

УДК 556.16(282.2)(574)

**ИЗМЕНЕНИЕ СТОКА РЕКИ ИЛИ НА УЧАСТКЕ ОТ ГИДРОМЕТРИЧЕСКОГО СТВОРА
164 КМ ВЫШЕ КАПШАГАЙСКОЙ ГЭС ДО УРОЧИША КАПШАГАЙ**

А.В. Галаева

Рассматривается боковой приток в р. Или, а с 1970 г. и в Капшагайское водохранилище на участке от гидрометрического створа 164 км выше Капшагайской ГЭС до ур. Капшагай за счет деградации оледенения и увеличения атмосферных осадков.

Ключевые слова: сток; деградация оледенения; Капшагайское водохранилище; боковой приток.

**CHANGES IN RUNOFF OF THE ILI RIVER IN THE AREA FROM HYDROMETRIC POST
164 KM ABOVE THE KAPSHAGAY HYDROELECTRIC POWER PLANT
TO THE TRACT KAPSHAGAY**

A. V. Galaeva

It considers the lateral inflow into the river Ili, and from 1970 to Kapshagay Reservoir, in the area from the hydrometric post 164 km above Kapshagay hydroelectric power plant to the tract Kapshagay, due to glaciers degradation and increased precipitation.

Key words: runoff; glacier degradation; Kapshagay Reservoir; lateral inflow.

Для определения изменения стока р. Или от гидрометрического створа 164 км выше Капшагайской ГЭС до ур. Капшагай необходимо оценить приток речных вод на этом участке.

Зависимость стока р. Или у ур. Капшагай от стока в гидростворе 164 км выше Капшагайской ГЭС за 1936–1940, 1949–1963, 1965–1969 гг. имеет следующий вид:

$$Q_{И-К} = 1,03 * Q_{И-164} + 15,3, \quad (1)$$

где $Q_{И-К}$ – среднегодовой сток р. Или в гидрометрическом створе ур. Капшагай, м³/с; $Q_{И-164}$ – среднегодовой сток р. Или в гидрометрическом створе 164 км выше Капшагайской ГЭС, м³/с. Коэффициент корреляции этой зависимости равен $0,94 \pm 0,02$. Средняя многолетняя величина годового стока за рассматриваемые годы в гидрометрическом створе р. Или – 164 км выше Капшагайской ГЭС оказалась равной 441 м³/с, а у ур. Капшагай – 470 м³/с. Разница стока на рассматриваемом участке составила 29,0 м³/с или 915 млн м³.

Результаты моделирования стока в устьях рек, впадающих в Капшагайское водохранилище, впервые были рассмотрены в работе [1]. Оценка бокового притока в р. Или и Капшагайское водохранилище была произведена в работе [2]. Был рассчитан сток рек Шилик, Есик, Каскелен, Киши

Алматы, Кутентай и др. в их устьевых участках, и суммарный боковой приток в р. Или, а с 1970 г. и в водохранилище Капшагайской ГЭС. В работе [3] сведения о боковом притоке приведены за 1942–1997 гг.

Для восстановления стока за 1998–2011 гг. автором использована зависимость, построенная за 1965–1966, 1968–1970, 1972, 1974–1977, 1979–1982 гг.:

$$Q_{Б.П.} = 3,14 * Q_{СУММЗ} - 101, \quad (2)$$

где $Q_{Б.П.}$ – суммарный боковой приток к Капшагайскому водохранилищу, м³/с; $Q_{СУММЗ}$ – суммарный сток рек Шилик – с. Малыбай, Есик – г. Есик, Каскелен – г. Каскелен, м³/с. Коэффициент корреляции этой зависимости равен $0,91 \pm 0,03$. В результате использования уравнения (2) был восстановлен суммарный боковой приток в Капшагайское водохранилище за 1998–2011 гг.

На рисунке 1 приведена разностная интегральная кривая бокового притока в р. Или и Капшагайское водохранилище за 1954–2011 гг. В качестве параметров для построения этой кривой использованы следующие статистические характеристики: средний сток за период 1954–1986 гг., равный 31,2 м³/с или 985 млн м³, коэффициент вариации, равный 0,38.

