

УДК 626.81: 577.4

ОЦЕНКА ДОПУСТИМЫХ ОБЪЕМОВ ИЗЪЯТИЯ СТОКА ИЗ РЕК АРИДНОЙ ЗОНЫ КАЗАХСТАНА

А.Р. Вагапова

Предложен метод определения гарантированного экологического попуска в низовья реки, который устанавливается по стоку в замыкающем контрольном створе. За минимальный необходимый экологический попуск принимается сток, соответствующий моменту начала ощутимого воздействия на экосистему низовий.

Для Казахстана водные ресурсы являются одним из главных факторов, определяющих устойчивое социально-экономическое развитие. Поверхностные водные ресурсы по территории республики распределены крайне неравномерно и характеризуются значительной многолетней и внутригодовой изменчивостью. Значительная доля поверхностных водных ресурсов (46 %) формируется за пределами Республики Казахстан.

В решениях глобальных форумов (Саммит по устойчивому развитию в Йоханнесбурге, 2002 г.; Водный форум в Киото, 2003 г.) отмечается особая экологическая и социальная значимость водных ресурсов, которая намного превышает ее экономическую ценность. Как отмечается в национальном докладе Республики Казахстан «О состоянии водных ресурсов и основных проблемах современного управления» (Женева, 2004) для сохранения речных экосистем важнейшей задачей современности становится научное обоснование допустимых объемов изъятия и экологического стока рек. Экологическое нормирование имеет общие черты для всех водотоков, но, тем не менее, должно быть дифференцированным для каждого в отдельности в силу индивидуальности и уникальности экосистем рассматриваемого региона. Для экологического нормирования необходимо установить все виды антропогенных факторов воздействия на окружающую среду, доминирующих в том или ином речном бассейне.

Впервые нормирование и осуществление природоохранных попусков в Казахстане начали осуществлять с 1963 года на р. Иртыш в связи с вводом в эксплуатацию Бухтарминской ГЭС [4]. Эти мероприятия были применены не как экологические попуски, а как компенсационные меро-

приятия по предотвращению ущерба в связи зарегулированием стока р. Иртыш Бухтарминским водохранилищем.

Первые исследования по установлению нормативного показателя допускаемого использования речного стока были выполнены И.С. Шаховым для рек Урала в начале 80 годов [7]. Им была предложена оценка допускаемого хозяйственного изъятия стока, при сохранении последних элементов ландшафта и недопущения нежелательных изменений экологических условий:

$$K_{из} = \frac{Q_{ис}}{Q_0}, \quad (1)$$

где $Q_{ис}$ – годовой объем использованных ресурсов речного стока, Q_0 – норма речного стока в расчетном створе.

Исследования, выполненные И.С. Шаховым, показали, что для рек Урала среднее соотношение $Q_{ис}/Q_0 = 0,53$, т.е. оставшийся объем стока в реке должен быть не менее 0,47.

С.Р. Ибатуллин и Ж.С. Мустафаев получили зависимость допустимого изъятия стока реки в зависимости от экологической устойчивости природной системы $K_э$ [5, 6]. Для бассейна р. Шу была установлена величина допускаемого изъятия речного стока $Q_{ис}/Q_0 = 0,62$, тогда соответственно сток для водообеспечения экосистемы реки равна $0,38 \cdot Q$. М.Ж. Бурлибаев показал, что для аридной зоны основным фактором, определяющим устойчивость речной и прирусловой экосистемы, являются водные ресурсы [2]. При этом он отмечает естественный режим колебаний водности, т.е. стохастичность, является оптимальной для речных экосистем, которые сформировались в этих условиях и приспособлены к ним. При естественной стохастичности гидрологического режима, речная экосистема также испытывает дискомфорт, выражающийся в длительном затоплении в многоводье и отсутствии затопления в маловодные годы. М.Ж. Бурлибаев рассмотрел устойчивость всех биокomпонентов речной экосистемы в зависимости от обеспеченностей весеннего половодья и паводков [3]. Все показатели приведены в модульных коэффициентах. При этом гомеостатическая кривая Б. Фащевского по воспроизводству рыбных запасов принята за дополнительный критерий контроля правильности решаемых задач. Параметры экосистемы ограничиваются как сверху (максимумы биопродуктивности травостоя пойменных лугов и воспроизводства рыбных запасов), так и снизу (минимальное соленакопление почв). Для

