

УДК 574.0

**МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ УЩЕРБА ПРИ  
ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ  
ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК**

Доктор техн. наук	Ж.С. Мустафаев
Канд. техн. наук	А.Д. Рябцев
Канд. техн. наук	С.Р. Ибатуллин
Канд. техн. наук	А.Т. Козыкеева
	К.Б. Койбагарова
	Л.Ж. Мустафаева
	К.Ж. Мустафаев
	О.Т. Телеуов

*Рассматривается комплексная методика определения экономического, экологического и социального ущерба при антропогенной деятельности и использовании водных ресурсов трансграничных рек.*

Анализ развития сельскохозяйственного производства и динамики образования отходов, в том числе дренажных и сточных вод, приводит к неизбежному выводу о том, что дальнейшее развитие производств не может осуществляться на базе исторически сложившихся традиционных экосистем технологических процессов без учета экологии и требует принципиально нового подхода. Еще ситуация осложняется тем, что загрязнение окружающей среды, в том числе водных ресурсов, не признает национальных границ, проникая со стоками трансграничных рек, которые проходят через границы нескольких государств.

Вследствие этого сельскохозяйственное производство, являясь крупным загрязнителем природной среды, само испытывает постоянные возрастающие антропогенные нагрузки, приводящие к большим потерям в животноводстве и растениеводстве, в результате снижения урожаев и качества сельскохозяйственных культур. Поэтому суверенитет республики и вытекающее отсюда право на природные ресурсы требует решения межреспубликанских проблем (объема и качества водных ресурсов и их распределение), следовательно, в систему экономических рычагов необходимо ввести параметры управления, как стоимостные оценки ущерба от за-

грязнения водных ресурсов. Это позволяет, с одной стороны, стимулировать внедрение природоохранных и ресурсосберегающих технологий в сельском хозяйстве, а с другой – возместить сельскому хозяйству ущерб, причиненный ему в результате загрязнения водных ресурсов.

На территории Кыргызстана при сооружении Токтогульского водохранилища было затоплено 28,4 тыс. га площади, в том числе 21,2 тыс. га сельскохозяйственных угодий, из них 12,5 тыс. га орошаемых земель. Величина ежегодного ущерба от затопления и подтопления земель составляет 6,5 млн. долларов США. Кроме того, в зимний период гидроэлектростанциями Нижне-Нарынского каскада не довырабатывается определенное количество электроэнергии из-за работы каскада ГЭС в ирригационном режиме. Исходя из вышеизложенного, для определения ежегодного ущерба от созданного межгосударственного ирригационного водохранилища в бассейнах трансграничных рек А.Т. Асанбаевым, Д.М. Маматкановым, К.И. Шавва, А.К. Шапар разработана методика расчета ожидаемого ущерба [1].

Общая величина ежегодного экономического ущерба ( $Y_{об}$ ), наносимого Кыргызстану от создания и эксплуатации Токтогульского водохранилища в ирригационном режиме, определяется по формуле:

$$Y_{об} = Y_{зн} + Y_{эн}, \quad (1)$$

где  $Y_{зн}$  – величина ежегодного ущерба от затопления и подтопления земель, связанных с созданием водохранилища, доллар США, тенге или сом;  $Y_{эн}$  – величина ежегодного энергетического ущерба при ирригационном режиме работы водохранилища, доллар США, тенге или сом.

Величина ежегодного ущерба от затопления и подтопления земель определяется:

$$Y_{зн} = D \times F_з + D \times K \times F_n, \quad (2)$$

где  $D$  – валовой доход на один структурный га орошаемых земель, доллар США, тенге или сом;  $F_з$  – площадь затопленных сельскохозяйственных угодий, га;  $K$  – доля потерь дохода, вызванного подтоплением;  $F_n$  – площадь подтопляемых земель, га.

