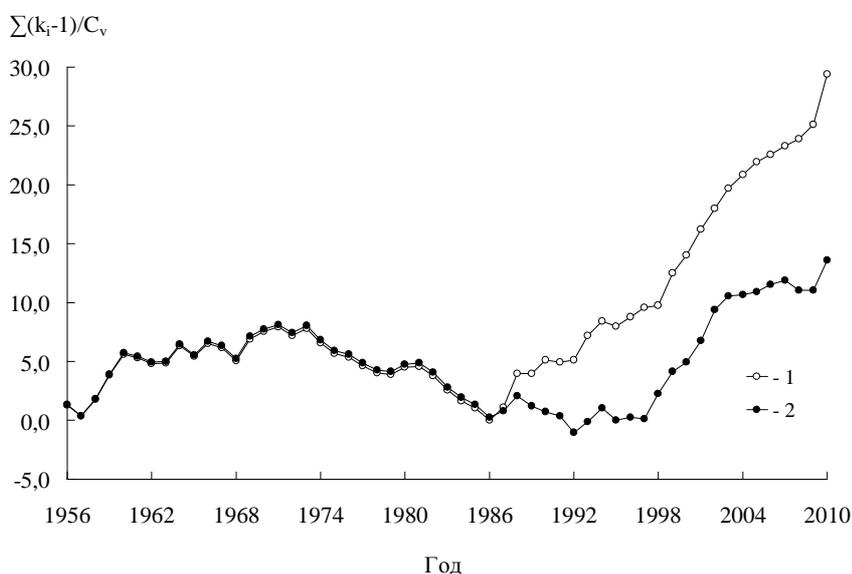


Рис. 4. Совмещенные разностно-интегральные кривые восстановленного естественного (1) и наблюдаемого (бытового) (2) стока р. Иле – с. Ямату за 1956...2010 гг.

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 м³/с. Наблюдаемый (бытовой) сток за 1996...2010 гг. оказался равным 417 м³/с, а восстановленный естественный сток за этот же период равен 452 м³/с, что на 35,0 м³/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
Разность	1,60	0,66	-4,60	2,30
Средние годы				
1954...1986 гг.	11,6	32,4	40,9	15,1
1996...2010 гг.	13,1	31,7	38,7	16,5
Разница	1,50	-0,70	-2,20	1,40
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
Разница	12,6	2,70	-17,2	1,90

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.

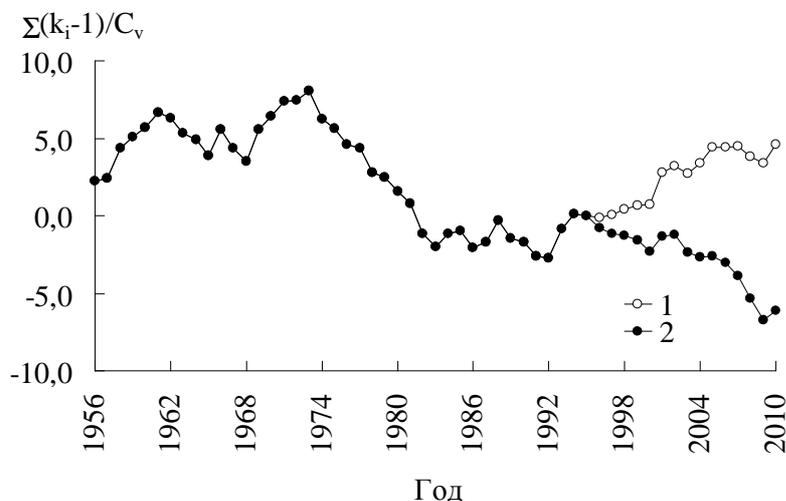


Рис. 5. Совмещенные разностно-интегральные кривые восстановленного естественного (1) и наблюдаемого (бытового) (2) стока р. Кара Ертис – с. Боран за 1956...2010 гг.

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, м³/с, $Q_{БЧ}$ – сток р. Буршын – Чункулей, м³/с. Коэффициент корреляции $r = 0,96$.