пойменных лугов, по кривой изменения показателя биопродуктивности в области устойчивости, допустимый предел изменения водности экологических попусков лежит в пределах 30...75 %. Ордината наименьшего экологического расчетного расхода для р. Шу, по кривой обеспеченности бытового стока ($C_v = 0,52$) составит 0,62, а коэффициент допустимого изъятия $Q_{ИС}/Q_0 = 0,38$. Таким образом критерий М.Ж. Бурлибаева более жесткий, чем приведенные ранее.

М.Ж. Бурлибаев отмечает, что еще с советских времен экологическая стабильность в речном бассейне уступает экономическому эффекту, получаемому от орошаемого земледелия, гидроэнергетики и водного транспорта [3]. Поэтому в большинстве случаев сопоставительная оценка между благополучием речной экосистемы и экономической эффективностью использования водных ресурсов в различных отраслях экономики решалась в пользу последнего. В случае же приоритетности сохранения речной экосистемы достигаемый экономический эффект оказывается меньше экономических ущербов, наносимых отраслям экономики. Такой подход при оценке экологического ущерба изначально вреден, так как в каждом случае следует подсчитывать экономический эффект намечаемых объемов изъятия стока с последствием и тяжестью возможных экологических ущербов, наносимых речной экосистеме.

Здесь же отмечается, что сток рек необходимо разделить на две составляющие, а именно, на экологический сток и потенциально свободный сток. При этом экологический сток предназначается исключительно для сохранения речной экосистемы путем поддержания видового биоразнообразия и воспроизводства флоры и фауны пойменных лугов и дельтовых участков в весенний период, промывки почв пойменных лугов и дельтовых участков, обеспечения нормативного гидрохимического, гидробиологического и кислородного режима, стока взвешенных наносов.

В зарубежной практике с 90-х годов прошлого столетия ведутся интенсивные исследования по разработке методов установления экологических попусков [8]. Существующие методы классифицируются на 4 категории: справочные таблицы, настольный анализ, функциональный анализ, моделирование среды обитания.

Справочные таблицы – это практический метод, основанный на простых показателях, сведенных в таблицы, на основании имеющегося опыта попусков и состояния речной экосистемы. Настольный анализ основан на анализе гидрологических данных; речного стока и данных состояния вод-

ной и приречной экосистемы. Последующие два метода требуют специальных исследований с привлечением специалистов различных направлений: гидрологов, гидрогеологов, ботаников, биологов, ихтиологов и др.

Метод настольного анализа, основан на анализе гидрологических данных по створам реки и фактическом состоянии экосистемы реки. Наиболее чувствительным индикатором состояния являются дельта и пойма реки, уровень воды водоема, принимающий сток реки. Индикатором воздействия в данном случае будет безвозвратный водозабор из реки включая потери в русле и водохранилищах на определенном временном этапе. На примере бассейна Аральского моря можно проследить зависимость уровня моря от притока воды рек Амударья и Сырдарья.

В период с 1911 до 1960 гг. наблюдался квазистационарный режим в колебаниях уровня Аральского моря (АМ). Уровень колебался в пределах ± 50 см около средней отметки 53,0 м БС. С 1961...1988 гг. уровень моря интенсивно падал и достиг отметки 40 м БС [1]. Таким образом, критической точкой перехода экосистемы в неустойчивое состояние можем принять 1960 год. Ниже, в табл. 1 приведены результаты расчетов суммарного стока, формирующегося в бассейнах рек Амударья и Сырдарья, приток стока в дельты этих рек и безвозвратное изъятие стока [1, 8]. Приведенные в табл. 1 величины, вычисленные как средние за десятилетие, последний период принят за пятилетие 2001...2005 гг.