Отказ от дополнительной выработки электроэнергии в зимний период наносит Кыргызстану ущерб, который ориентировочно определен стоимостью дополнительного топлива и экологическим ущербом:

$$Y_{эн} = B \times \mathcal{E} \times \mathcal{Ц} + Y_{эк}, \quad (3)$$

где  $U_{ЭН}$  – ежегодный энергетический ущерб от работы Токтогульской ГЭС по ирригационному режиму, доллар США, тенге или сом;  $B$  – удельный расход условного топлива на выработку 1 кВт.ч, кг.у.т/кВт.ч;  $Э$  – ежегодная дополнительная выработка электроэнергии в зимний период, кВт. ч;  $C$  – стоимость 1 т условного топлива, доллар (тенге, сом)/т.у.т;  $U_{ЭК}$  – величина ежегодного экологического ущерба, связанного с выработкой 2.238 млрд. кВт.ч на тепловой угольной электростанции.

Предложенная методика расчета ущерба от создания межгосударственных ирригационных водохранилищ учитывает только ущерб от подтоплений и затоплений сельскохозяйственных угодий непосредственно в зоне формирования водохранилища, а экологические, экономические и социальные ущербы, получаемые от создания водохранилища в среднем течении и низовьях не учитываются, что требует серьезной доработки.

В составе полного ущерба, нанесенного народному хозяйству в результате отрицательного воздействия на природные ресурсы, выделяют экономический ( $Э$ ), социально-экономический ( $ЭС$ ) и социальный ( $С$ ) ущербы [2 – 6]:

Экономический ущерб ( $Э$ ):

- потери от снижения качества продукции ( $Э_n$ );
- потери вследствие недополучения продукции ( $Э_c$ );
- затраты на ликвидацию от загрязнения ( $Э_d$ );
- затраты на восстановление или поддержание нормального состояния природной среды ( $Э_г$ ).

Социально-экономический ущерб ( $ЭС$ ):

- потери в здравоохранении и социальном обеспечении, обусловленные ростом заболеваемости ( $ЭС_з$ );
- потери вследствие миграции, вызванной ухудшением состояния природной среды ( $ЭС_n$ );
- затраты на дополнительный отдых, необходимый из-за неудовлетворительного состояния природной среды ( $ЭС_о$ ).

Социальный ущерб ( $С$ ):

- эстетические потери вследствие разрушения природной среды ( $С_з$ );

- психологические потери, вызванные неудовлетворительным состоянием отдыха ( $C_n$ );

- потери, вызванные ухудшением экологических условий жизнедеятельности членов общества ( $C_{ж}$ ).

Таким образом, полный ущерб ( $Y_{щ}$ ), наносимый народному хозяйству от загрязнения водных источников, определяется как сумма отдельных (экономического, социально-экологического и социального) ущербов, то есть:

$$Y_{щ} = \mathcal{E} + \mathcal{E}C + C =$$

$$(\mathcal{E}_c + \mathcal{E}_n + \mathcal{E}_л + \mathcal{E}_г) + (\mathcal{E}C_з + \mathcal{E}C_n + \mathcal{E}C_o) + (C_з + C_n + C_{ж}). \quad (4)$$

Экономический ущерб от загрязнения водных источников, наносимый водопотребителями, осуществляющими разные мероприятия по восстановлению качества продукции, рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_n = (Ц_1 - Ц_2) \times ВП, \quad (5)$$

где  $Ц_1$  и  $Ц_2$  – закупочная цена сельскохозяйственной продукции, соответственно, до и после загрязнения водоисточника, доллар/т, тенге/т, сом/т;  $ВП$  – годовой объем производства сельскохозяйственной продукции.

Потери вследствие недополучения продукции рассчитываются по формуле:

$$\mathcal{E}_c = \Delta ВП \times \left[ (C_2 - C_1) + \frac{K}{(1+r)^t} \right], \quad (6)$$

где  $C_1$  и  $C_2$  – ежегодные издержки на производство продукции, соответственно до и после загрязнения водоисточника, доллар США, тенге или сом;  $\Delta ВП$  – снижение годового производства продукции при загрязнении водного источника и снижении плодородия почв;  $K$  – увеличение удельных капитальных вложений у водопотребителя при загрязненном водоисточнике и потере плодородия почв;  $r$  – норма дисконта;  $t$  – номер шага расчета.

