

УДК 556.048

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ СТОКА ПО ДЛИНЕ РЕКИ СЫРДАРЬЯ В ПРЕДЕЛАХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Канд. геогр. наук В.П. Попова
А.Н. Мусенова

Определены потери стока по участкам и по длине р. Сырдарья, проведен анализ изменения стока реки от нижнего бьефа Шардаринского водохранилища до с. Каратерень (впадения в Малый Арал) в периоды с различным уровнем хозяйственной деятельности. Приведено внутригодовое распределение стока р. Сырдарья для разных периодов и лет различной водности.

Основной источник питания Малого Арала – трансграничная река Сырдарья. Её бассейн расположен на территории 4-х государств: Кыргызстана, Узбекистана, Таджикистана и Казахстана. Водные ресурсы р. Сырдарьи формируются, в основном, за пределами Казахстана: свыше 74 % приходится на Кыргызстан (р. Нарын); около 14 % – на Узбекистан, около 3 % – на Таджикистан, на долю Казахстана приходится 9 % (реки Арысь и Келес). Верховья р. Сырдарья зарегулированы каскадом водохранилищ многолетнего и сезонного регулирования: Токтогульское, Андижанское, Чарвакское, Кайракумское и Шардаринское, общим объемом 32 км³ в год [4].

Гидрологические наблюдения на р. Сырдарье (на территории Казахстана) начали проводиться с 1912 г. в г. Казалинске, а с 1914 г. на ж.-д. ст. Тюмень-Арык. Начиная с 1947 года, количество гидрологических постов увеличилось, наблюдения за стоком реки стали практически непрерывными. Наибольшее количество гидрологических постов (более 20) было в 40...50 гг. прошлого столетия. Затем в 90-е годы количество пунктов наблюдений сократилось. В последние годы сеть гидрологических наблюдений на р. Сырдарье восстанавливается, и по данным РГП «Казгидромет» на 01.01.2009 г., наблюдения проводятся на 11 гидропостах, включая притоки (табл. 1).

Сток в Шардаринское водохранилище складывается из стока рек Сырдарья – выше устья р. Келес и р. Келес – устье. В результате проведенного анализа с помощью двойных и разностных интегральных кривых, имеющийся ряд наблюдений за стоком был разбит на два периода: условно-естественный с 1910 по 1970 гг. и период устойчивого водопотребле-

ния с 1976 по 2008 гг. С 1971 г. по 1975 г. наблюдался период с неустойчивым водопотреблением. Выполненные расчеты показали, что в период естественных условий приток в Шардаринское водохранилище составил 22,9 км³/год, а в период устойчивого водопотребления эта величина равна 15,8 км³/год. Таким образом, уменьшение притока за эти два периода составило 7,14 км³/год.

Таблица 1

Сведения о гидрологических постах на р. Сырдарье, находящихся в ведении РГП «Казгидромет»

Пост	Расстояние от устья, км	Период действия	
		открыт	закрит
нижний бьеф Шардаринского вдхр.	1633	25.08.1959	действует
уч. Коктюбе	1281	12.08.1974	действует
ж.-д. ст. Тюмень-Арык	996	25.10.1913 (09.07.1926)	действует
раз. Кергельмес	804	30.12.1961	действует
пгт. Тасбугет	-	11.1980	действует
ж.-д. ст. Караозек (Кара-Узьяк)	684	03.11.1913	действует
пгт. Джусалы (Кармакчи), в 0,3 км ниже устья протоки Караозека	494	15.02.1961 (01.10.2008)	01.03.1998
г. Казалинск	181	28.06.1911	действует
с. Каратерень	-	01.01.1993	действует
прот. Караозек – ж.-д. ст. Караозек	187	03.11.1913 (24.05.1923)	действует
прот. Караозек – пгт Джусалы	0,8	31.10.1913 (01.10.2008)	01.03.1998

В процессе выполнения данной работы пропуски в наблюдениях за годовым стоком были восстановлены. Для этого использовались уравнения зависимости годового стока восстанавливаемых рек с реками-аналогами по уравнениям регрессии, а также использованы зависимости среднегодового стока со стоком за отдельные месяцы. В качестве аналогов использованы наблюдения на выше расположенных створах. В ходе выполнения работы восстановлены среднегодовые значения расходов воды и рассчитаны статистические характеристики р. Сырдарьи для 11 гидрологических постов за период с 1910 по 2008 гг. (табл. 2).

Для анализа изменений стока по длине реки были использованы данные о годовом стоке р. Сырдарьи по различным гидрологическим постам, расположенным в пределах Республики Казахстан [1, 2].