Средний многолетний естественный (восстановленный) сток р. Кара Ертис – с. Боран за 1956...1995 гг. оказался равным 296 м³/с. Наблюдаемый (бытовой) сток за 1996...2010 гг. равен 265 м³/с, а восстановленный естественный сток за этот же период равен 327 м³/с, что на 62,0 м³/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 м³/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, м ³ /с				Изменение годового стока	
	1956...1995 гг.		1996...2010 гг.		м ³ /с	%
	м ³ /с	число лет	м ³ /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
Разница	1,66	11,9	-13,8	0,20
Средние годы				
1956...1995 гг.	5,38	54,3	31,5	8,81
1996...2010 гг.	7,51	54,2	26,9	11,4
Разница	2,13	-0,10	-4,60	2,59
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
Разница	1,18	3,40	-6,10	1,60

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 внутригодового распределения стока, подверженного влиянию хозяйственной деятельности, на примере анализа в гидрометрическом створе ГЭС Усть-Каменогорская, расположенном ниже водохранилища Буктырминской ГЭС. Для определения внутригодового 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 ³ /с				Изменение речного стока	
	1920...1959 гг.		1960...1999 гг.		м ³ /с	%
	м ³ /с	число лет	м ³ /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
Суммарный сток	25439	40	21707	40	-3732	-
Среднее за 40 лет	636		543		-93,0	-14,6

В 1920...1959 гг. использование стока было незначительное, а в 1960...1999 гг. оно было довольно значительным. В многоводные годы сток уменьшился на 169 м³/с или на 21,6 %, в средние по водности годы –

на 52,0 м³/с или на 8,54 %, а в маловодные годы наоборот увеличился на 18,0 м³/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 м³/с, а в среднем – 93,0 м³/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
Разность	11,2	-15,4	-4,90	9,00
Средние годы				
1920...1959 гг.	10,0	45,2	28,7	16,1
1960...1999 гг.	21,6	27,8	25,4	25,2
Разница	11,7	-17,4	-3,30	9,10
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
Разница	7,40	-13,5	-0,80	6,90

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.

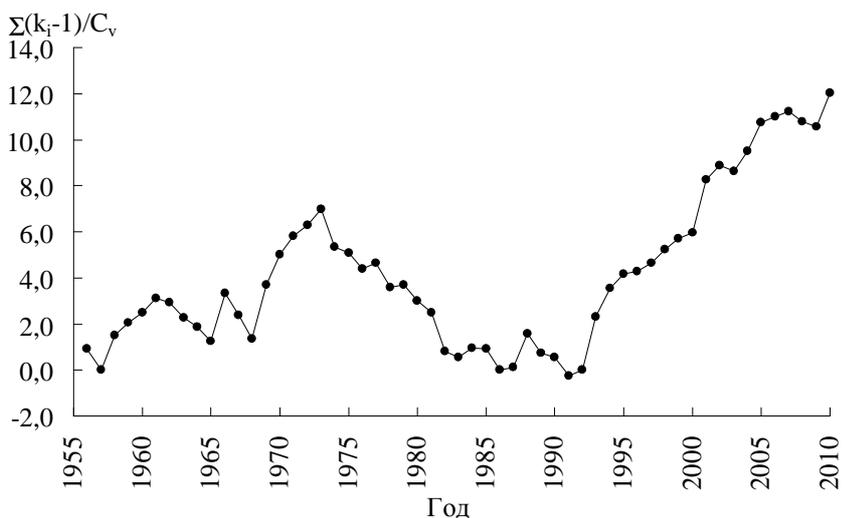


Рис. 6. Разностная интегральная кривая среднего годового стока р. Буршын – с. Чункулей за 1956...2010 гг.

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
Разность	1,11	4,60	-6,54	0,84
Средние годы				
1956...1992 гг.	4,03	47,6	39,7	8,50
1993...2010 гг.	5,52	50,6	34,9	8,91
Разность	1,49	2,96	-4,87	0,41
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
Разность	1,43	0,90	-2,66	0,37

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.