Экономическая оценка годового ущерба от годичного сброса загрязненных примесей в водохозяйственный участок определяется по формуле [7]:

$$\mathcal{E}_л = 144 \times \bar{b}_к \times M, \quad (7)$$

где  $b_k$  – константа, характеризующая водохозяйственные участки бассейна рек;  $M$  – приведенная масса годового сброса примесей источником загрязнения в водный источник, усл. т/год.

Величина  $M$  определяется по формуле [7]:

$$M = \sum_N A_i \times m_i, \quad (8)$$

где  $i$  – порядковый номер сбрасываемых примесей;  $m_i$  – общая масса годового сброса  $i$ -ой примеси, т/год;  $N$  – общее число примесей, сбрасываемых в водный источник;  $A_i$  – показатель относительной опасности сброса  $i$ -го вещества в водоемы, усл. т/год.

В свою очередь величина каждого загрязняющего вещества определяется по формуле [7]:

$$A_i = 1 / ПДК_{p/x_i}, \quad (9)$$

где  $ПДК_{p/x_i}$  – предельно допустимая концентрация  $i$ -го вещества в воде, используемой для рыбохозяйственных целей, т/м<sup>3</sup>.

Затраты на восстановление природной среды выражаются формулой:

$$\mathcal{E}_s = (C_{s1} - C_{s2}) \times W_i, \quad (10)$$

где  $C_{s1}$  и  $C_{s2}$  – себестоимость очистки в расчете на 1 м<sup>3</sup> воды до и после проведения отдельных этапов водоохраных мероприятий, доллар США, тенге или сом;  $W_i$  – объем загрязненных вод, м<sup>3</sup>.

Социально-экономический ущерб в связи с повышенной заболеваемостью определяется методом прямого счета, который заключается в сопоставлении показателей заболеваемости в исследуемом загрязненном и контрольном (незагрязненном) районах. При этом ущерб в связи с повышенной заболеваемостью ( $\mathcal{E}_z$ ) рассчитывается как сумма стоимости «непроизведенной» продукции и расходов на лечение:

$$\mathcal{E}_z = H + C_1 + C_2, \quad (11)$$

где  $H$  – стоимость недоданной продукции, доллар США, тенге или сом;  $C_1$  – средства, затраченные на лечение в стационаре, тенге;  $C_2$  – средства, затраченные на диспансеризацию больных, доллар США, тенге или сом.

$$\text{При этом: } H = B \times П_{pд}, \quad (12)$$

здесь  $B$  – средняя выработка одного работающего в день, доллар США, тенге или сом;  $P_{p\delta}$  – число потерянных рабочих дней вследствие нетрудоспособности в связи с повышенной заболеваемостью:

$$C_1 = K \times D, \quad (13)$$

где  $K$  – стоимость койко-дней в стационаре, доллар США, тенге или сом;  $D$  – число дней пребывания в стационаре;

$$C_2 = K_1 \cdot D_1, \quad (14)$$

где  $K_1$  – стоимость одного посещения врача, доллар США, тенге или сом;  $D_1$  – длительность диспансеризации.

Потери вследствие миграции населения, вызванной ухудшением состояния природной среды ( $\mathcal{E}C_n$ ), определяются как сумма произведенной продукции и затрат на компенсацию:

$$\mathcal{E}C_n = H_1 + Z_k = (B_2 \times P_p) + (K_p \times P), \quad (15)$$

где  $H_1$  – стоимость произведенной продукции в связи с миграцией населения, доллар США, тенге или сом;  $Z_k$  – затраты на компенсацию вследствие миграции населения, вызванной ухудшением состояния природной среды, доллар США, тенге или сом;  $B_2$  – среднегодовая выработка одного работающего, доллар США, тенге или сом;  $P_p$  – текучесть кадров в связи с ухудшением состояния природной среды, чел;  $K_p$  – размер компенсационного расхода, получаемого вследствие миграции, доллар США/чел, тенге/чел или сом/чел;  $P$  – количество людей, изменяющих место жительства в связи с ухудшением состояния природной среды, чел.