Таблица 2

Статистические характеристики стока р. Сырдарьи в различных створах

Река - пункт	Характеристики стока			
	Норма, м ³ /с	C _v	C _s /C _v	C _s
нижний бьеф Шардаринского вдхр.	440	0,40	2,75	1,10
уч. Коктюбе	419	0,40	1,90	0,76
ж.-д. ст. Тюмень-Арык	365	0,50	1,80	0,90
раз. Кергельмес	323	0,52	2,50	1,30
пгт Тасбугет	229	0,63	1,90	1,20
ж.-д. ст. Караозек	193	0,65	2,00	1,30
прот. Караозека, ж.-д. ст. Караозек	33	0,68	1,90	1,29
г. Казалинск	141	0,85	1,90	1,62
с. Каратерень	129	0,81	2,50	2,03
пгт Джусалы	168	0,68	2,00	1,36
прот. Караозека – пгт Джусалы	185	0,47	2,00	0,94

Изменения годовых величин бытового стока р. Сырдарьи от нижнего бьефа Шардаринского вдхр. до г. Казалинска за годы с различной водностью показаны на рис. 1. Как видим, в различные годы потери стока по длине реки уменьшались. В 1969 г., когда наблюдалась максимальная водность, потери стока, составили 363 м³/с. При этом наиболее резкое уменьшение годового стока отмечалось на участке от ж.-д.ст. Тюмень-Арык до с. Джусалы, а наименьшее – от с. Джусалы до г. Казалинска. Резкое снижение стока на участке от ж.-д.ст. Тюмень-Арык до с. Джусалы в значительной мере обусловлено водозаборами на орошение и естественными потерями стока из русла и поймы, которые здесь больше, чем на других участках р. Сырдарьи.

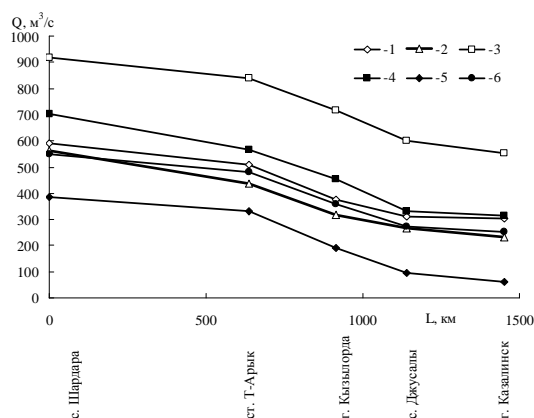


Рис. 1. Изменение стока р. Сырдарьи по её длине. 1 – 1966 г.; 2 – 1968 г.; 3 – 1969 г.; 4 – 2005 г.; 5 – 2001 г.; 6 – 2007 г.

Для определения потерь стока по длине р. Сырдарьи ниже нижнего бьефа Шардаринского вдхр. до впадения в Северное Аральское море было выделено 3 участка:

- от нижнего бьефа Шардаринского вдхр. до ж.-д. ст. Тюмень-Арык;
- от ж.-д. ст. Тюмень-Арык до г. Казалинска;
- от г. Казалинска до с. Каратерень.

А также 2 участка от верхнего створа до устья:

- от нижнего бьефа Шардаринского вдхр. до г. Казалинска;
- от нижнего бьефа Шардаринского вдхр. до с. Каратерень.

Потери стока рассчитывались для трех периодов:

- условно-естественный (1959...1970 гг.);
- устойчивого водопотребления – ирригационный режим работы Токтогульской ГЭС (1976...1992 гг.);
- устойчивого водопотребления – энергетический режим работы Токтогульской ГЭС (1993...2008 гг.).

Разделение устойчивого водопотребления на два периода связано с тем, что, начиная с 1993 г., режим работы Токтогульского водохранилища изменился. Ранее оно работало в ирригационном режиме. Сбросы из него проводились, в основном, в осенне-летний период и составляли около 75 % от общего стока [1]. В середине 90-х годов прошлого столетия режим попусков воды водохранилища резко изменился. В последние десятилетия для выработки необходимой для Кыргызстана электроэнергии основные попуски воды осуществлялись в зимние месяцы, в течение которых сбрасывается около 60 % общего объема стока [6]. В результате внутригодовое распределение стока практически по всей длине р. Сырдарьи резко изменилось. Вместо относительно низкого зимнего стока проходят значительные зимние паводки. На рис. 2 представлено внутригодовое распределение стока р. Сырдарьи – уч. Коктюбе за годы с различной водностью. Вне зависимости от водности года, внутригодовое распределение стока изменилось. Максимальные расходы наблюдаются в первом квартале по всем гидрологическим постам р. Сырдарьи.

