

Валиев Ш.Ф.
к.г.-м.н., доц.
декан факультета
Таджикский национальный университет
г. Душанбе, проспект Рудаки, 17
эл. почта:tgnu@mail.tj

Экологический сток как критерий нормирования водопользования и оценки геоэкологической устойчивости (на примере рек Таджикистана)

Аннотация

В статье на примере рек Таджикистана обоснована необходимость расчета экологического стока рек и его использования в качестве порогового значения изъятия воды, необходимого для поддержания экологической целостности речных экосистем.

Ключевые слова: сток; река; вода; речная экосистема; водопользование; рациональное регулирование.

Ecological drain as criterion of rationing of water use and the estimation of geoeological stability (on the example of the rivers of Tajikistan)

The summary

In article on an example of the rivers of Tajikistan necessity of calculation of an ecological drain of the rivers and its use as the threshold value of withdrawal of water necessary for maintenance of ecological integrity of river ecosystems is proved.

Key words: drain; river; water; river ecosystem; water use; rational regulation.

Введение

В условиях, когда оценка стока рек Таджикистана, особенно трансграничных, приобретает исключительно важное значение, влияя даже на региональную политику, расчет надежных критериев водопользования имеет особое значение [1-8].

Территория Таджикистана содержит огромные водные и гидроэнергетические ресурсы. В республике насчитывается около 950 рек с длиной свыше 10 км. Реки составляют свыше 65% водных ресурсов республики.

Реки имеют важное народно-хозяйственное значение и поэтому интенсивно осваиваются. Для управления водными ресурсами важно иметь полноценную информацию о речном стоке.

Гидрологические наблюдения за режимом рек показывают, что годовой сток рек изменяется незначительно, в то время как внутригодовое распределение имеет резкие колебания. Поэтому, при перераспределении стока в критических гидрологических условиях, когда в межени резко уменьшается сток, требуется рациональное регулирование.

Между тем известно, что безвозвратное водопотребление и регулирование реки со временем может привести к ее истощению, а устойчивость речной экосистемы зависит от безопасного уровня изъятия воды. Существует много способов оценки предельно допустимого изъятия речного стока [3-8].

Среди известных критериев наиболее эффективным является оценка предельно допустимого изъятия речного стока по принципу экологического стока (ЭС) [4, 8].

Материалы и методы исследования.

Гидрография региона связана с бассейнами рек Сырдарья и Амударья, берущих начало на отметках $\geq 3500\div 4000$ м на границе снежников и ледников.

Амударья и Сырдарья являются крупнейшими водными артериями Центральной Азии. Их общий сток в средний по водности год составляет $115,6 \text{ км}^3$ воды.

Обе реки относятся к категории трансграничных, формируясь в основном на территории Таджикистана и Кыргызстана. Их бассейны относятся к территориям шести государств: Афганистана, Кыргызстана, Таджикистана, Узбекистана, Туркменистана и Казахстана.

Половодье на реках происходит весной (апрель—май) с таянием снегов и дождями, а затем в июле—августе от таяния ледников с более значительными водопритоками. Длина всех рек Республики превышает 17,5 тыс. км, а густота речной сети – 123 м водных артерий на км². Сырдарья собирает водный сток с Кураминского и северных склонов Туркестанского хребтов, а так же с гор Моголтау и с Ферганской долины.

Истоки Сырдарьи берут начало за пределами Таджикистана и река становится крупной, слабо меандрирующей, протекая по Ферганской долине с 4-5-ю надпойменными террасами. Ее притоки Карамазарсай, Пангазсай и др. (правобережные) и Исфара, Ходжабакирган и др. (левобережные) полностью разбираются на орошение и теряются в отложениях конусов выноса.

Река Зеравшан, крупнейший левый приток Амударьи вытекает из одноименного ледника, имеет узкую и глубокую долину, разделяющую Туркестанский и Зеравшанский хребты. Долина ее расширяется в Пенджикентском орошаемом оазисе. В Зеравшан впадают многочисленные левые (реки Кштут и Магиандарья и др.) и правые (р. Фандарья) притоки.

Бассейн р. Амударья занимает около трех четвертей площади республики, дренируя всю речную сеть Памира, Дарваза, Бадахшана и Южно-Таджикской депрессии. Ее крупнейший приток Пяндж формируется слиянием р. Вахандарья, стекающей с Гиндукуша, и р. Памир, вытекающей из оз. Зоркуль.

Именно Пяндж, сливаясь с р. Вахш дает начало Амударье. В Пяндж и Амударью впадают сотни притоков (Гунт, Бартанг, Язгулем, Ванч, Обихингоу, Обиниюу, Кызылсу, Яхсу, Вахш, Кафирниган и мн. др.). Пяндж принимает множество притоков на Памире (Кызылсу, Вахш и Кафирниган), которые стекают к Южно-Таджикской депрессии.