Затраты на дополнительный отдых, необходимый из-за неудовлетворительного состояния природной среды ( $\mathcal{E}C_o$ ), определяем из следующей суммы:

$$\mathcal{E}C_o = H + C_3 = B \times P_o + K_c \times D_n, \quad (16)$$

где  $B$  – дневная выработка одного работника, доллар США, тенге или сом;  $P_o$  – число потерянных рабочих дней для дополнительного отдыха, необходимого из-за неудовлетворительного состояния природной среды;  $K_c$  – стоимость одного койко-дня в домах отдыха и курортах-санаториях

доллар США/день, тенге/день или сом/день ;  $D_o$  – число дней пребывания в доме отдыха и курорте-санатории.

Наиболее сложным является определение социального ущерба ( $C$ ) от загрязнения и истощения водных ресурсов. Поскольку плата за социальный ущерб от загрязнения окружающей среды не установлена, ее ориентировочно можно определить на основе нормативов стоимости новых земель как средства производства в народном хозяйстве, то есть:

$$C = (C_s + C_n + C_k) = F \left[ C_o + K \frac{1}{(1+r)^t} \right], \quad (17)$$

где  $F$  – площадь зоны отдыха в бассейне реки, га;  $C_o$  – стоимость земель, доллар США/га, тенге/га или сом/га;  $K$  – капитальные вложения, затраченные на восстановление экологической ситуации в зоне отдыха, доллар США/га, тенге/га или сом/га.

Таким образом, при использовании водно-земельных ресурсов бассейнов рек необходимо определить ущерб, нанесенный компонентом природной системы в результате антропогенной деятельности человека, чтобы с эколого-экономической позиции оценить его необходимость.

Антропогенная деятельность человека или создание природно-технических комплексов в природных системах, в любом случае приводит к изменению естественных их состояний, то есть к природообустройству для улучшения их уровня управляемости и потребительской их способности.

В бассейне многих трансграничных рек, с целью повышения потребительской стоимости водных ресурсов, для регулирования их стоков построены водохранилища или гидроузлы многоцелевого использования природных ресурсов. Такой режим функционирования трансграничных рек, с одной стороны, помог повышению водообеспеченности староорошаемых земель и освоению новых земель, также и за счет ирригационных попусков выработки электрических энергии, с другой стороны, за счет затопления огромных территории при создании водохранилищ сезонного и многолетнего регулирования высокопродуктивные пастбища и сенокосы остались затопленными.

При таком переустройстве функционирования с параллельно повышением потребительской стоимости природных ресурсов за счет разрушения естественных ландшафтов также появились ущербы, которые необходимо учитывать при оценке эффективности использования водных ресур-

сов бассейна трансграничных рек. В связи этим, при определении общего ущерба [8], возникает необходимость дополнительно определить следующие виды экономического ущерба:

- в верховьях трансграничных рек в зоне строительства водохранилища ущерб, получаемый за счет затопления и подтопления сельскохозяйственных угодий, и энергетический ущерб в связи с отказом выработки энергии в зимний период ввиду наполнения водохранилища;

- ущерб в низовьях трансграничных рек в связи сокращением площадей естественных пастбищ и сенокосов из-за уменьшения объема транзитных и паводковых стоков.

При этом ежегодный экономический ущерб ( $Y_{ц}^e$ ), наносимый государству в зоне расположения водохранилищ в верховьях трансграничных рек, где водохранилище работает в ирригационном режиме, определяется по формуле [1]:

$$Y_{ц}^e = Y_{цз}^e + Y_{цэн}^e, \quad (18)$$

где  $Y_{цз}^e$  – величина ежегодного ущерба от затопления и подтопления земель, связанных с созданием водохранилища, доллар США, тенге или сом;  $Y_{цэн}^e$  – величина ежегодного энергетического ущерба при ирригационном режиме работы водохранилища, доллар США, тенге или сом.