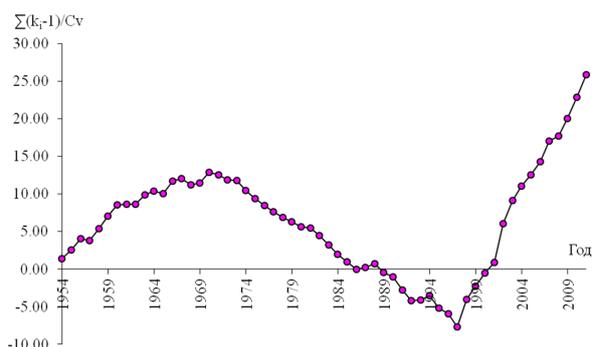


Рисунок 1 – Разностная интегральная кривая бокового притока воды в Капшагайское водохранилище

На рисунке видно что, начиная с 1987 г. боковой приток к Капшагайскому водохранилищу повысился за счет деградации горного оледенения и увеличения атмосферных осадков в рассматриваемом бассейне. За период 1987–2011 гг. он составил 43,3 м³/с (1367 млн м³), т. е. на 12,1 м³/с (391 млн м³), или на 39,7 % больше по сравнению с его средним значением за 1954–1986 гг.

Следует отметить, что бытовой сток р. Или в гидрометрическом створе 164 км выше Капшагайской ГЭС, вместе с боковым притоком, представляет собой бытовой сток р. Или – ур. Капшагай без водохранилища Капшагайской ГЭС.

Для определения изменения стока р. Или было необходимо восстановить его естественные значения в створе ур. Капшагай. Для восстановления естественного стока р. Или в рассматриваемом створе, в первую очередь, была использована его зависимость от естественного восстановленного стока р. Иле в створе 164 км выше Капшагайской ГЭС

с помощью уравнения (1). Кроме этого, для определения естественного стока р. Или – ур. Капшагай за 1970–2011 гг. была использована зависимость его величины от суммы 5-ти рек бассейна озера Балкаш – Шилик – с. Малыбай, Шарын – ур. Сарытогай, Каратал – с. Каратальское, Коксу – с. Кукреу, Тентек – с. Тункуруз. Для построения этой зависимости использовались данные наблюдений за 1932–1969 гг.

$$Q_{И.К.ест.} = 2,36 * Q_{сумм5} + 60,3, \quad (3)$$

где $Q_{И.К.ест.}$ – естественный восстановленный сток р. Или – ур. Капшагай, м³/с; $Q_{сумм5}$ – суммарный сток рек Шилик – с. Малыбай, Шарын – ур. Сарытогай, Каратал – с. Каратальское, Коксу – с. Кукреу, Тентек – с. Тункуруз, м³/с. Коэффициент корреляции этой зависимости равен $0,91 \pm 0,02$. Результаты восстановления естественного стока р. Или – ур. Капшагай незначительно отличались друг от друга. С целью увязки естественного стока р. Или в различных гидрометрических створах и восстановления естественного стока р. Или – ур. Капшагай было принято по первому варианту.

В таблице 1 приведены значения изменения стока р. Или и притока воды в Капшагайское водохранилище за 1970–2011 гг.

В графах 2, 3 и 4 приведены значения притока воды по р. Или, бокового притока и суммарного притока в Капшагайское водохранилище. Без Капшагайского водохранилища последняя величина представляет собой бытовой сток р. Или в ур. Капшагай. В графах 5 и 6 приведены значения восстановленного естественного и наблюдаемого стока р. Или в гидрометрическом створе ур. Капшагай. В графе 7 приведена разность общего бытового притока воды в водохранилище Капшагайской ГЭС и восстановленного естественного стока. В графе 8 приведена разность сброса воды из Капшагайского водохранилища и общего бытового

Таблица 1 – Изменение стока р. Или и притока воды в Капшагайское водохранилище по периодам

Периоды, гг.	Сток р. Или – 164 км выше Капшагайской ГЭС, м³/с	Суммарный боковой приток в Капшагайское вдхр., м³/с	Общий приток в Капшагайское вдхр.	Сток р.Или – уроч. Капшагай восст. ест.	Бытовой сток р. Или – уроч. Капшагай (сброс из Капшагайского вдхр.)	Разница между общим притоком в Капшагайское вдхр. и восст. ест. стоком р. Или – уроч. Капшагай	Разница между сбросом воды из Капшагайского вдхр. и общим притоком в Капшагайское вдхр.	Сумма разниц (7 столбец+8 столбец)
1970–1986	426	23.3	449	454	366	-4.79	-83.2	-87.9
1987–2011	523	40.7	564	594	488	-30.0	-75.6	-106
1970–2011	484	33.7	518	537	439	-19.8	-78.7	-98.5

притока к нему. В графе 9 показана разность сброса воды из Капшагайского водохранилища в его нижний бьеф и естественного стока р. Или.