Годовой гидрологический цикл на реках делится на периоды весенне-летнего половодья и межени. На половодье приходится 70÷90% годового стока, который определяется средневзвешенной высотой водосбора.

При высоте водосбора 2,0 км половодье начинается в начале марта, при 3,0-х — в начале апреля и при 4,0-х км в начале мая. Продолжительность половодья увеличивается с высотой водосборов от 100 дней при высоте 1 км и до 160 дней при высоте 4,5 км.

Наибольшей водностью обладают реки, стекающие с южных склонов Гиссарского и Зеравшанского хребтов.

На низко расположенных водосборах рек Южного Таджикистана в Кызылсу, Яхсу, Явансу и др. с площадями водосборов до 2000 км² главными в формировании годовых максимумов являются дождевые пики.

Для определения значений ЭС были использованы данные по гидрологическим наблюдениям за стоком рек материалы ГУ “Таджикгидромет”.

В качестве репрезентативного объекта для определения ЭС была выбрана р. Зеравшан в Центральном Таджикистане.

Согласно программе освоения водно-гидроэнергетического потенциала на р. Зеравшан намечается строительство каскада ГЭС плотинного, деривационного и смешанного типов (табл.1).

Таблица 1.

Краткая характеристика водно-энергетического освоения р. Зеравшан (вниз по течению)

№ №	ГЭС	Объем водохрани лища, км ³	Мощность, МВт	Выработка, млрд кВт.ч/год	Назнач ение*	Примечание
1	Обурдонская	0,72	120	0,35	И,Э	Деривационный туннель
2	Даргская	0,05	130	0,75	Э	Плотинная
3	Сангистанская	0,05	140	0,90	Э	Деривационный туннель
4	Фандарьинская	-	300	1,80	Э	Деривационный туннель
5	Айнинская	0,05	160	0,95	Э	Смешанный тип: плотина с деривацией
6	Яванская	0,05	120	0,18	Э	то же
7	Дупулинская	26	200	1,00	И,Э	Плотинная
8	Пенджикентская-1	-	50	0,27	Э	Смешанный тип: плотина с деривацией
9	Пенджикентская-2	-	45	0,25	Э	то же
10	Пенджикентская-3	-	65	0,38	Э	то же

* - И - ирригационное, Э - энергетическое.

Источник: министерство энергетики и водных ресурсов РТ, 2013.

Результаты исследования.

По гидрометрическим данным были построены три кривых внутригодового распределения стока:

1. Естественный сток ЕС (до начала регулирования стока);
2. Измененный сток ИС (для зарегулированного стока);
3. Экологический сток ЭС.

Методы оценки ЭС разнообразны, их обзор приведен в [3-5, 8].

ЭС расчетной обеспеченности определяется по зависимости:

$$ЭС^P = \kappa - ЕС^P$$

где ЭС - экологический сток при обеспеченности Р; κ - специальный коэффициент, подбираемый для каждой реки опытным путем или аналогией; ЕС - естественный сток при обеспеченности Р.

ЭС рассчитан для значения обеспеченности стока (25, 50, 75, 95%). Для гидроэнергетических целей надежным порогом считается 95% обеспеченность.

Ниже рассмотрим расчетные характеристики внутригодовых значений экологического стока, м³/с для р. Зеравшан при 95% обеспеченности (табл.2).

Река Зеравшан выбрана еще и по той причине, что по реке имеются самые продолжительные ряды наблюдений за стоком воды (с 1889 г.) и организованная сеть гидронаблюдений (рис.1).

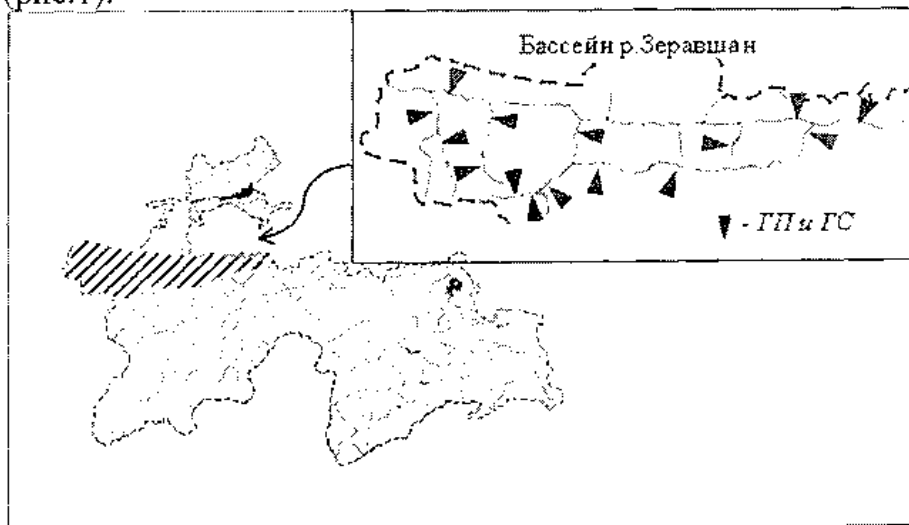


Рис.1. Расположение наблюдательных гидрологических постов и гидрометрических станций на р.Зеравшан.