За период с 1959 по 2008 гг. потери стока рассчитывались по участкам реки в расходах воды и в процентном отношении от величины стока в верхнем створе. Результаты расчетов приведены на рис. 3. Потери стока различны как по годам, так и по участкам. Так в 1969 г. на участке от нижнего бьефа Шардаринского вдхр. до с. Каратерень потери составили $500 \text{ м}^3/\text{с}$.

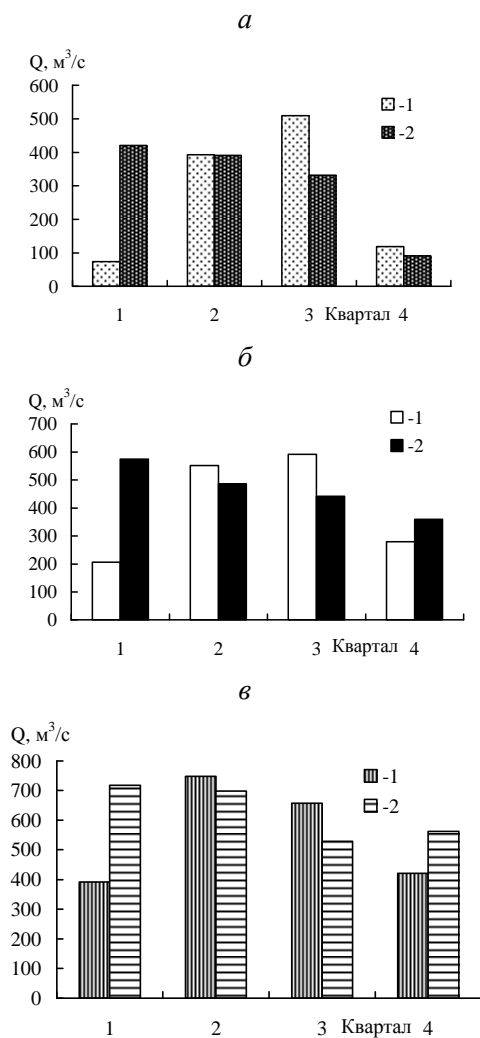


Рис. 2. Внутригодовое распределение стока р. Сырдарья - уч. Коктюбе. а – в маловодные годы, 1 – 1978 г., 2 – 2008 г.; б – в средние по водности годы, 1 – 1990 г., 2 – 2006 г.; в – в многоводные годы, 1 – 1988 г., 2 – 2004 г.

В табл. 3 приведены результаты осреднения потерь стока по периодам. Практически на всех участках реки наблюдалось увеличение потерь стока за различные периоды. Максимальные потери на всех участках приходятся на период 1993...2008 гг., когда режим работы Токтогульской ГЭС с ирригационного изменился на энергетический. Однако, в процентном отношении максимальные потери стока на всех участках отмечались с 1976...1993 гг. Это связано с тем, что в этот период на реке было сравнительно небольшое поступление воды к верхнему створу.

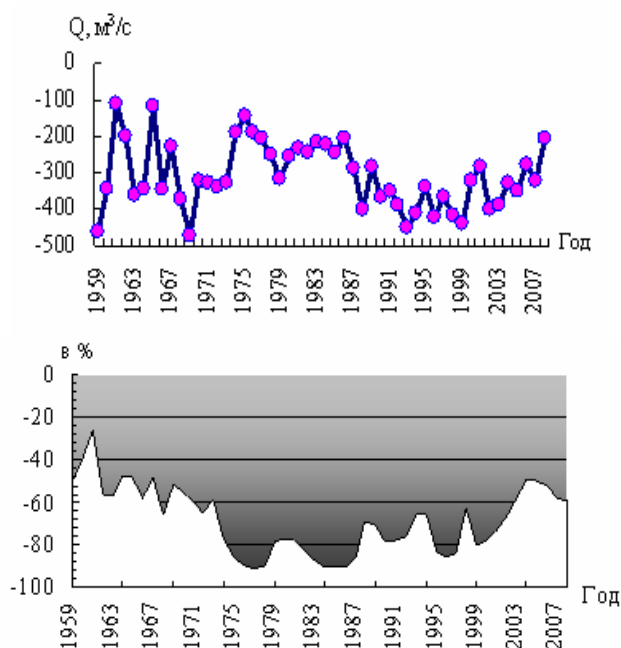


Рис. 3. Потери стока р. Сырдарья на участке от нижнего бьефа Шардаринского вдхр. до с. Каратерень.