Таблица 1

Формирующийся сток, изъятие стока, приток в дельты рек Амударья и Сырдарья

Год	Суммарный сток	Изъятие стока	Приток в дельту	Коэффициент попуска по притоку		
				в дельту АМ	в дельту Амударья	в дельту Сырдарья
1960	103,10	55,78	47,32	0,459	0,469	0,441
1965	100,51	71,52	28,99	0,288	0,303	0,263
1970	95,13	71,88	23,25	0,244	0,216	0,288
1975	89,75	82,28	7,47	0,083	0,041	0,143
1980	92,00	90,29	1,71	0,019	0,003	0,042
1985	95,13	88,92	6,21	0,065	0,085	0,034
1990	100,51	90,61	9,90	0,099	0,103	0,091
1995	105,89	87,83	18,06	0,171	0,171	0,170
2000	111,06	97,66	13,40	0,126	0,126	0,111
2005	115,50	98,30	17,20	0,111	0,111	0,229

По приведенным данным построен графики (рис. 1) изменения стока, объема изъятия и притока в дельты за период 1950...2005 гг.

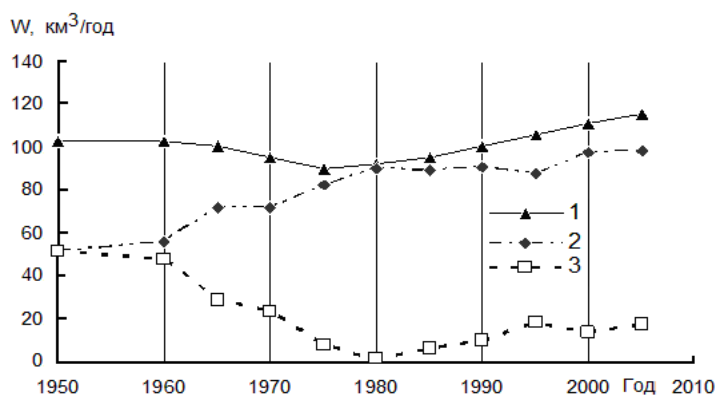


Рис. 1. Изменение стока, изъятие стока и приток в дельты рек Аральского моря. 1 – сток Амударья и Сырдарья, 2 – безвозвратное использование, 3 – поступление в дельты Аральского моря.

Исходя из данных табл. 1 и принятия условия, что потеря устойчивости уровня Аральского моря произошла после 1960 года, то критической величиной изъятия будет величина $K_{из} = 1 - 0,46 = 0,54$. Минимальный годовой экологический попуск $Q_{эл}$ должен быть не менее $0,46 \cdot 103,1 = 46,5 \text{ км}^3$ в год. Как видно на рис. 1, с 1985 г. наблюдается положительный тренд по стоку рек Амударья и Сырдарья. По данным, приведенным в [1], можно заключить, что приблизительно величина положительного тренда равна: по Амударье 1,6 % в год, по Сырдарье – 0,5 % в год.

По собранным гидрологическим данным стока, материалам отчетов Шу-Таласского БВИ и материалам, опубликованным в Интернете, была составлена таблица стока, изъятия стока и притока в низовья р. Шу в створе Амангельды (Фурмановский гидроузел), которая приводится ниже.

Таблица 2

Формирующийся сток, изъятие стока, приток в дельту низовий р. Шу

Параметр	Год							
	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2005
Формир. сток	4003	4524	4976	5066	4580	4625	5031	5596
Изъятие стока	2068	2539	2570	3036	3547	3565	3218	2587
Приток в низовья	1935	1985	2405	2030	1033	1060	1813	3009
$K_{эл}$	0,483	0,439	0,483	0,401	0,226	0,229	0,360	0,538

Известно, что критический период в низовьях р. Шу наступил с вводом Тасоткельского водохранилища (1971 г.) и освоением Правобережного Тасоткельского массива. Таким образом, критические условия по водообеспечению наступили с 1971 г.

Как видно (табл. 2), значение допустимого минимального экологического попуска принято по 1970 г. $K_{эл} = 0,40$. На рис. 2 приведена динамика исследуемых параметров. В критические 1980...1990 гг. экологические попуски были снижены в 2 раза. Площадь затопления поймы дельт сократилась 2,2...2,5 раза.