Таблица 2.

Расчетные характеристики р. Зеравшан при 95% обеспеченности

Месяц	ЕС	ИС*	ЭС	Месяц	ЕС	ИС*	ЭС
январь	23,2	52,5	20,5	июль	402,1	507,0	301,6
февраль	33,1	47,8	27,8	август	331,2	430,5	249,3
март	38,9	36,6	22,9	сентябрь	150,9	264,3	165,8
апрель	44,0	48,1	33,8	октябрь	65,4	98,9	78,1
май	117,3	97,8	89,1	ноябрь	58,7	93,5	51,2
июнь	255,6	213,0	231,3	декабрь	32,1	67,2	27,7

*- расчетный.

Учитывая что р. Зеравшан является незарегулированной, значения ИС были рассчитаны по проектным данным гидротехнических сооружений, которые будут построены выше створа Дупула.

Обсуждение результатов

Из диаграммы (рис.2), построенной по данным табл.2, видно, что кривые ЕС, ИС и ЭС, проходят по-разному. Так, кривая ЭС в отрезке июнь-август проходит ниже кривой ЕС. Разница по ординатам называется специальным термином - свободный сток (заштрихована).

Большая амплитуда свободного потока на диаграмме свидетельствует о том, что при зарегулирования реки выше створа Дупула объем ЭС остается достаточным и безопасным. А периоды реки, когда кривые ЕС и ЭС совпадают или кривая ЕС проходит ниже кривой ЭС (середина сентября - октябрь), нужно использовать очень взвешенно, чтобы не нарушить равновесие экосистемы р.Зеравшана.

Надо отметить, что при всей очевидной важности определения ЭС, т.е. величины критического стока, в настоящее время нет какого-либо нормативного документа. Все разработанные методы имеют рекомендательный характер. Этот факт не говорит о нецелесообразности расчета ЭС, а свидетельствует о сложности расчета и многофакторности этого показателя [7, 8].

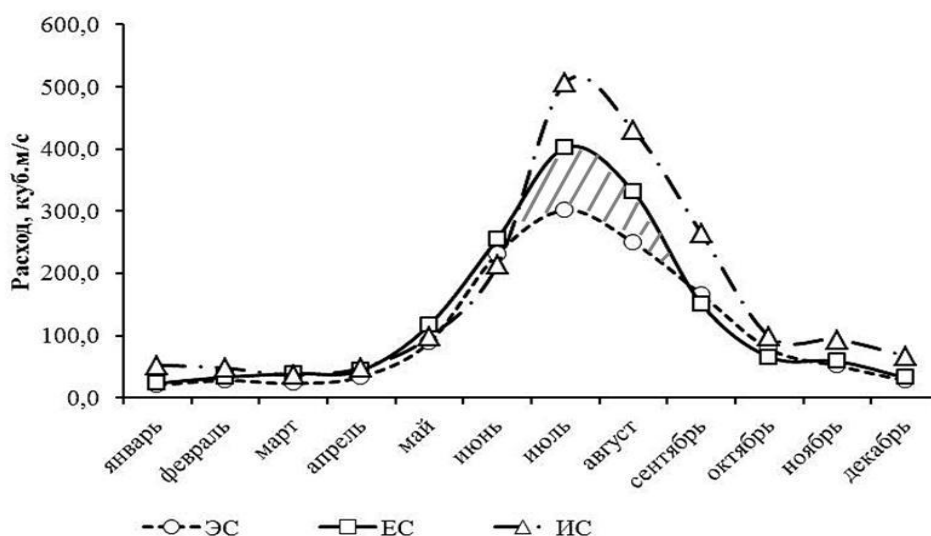


Рис. 2. Диаграмма стока р. Зеравшан, створ Дупула, 67°49' в.д. при 95 % обеспеченности.

Несмотря на продолжительную историю исследования ЭС, до сих пор нет однозначного и общепринятого его определения.

Фащевский Б.В. [5] дает определение ЭС как критерий, оценивающий «природный комплекс речных систем». Грядунцова О.И. [1] добавляет, что «речной сток, выражаемый расходами воды ... несет в себе большую смысловую нагрузку, чем только количество воды. Поэтому экологический сток служит комплексным показателем, учитывающим все гидрологические характеристики».