Наибольшие потери стока наблюдались, как было отмечено ранее, на участке от ж.-д. ст. Тюмень-Арык до г. Казалинска и составили 191...258 м³/с или 34,0...76,2 % от стока в верхнем створе.

Таблица 3

Потери стока р. Сырдарья по участкам

Участок	Период, годы	Потери стока	
		м ³ /с	%
нижний бьеф Шардаринского вдхр. - ж.-д. ст. Тюмень-Арык	1959...1970	44,6	8,0
	1976...1992	74,4	22,7
	1993...2008	75,7	13,5
ж.-д. ст. Тюмень-Арык - г. Казалинск	1959...1970	191	34,0
	1976...1992	193	76,2
	1993...2008	258	56,7
г. Казалинск - с. Каратерень	1959...1970	70,5	18,4
	1976...1992	7,41	0,83
	1993...2008	23,7	8,6
нижний бьеф Шардаринского вдхр. - г. Казалинск	1959...1970	236	39,1
	1976...1992	267	81,2
	1993...2008	334	62,9
нижний бьеф Шардаринского вдхр. - с. Каратерень	1959...1970	307	50,3
	1976...1992	275	82,6
	1993...2008	357	67,0

Наименьшие потери стока наблюдались на участке от г. Казалинска до с. Каратерень. Их величина составляла от 7,41 до 23,7 м³/с или соответственно от минус 0,8 до плюс 8,6 %. На этом участке максимальные потери стока наблюдались в период 1959...1970 гг. и составляли 70,5 м³/с или 18,4 %. За период с 1976 по 1992 гг. сток увеличился на 7,41 м³/с или 0,8 %, что можно объяснить выклиниванием стока и возвратными водами.

В табл. 4 приведены потери стока в годы различной водности. За средний по водности год принят 1990 г., за многоводный – 1993 г., за маловодный – 2000 г.

Таблица 4

Потери стока р. Сырдарья по участкам в годы различной водности

Участок	Сток					
	средний		многоводный		маловодный	
	м ³ /с	%	м ³ /с	%	м ³ /с	%
от нижнего бьефа Шардаринского вдхр. до ж.-д. ст. Тюмень-Арык	126,0	27,0	114,0	16,8	112,0	27,2
от ж.-д. ст. Тюмень-Арык до г. Казалинска	226,0	48,5	268,0	39,5	222,9	54,1
от г. Казалинска до с. Каратерень	10,0	2,1	67,0	9,9	-15,1	-3,7
от нижнего бьефа Шардаринского вдхр. до г. Казалинска	352,0	75,5	382,0	56,3	334,9	81,3
от нижнего бьефа Шардаринского вдхр. до с. Каратерень	362,0	77,7	449,0	66,2	319,8	77,6

В табл. 5 помещены потери стока по кварталам и различным периодам.

Таблица 5

Потери стока по длине р. Сырдарья по кварталам, м³/с

Участок	Период, годы	Квартал				Год
		1	2	3	4	
от нижнего бьефа Шардаринского вдхр. до ж.-д. ст. Тюмень-Арык	1976...1992	-4,10	167	139	-4,44	74,4
от ж.-д. ст. Тюмень-Арык до г. Казалинск	1993...2008	-20,9	96	154	17,0	61,5
от нижнего бьефа Шардаринского вдхр. до г. Казалинск	1976...1992	57,8	292	351	68,4	192
	1993...2008	160	303	405	165	258
	1976...1992	53,7	459	490	64,0	267
	1993...2008	139	399	559	182	320

В период с 1976 по 1992 гг. максимальные потери стока для всех участков наблюдались, в основном, в третьем, иногда во втором кварталах. В первом и четвертом кварталах потери практически равны.

В период с 1993 по 2008 гг. тенденции сохранились, максимальные потери наблюдались в третьем квартале, минимальные – в первом и чет-

вертом. Следует отметить, что за последние годы увеличение потерь наблюдалось в первом и четвертом кварталах.

Проведенные исследования по изменению бытового стока по длине реки Сырдарья позволили сделать следующие выводы. После строительства каскада водохранилищ в верхнем и среднем течении р. Сырдарья гидрологический режим в пределах Казахстана был существенно нарушен. В связи с этим, расчет проводился для двух периодов:

- условно-естественного – до 1970 г.;
- устойчивого водопотребления с 1976 по 2007 гг.