Величина ежегодного ущерба от затопления и подтопления земель определяется:

$$Y_{цз}^e = (D_i \times S_з + D_i \times K \times S_n) \frac{W_b}{W_n}, \quad (19)$$

где  $D_i$  – валовой доход на один структурный гектар орошаемых земель;  $S_з$  – площадь затопляемых сельскохозяйственных угодий, га;  $S_n$  – площадь подтопляемых земель, га;  $K$  – доля потерь дохода, вызванного подтоплением;  $W_b$  – объем воды, использованный для орошения сельскохозяйственных угодий государствами, расположенными в верховьях трансграничных рек и эксплуатирующими водохранилища, м<sup>3</sup>;  $W_n$  – полезный объем водохранилища, м<sup>3</sup>.

Ущерб от отказа дополнительной выработки электроэнергии в зимний период ( $Y_{цз}^e$ ) определяется по формуле:

$$Y_{уз}^g = \mathcal{E} \times \Pi_3 - W_3 \times \Pi_g, \quad (20)$$

где  $\Pi_3$  – стоимость 1 кВт.ч электроэнергии, доллар США, тенге или сом;  $\Pi_g$  – тарифная стоимость 1м<sup>3</sup> воды, доллар США, тенге или сом;  $W_3$  – объем накопленной воды в водохранилище, неиспользованный для выработки электроэнергии, м<sup>3</sup>;  $\mathcal{E}$  – ежегодная дополнительная выработка электроэнергии в зимний период, кВт.ч.

Ежегодный экономический ущерб ( $Y_{иц}^h$ ), наносимый низовьям трансграничных рек за счет создания водохранилища сезонного или многолетнего регулирования, определяется по формуле:

$$Y_{иц}^h = Y_{ип}^h + Y_{иц}^h + Y_{ио}^h, \quad (21)$$

где  $Y_{ип}^h$  – величина ежегодного ущерба от потери продуктивности пастбища, доллар США, тенге или сом;  $Y_{иц}^h$  – величина ежегодного ущерба от потери продуктивности сенокоса, доллар США, тенге или сом;  $Y_{ио}^h$  – величина ежегодного ущерба от опустынивания в низовьях реки, доллар США, тенге или сом.

Величина ежегодного ущерба от потери продуктивности пастбища определяется по формуле:

$$Y_{ип}^h = (Y_{до}^n - Y_{но}^n) \times F_n \times \Pi_m \times K_e, \quad (22)$$

где  $Y_{до}^n$  и  $Y_{но}^n$  – продуктивность пастбища в низовьях трансграничных рек до и после строительства водохранилища, т/га;  $F_n$  – площадь пастбища, га;  $\Pi_m$  – стоимость кормовой единицы, доллар США, тенге или сом;  $K_e$  – коэффициент перевода на кормовую единицу.

Величина ежегодного ущерба от потери продуктивности сенокоса определяется по формуле:

$$Y_{иц}^h = (Y_{до}^c - Y_{но}^c) \times F_c \times \Pi_m, \quad (23)$$

где  $Y_{до}^c$  и  $Y_{но}^c$  – продуктивность сенокоса в низовьях трансграничных рек до и после строительства водохранилища, т/га;  $F_c$  – площадь сенокоса;  $\Pi_m$  – закупочная цена травы, доллар США/т, тенге/т или сом/т.

Величина ежегодного ущерба опустынивания в низовьях трансграничных рек определяется по формуле:

$$Y_{цо}^u = F_o \times C_3, \quad (24)$$

где  $C_3$  – тарифная стоимость земли, доллар США/га, тенге/га или сом/га;  
 $F_o$  – площадь ежегодного опустынивания, га.