Но, как показывает практика [1, 4, 8], при такой формулировке расчет ЭС представляется очень затруднительным, потому что для этого необходимо иметь внушительный ряд наблюдений и исчерпывающую информацию о речной экосистеме, получить которых по большинству рек представляется невозможным.

Научные разработки по ЭС не сразу нашли массовое применение на гидрологической практике. Например, в России, где до 2007 г. не было официально утвержденного критерия степени регулирования речного стока, были приняты «Методические указания по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты», где выделяются понятия «экологический попуск (для зарегулированных рек) и экологический сток (для незарегулированных рек). Но в них нет методики расчета ЭС.

В Брисбенской декларации, принятой на международной конференции по экологическому стоку (2007 г.), ЭС определен как критерий, который описывает «количественные, качественные и временные параметры стока, необходимые для поддержания пресноводных и эстуарных экосистем, а также жизнеобеспечения и благополучия людей от них зависящих» по [2-4, 8]).

Несмотря на расхождения исследователи едины в том, что ЭС это такой расход воды, изъятие ниже которого чревато отрицательными последствиями для нормального функционирования речного потока ниже по течению, ЭС является критерием, регламентирующим безвозвратное изъятие водных ресурсов из водотоков при котором

обеспечивается экологическая целостность речных экосистем [5, 8].

Реки Таджикистана являются в основном горными (за исключением отрезка р.Сырдарья протяженностью около 100 км).

Реки республики практически не применяются для навигации, учет которой требует ввода различных поправок в формулы расчета ЭС.

Существующие способы учитывают и объем воды, достаточный для развития гидробионтов, а для таджикистанских рек этот показатель не является основным.

В известных способах путем введения сложных коэффициентов и поправок учитываются процессы руслообразования и поймеформирования.

Такие поправки для рек Таджикистана не требуются, ибо горные реки уже сформированы, а в пойме формирование имеет незначительный масштабы.

Для Таджикистана характерны неравномерность распределения гидрологической сети, разрывность и неполнота наблюдений.

Из изложенного следует, что ЭС является важной характеристикой речной экосистемы. Этот показатель особенно востребован для рек Таджикистана, главные из которых имеют в основном ирригационно-энергетическое назначение.

Выводы

1. В Таджикистане, где речное водопользование лежит в основу государственной энергетической политики, при оценке степени истощенности рек важно рассчитать нормы предельно допустимого изъятия речного стока.

2. Построенные кривые ЭС, ЕС и ИС на створе проектируемой Дупулинской ГЭС свидетельствуют о том, что регулирование стока в целом не повлияет на водоток р.Зеравшан. Большая разница между кривыми ЭС и ЕС (объемная разность между которыми называется «свободным стоком») свидетельствует об геоэкологической устойчивости речной системы на исследованном отрезке.

3. Вне зависимости от методического подхода к оценке ЭС, его величина является характеристикой водного объекта в отношении возможностей изъятия водных ресурсов.

Список литературы:

1. Грядунова О.И. Внутригодовое распределение экологического стока рек белорусского полесья/Рациональное использование пойменных земель. Минск: РУП «Минсктиппроект», 2013. - С.60-64.
2. Красногорская Н.Н., Елизарьев А.Н., Фащевская Т.Б. Комплексная оценка антропогенной деградации речных экосистем. Количественный аспект. Уфа: Полиграфсервис, 2008. - 288 с.
3. Маркин В.Н. Оценка экологически допустимого стока малых рек // Мелиорация и водное хозяйство. 2005. № 6. - С. 16-29.
4. Мухаббатов Х.М., Природно-ресурсный потенциал горных регионов Таджикистана. М.: Граница, 1999. - 335 с.
5. Фащевский, Б.В. Расчет экологически допустимого изменения характеристик водного режима рек Беларуси //Природные ресурсы. - 1987. - № 1.-С. 30-35.
6. Валиев, Ш.Ф. О техногенных факторах нарушения почв Таджикистана [Текст]/ Ш.Ф. Валиев; Таджикский национальный университет.–Душанбе, 2010.–32 с.: схемы.–Библиогр.: с.32.– Деп.в НПИ Центре 04.01.2011, № 01(1850).
7. Валиев, Ш.Ф. Влияние строительства и эксплуатации гидротехнических сооружений на окружающую среду Таджикистана [Текст]/ Ш.Ф. Валиев, М.А. Ниёзов, Ш.Х. Одинаев// Безопасность гидротехнических сооружений в сейсмически активных районах: материалы международной научной

конференции/Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН РТ. – Душанбе, 2013. – С.109-113.

8. Валиев, Ш.Ф. Об экологическом стоке как важном геоэкологическом критерии оценки речного водопользования Таджикистана [Текст]/ Ш.Ф. Валиев//Вестн. Тадж. нац. ун-та. – Душанбе, 2014. –1/3(134). – С-247-251.