Для указанных периодов рассчитаны среднемноголетние характеристики бытового стока, их статистические характеристики и расходы воды различной обеспеченности. Среднегодовые величины бытового стока в период устойчивого водопотребления уменьшились от 40 % (р. Сырдарья - нижний бьеф Шардаринского водхр.) до 70 % (р. Сырдарья - г. Казалинск) по отношению к стоку за условно-естественный период. Если ранее, в Аральское море поступало 366 м³/с или 11,6 км³ в год, то в период устойчивого водопотребления эта величина уменьшилась до 129 м³/с или 4,07 км³ в год.

Изменение внутригодового распределение стока р. Сырдарья произошло практически по всей длине реки. Вместо относительно низкого зимнего стока проходят значительные зимние паводки. Если доля стока второго – третьего кварталов для р. Сырдарья - нижний бьеф Шардаринского водохранилища ранее составляла 80 %, то после 1992 г. его величина равна 60 %. Соответственно, доля стока первого и четвертого кварталов – 20 % и 40 %.

Вниз по течению реки тенденции изменения сохранились, величины стока в зимний период (1 и 4 кварталы) увеличились и составили: для ж.-д. ст. Тюмень-Арык 26 % и 43 %, для стока в летний период (2 и 3 квартал) – 74 % и 56 %. Внутригодовое распределение стока р. Сырдарья у г. Казалинска практически не изменилось, если раньше соотношение зимнего стока к стоку в летний период составляло 38 % и 68 %, то в последние годы оно стало 56 % и 38 %.

На р. Сырдарье происходит уменьшение стока по длине реки. Наибольшие потери наблюдаются на участке от ж.-д. ст. Тюмень-Арык до г. Казалинска и составляют от 191 м³/с до 258 м³/с. Наименьшие потери стока выявлены на участке от г. Казалинска до с. Каратерень, их величины от 23,7 м³/с до 70,5 м³/с.

С увеличением водности потери по длине реки увеличиваются. Максимальные потери стока для всех участков наблюдаются, в основном,

в третьем, иногда во втором кварталах. В первом и четвертом кварталах потери практически равны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный Водный Кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. – Т. 5. – Вып. 3. Казахская ССР. – Л.: Гидрометеоздат, – 1987. – 232 с.
2. Государственный Водный Кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. – Ч. 1 и 2. – Вып. 3. Бассейны р. Сырдарья, Чу и Талас. – Алматы, 2002. – 210 с.; 2005. – 145 с.
3. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши с 2000 по 2006 гг.– Ч. 1. – Вып. 5. Бассейн реки Сырдарья. – Алматы, с 2001 по 2007 гг.
4. Кудеков Т.К., Никифорова Л.Н., Ли В.И., Попова В.П. Анализ гидрологической ситуации, сложившейся в бассейне реки Сырдарья, и предложения по ее нормализации // Гидрометеорология и экология. – 2005. – № 2. – С. 89-100.
5. Попова В.П., Айтымова Б.Б. Руслевой водный баланс в пределах РК. // Материалы международной научно-практической конференции «Современные аспекты использования природно-ресурсного потенциала трансграничных рек Центральной Азии» // Алматы, 2010.
6. Ресурсы поверхностных вод. Основные гидрологические характеристики. – Т. 14. – Вып. 1. Средняя Азия. Бассейн р. Сырдарья – Л.: Гидрометеоздат, 1967. – 478 с.; 1974. – 532 с.; 1978. – 430 с.
7. Турсунов А.А., Жиенбаева Р.К. Зимние паводки на реке Сырдарья и проблемы защиты города Кызылорда // Гидрометеорология и экология. – 2004. – № 1. – С. 42-51.

РГП «Казгидромет», г. Алматы

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ШЕГІНДЕГІ СЫРДАРИЯ ӨЗЕНІНІҢ ТҰЛА БОЙҒЫ АҒЫСЫНЫҢ ШЫҒЫНЫН АНЫҚТАУ

Геогр. ғылымд. канд. В.П. Попова
А.Н. Мусенова

Сырдария өзенінің тұла бойы және жеке бөлімшелер бойынша ағын шығыны анықталды, мерзім ішінде әртүрлі шаруашылық қызметінің деңгейіне байланысты болатын Шардара су қоймасының төменгі саласынан Каратерең (Кіші Аралға құятын жері) селосына дейінгі өзен ағысының өзгеруіне талдау жүргізілді. Сырдария өзені үшін, әртүрлі мезгілдер мен жылдар ішіндегі сулылық ағынның жыл бойғы бөлінуі анықталды.