При определении ежегодного ущерба от затопления, подтопления и опустынивания ущерб, отнесенный на ирригацию, определяется по формуле:

$$Y_{ц}^u = Y_{ц}^i \times K_i, \quad (25)$$

где  $Y_{ц}^u$  – ущерб, отнесенный на ирригацию, при затоплении, подтоплении и опустынивании, доллар США, тенге или сом;  $Y_{ц}^i$  – ежегодный ущерб от затопления, подтопления и опустынивания, доллар США, тенге или сом;  
 $K_i$  – коэффициент, учитывающий влияние ирригации на формирование биомассы растительного покрова ландшафтов.

Таким образом, чтобы обеспечить сбалансированность и равноправное использование водных ресурсов трансграничных рек возникает необходимость в определении всех видов дополнительной прибыли и ущерба, получаемых в результате антропогенной деятельности человека. Разработанная комплексная методика оценки экономического ущерба, получаемого государствами, расположенными в бассейне трансграничных рек, обеспечивает более точный учет ущерба, получаемого отдельными государствами в результате зарегулирования стока рек путем строительства водохранилищ, работающих в ирригационно-энергетическом режиме.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асанбеков А.Т., Маматканов Д.М., Шавва К.И., Шапар А.К. Экономический механизм управления трансграничными водными ресурсами и основные положения стратегии межгосударственного деления. - Бишкек, 2000. – 48 с.
2. Мустафаев Ж.С. Почвенно-экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель в Казахстане. – Алматы: Изд-во «Гылым», 1997.- 358 с.
3. Козыкеева А.Т. Пути улучшения почвенно-мелиоративной и экологической обстановки в низовьях реки Сырдарья: автореферат канд.техн. наук.- Тараз, 1998.- 24 с.

4. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Мустафаева Л.Ж. Оценка социально-экономического ущерба от загрязнения водных ресурсов //Водные ресурсы: опыт использования и проблемы. – Тараз, 1997. – С. 82-85.

5. Мустафаева Л.Ж., Сейдулаев М.А. Эколого-экономическое использование водных и земельных ресурсов рек (на примере реки Сырдарья): Аналитический обзор. – Тараз, 2003. – 80 с.

6. Койбагарова К.Б. Методика расчета ущерба при комплексном использовании водных ресурсов трансграничных рек // Вестник ТарГУ им М.Х. Дулати / Природопользование и проблемы антропосферы, 2004.- №3 (15).- С. 85-88.

7. Временная типовая методика определения экономической эффективности природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды.- М., 1983. -124 с.

8. Ибатуллин С.Р., Мустафаев Ж.С., Койбагарова К.Б. Сбалансированное использование водных ресурсов трансграничных рек.- Тараз, 2005.- 112 с.

Таразский государственный университет им. М. Х. Дулати, г. Тараз

Комитет по водным ресурсам МСХ РК, г. Астана

ДГП Научно-исследовательский институт водного хозяйства, г. Тараз

#### **ТРАНСШЕКАРАЛЫҚ ӨЗЕНДЕРДІҢ СУЫН ПАЙДАЛАНУ КЕЗІНДЕГІ ШЫҒЫНДЫ КЕШЕНДІ БАҒАЛАУ ӘДІСТЕМЕСІ**

Техн. ғылым. докторы

Техн. ғылым. канд.

Техн. ғылым. канд.

Техн. ғылым. канд.

Ж.С. Мұстафаев

А.Д. Рябцев

С.Р. Ибатуллин

А.Т. Қозыкеева

К.Б. Қойбағарова

Л.Ж. Мұстафаева

К.Ж. Мұстафаев

О.Т. Телеуов

*Антропогендік іс-әрекеттің және трансшекаралық өзендердің су ресурстарын пайдалану нәтижесіндегі экономикалық, экологиялық және әлеуметтік шығынды анықтаудың кешенді әдістемесі қарастырылады.*