На рисунке 2 приведены совмещенные интегральные кривые естественного стока р. Или в гидрометрическом створе ур. Капшагай без влияния водохранилища Капшагайской ГЭС и наблюдаемого (бытового) стока этой реки. При построении этих кривых, сток за период 1932–1969 гг. принимался одинаковым для всех трех кривых, и был равен наблюдаемому естественному стоку р. Или в рассматриваемом створе. С 1970 по 2011 г. при построении кривых были использованы восстановленные значения естественного стока реки и ее бытового стока, без учета влияния водохранилища Капшагайской ГЭС, а также значения бытового стока, измеренного ниже рассматриваемого водохранилища. Для всех кривых параметры годового стока определялись за период 1932–1986 гг. среднегодовой сток принимался равным $463 \text{ м}^3/\text{с}$ или 14612 млн м^3 , а коэффициент вариации (C_v) был равен $0,16$.

На рисунке видно, что начиная с 1987 г. естественный сток реки увеличился. По данным, приведенным в таблице 1, его средняя величина за период 1987–2011 гг. составила $594 \text{ м}^3/\text{с}$ или 18747 млн м^3 , что на $131 \text{ м}^3/\text{с}$ или на 4135 млн м^3 , т. е. на $28,3 \%$ больше его средней величины за 1932–1986 гг.

Бытовой сток р. Или, который начиная с 1970 г. является притоком в водохранилище Капшагайской ГЭС, с 1987 г. также увеличился и составил $564 \text{ м}^3/\text{с}$ или 17800 млн м^3 , что на $101 \text{ м}^3/\text{с}$ или на 3188 млн м^3 , т. е. на $21,8 \%$ больше его средней величины за 1932–1986 гг.

Таким образом, сокращение речного стока за счет водопотребления в КНР и частично на территории РК составляет $30,0 \text{ м}^3/\text{с}$ или 947 млн м^3 , что на $5,1 \%$ меньше естественного стока этой реки.

Бытовой сток р. Или, измеряемый в нижнем бьефе плотины Капшагайской ГЭС, начал уменьшаться, начиная с 1970 г. Данные таблицы 1 показывают, что сток в среднем за 1970–1986 гг. составил $366 \text{ м}^3/\text{с}$ или 11551 млн м^3 в год, что на $88,0 \text{ м}^3/\text{с}$ или на 15401 млн м^3 , т. е. на $19,4 \%$ меньше, чем его естественная величина за этот же период; а по сравнению с бытовым стоком (суммарным притоком воды в водохранилище) он оказался ниже на $133 \text{ м}^3/\text{с}$ или 4197 млн м^3 .

Бытовой сток р. Или, измеряемый в нижнем бьефе плотины Капшагайской ГЭС в среднем за 1987–2011 гг. составил $488 \text{ м}^3/\text{с}$ или 11551 млн м^3 в год, что на $106 \text{ м}^3/\text{с}$ или на 3345 млн м^3 , т. е. на $17,8 \%$ меньше, чем его естественная величина за этот же период; а по сравнению с бытовым стоком (суммарным притоком воды в водохранилище) он оказался ниже на $76 \text{ м}^3/\text{с}$ или 2399 млн м^3 .



Рисунок 2 – Разностные интегральные совмещенные кривые естественного стока р. Или без влияния водохранилища Капшагайской ГЭС и наблюдаемого (бытового) стока этой реки за 1932–2011 гг.

В конце этого периода наблюдалось некоторое сокращение уменьшения бытового стока по сравнению с естественным и бытовым стоком (суммарным притоком воды в водохранилище).

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что за последние два десятилетия естественный сток р. Или в гидрометрическом створе ур. Капшагай увеличился на 28% по сравнению с его значением за 1932–1986 гг. Исследование изменения стока в бассейнах рек северного склона Джунгарского Алатау показали, что указанное изменение обусловлено увеличением поступления воды в последние десятилетия (1987–2011 гг.) за счет деградации горного оледенения и увеличения количества атмосферных осадков [3]. В последнее десятилетие наблюдалось также сокращение стока, обусловленное, в основном, водопотреблением в бассейне р. Или на территории КНР. Установлено, что наиболее значительное сокращение стока в гидрометрическом створе ур. Капшагай за счет испарения, инфильтрации и водопотребления в пределах водохранилища Капшагайской ГЭС.

Литература

1. Достаев Ж.К. Трансформация стока рек северного склона Заилийского Алатау: дис... канд. геогр. наук / Ж.К. Достаев. Алма-Ата, 1990. 189 с.
2. Скоцеляс И.И. Боковой приток речных вод в Капшагайское водохранилище / И.И. Скоцеляс, В.И. Ли, В.П. Попова, С.А. Ерисковский // Гидрометеорология и экология. 1985. Вып. 3–4. С. 69–79.
3. Голубцов В.В. Поступление воды в реку Каратал за счет деградации горного оледенения / В.В. Голубцов, А.В. Линейцева // Гидрометеорология и экология. 2010. Вып. 4. С. 101–107.