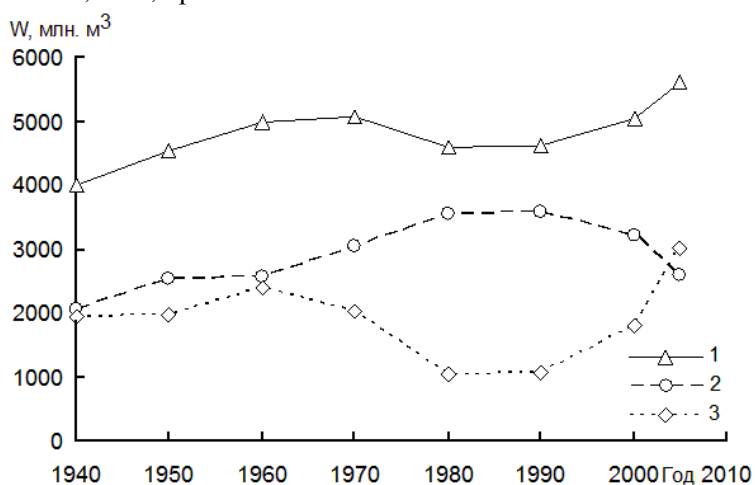


Рис. 2. Изменение стока, изъятия стока и приток в низовья р. Шу.
1 – объем стока, 2 – безвозвратное изъятие, 3 – сток в низовья.

Таким образом, анализ гидрологических данных с оценкой критических состояний экосистем позволяет установить требуемые годовые гарантированные объемы экологического стока. Детальное же его внутригодовое распределение и установление графика водоподачи требует более тщательного функционального анализа, как морфометрических характеристик поймы, так и чувствительности каждого элемента экосистемы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ стоковых рядов рек Сырдарьи, Амударьи и модели управления уровнем режимом Аральского моря. – Алматы, 2004. – 196 с.
2. Бурлибаев М.Ж. О принципах допустимого объема изъятия речных вод при обосновании экологического стока рек // Гидрометеорология и экология. – 2003. – № 4. – С. 88-101.
3. Бурлибаев М.Ж. Теоретические основы устойчивости экосистем трансзональных рек Казахстана: Автореф. дис. Доктор техн. наук / КазНИИВХ – Тараз, 2004. – 49 с.
4. Вагапов Р.И., Каменов Н.Ш. Прогноз стока и водопотребления по бассейну реки Иртыш в пределах Республики Казахстан // Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы

- управления и рационального использования водных ресурсов в бассейне реки Иртыш». – Омск, 2004. – С.154-165.
5. Ибатуллин С.Р., Койбагарова К.Б. Методологические основы управления водными ресурсами трансграничных рек: Доклады международной научной конференции «Научное обеспечение, как фактор устойчивого развития водного хозяйства». – Тараз, 2005. – С. 100-106.
 6. Мустафаев Ж.С., Койбагарова К.Б., Мустафаева Л.Ж. Методология оценки эколого-экономической эффективности природообустройства агроландшафтов // Вода: ресурсы, качество, мониторинг, использование и охрана водных ресурсов. – Алматы, 2005. – С. 221-223.
 7. Шахов И.С. Водные ресурсы Уральского экономического района и их рациональное использование // Научные основы рационального использования, охраны и управления водными ресурсами. Междунар. высш. гидрол. курсы ЮНЕСКО при МГУ. Ч. 2 – М.: Изд-во МГУ, 1983. – С. 131 – 140.
 8. Экологические попуски / Публикации Тренингового центра МКВК. Вып. 1. Ташкент: НИЦ МКВК, www/icwc-aral.uz. – 78 с.

КазНИИВХ, г. Тараз

**ҚАЗАҚСТАННЫҢ ҚҰРҒАҚШЫЛЫҚ АЙМАҚТАРЫНДАҒЫ
ӨЗЕНДЕРДЕН АЛЫНУҒА БОЛАТЫН АҒЫСТЫҢ
КӨЛЕМІН БАҒАЛАУ**

А.Р. Вагапова

Өзеннің төменгі ағысында кепілденген экологиялық судың жіберілуін анықтайтын әдіс ұсынылды, бұл тұйықталған бақылаушы жақтаудың ағысымен анықталады. Ең аз қажетті экологиялық судың жіберілетін ағысына, төменгі ағыстың экожүйесіне бастапқы елеулі әсерін тигізуші сәйкес келетін ағыс қабылданады.