

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ НОРМ ПОПУСКОВ ВОДЫ В НИЗОВЬЯХ РЕК

**Ж.С. Мустафаев, К.Ж. Мустафаев,
К.Б. Койбагарова**

(Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Республика Казахстан)

Keywords: methodology, ecology, water, river, norm, augmentation, regime, nature, volume, ecosystems, water consumption, sanitary augmentation.

Summary: On the base on the analysis and systematization of existing methodical approaches of determination of ecological augmentation in river basins there is a developed methodology of the estimation of augmentation's ecological norms, which provide ecological stability of the landscape system in the rivers' lower reaches.

Развитие науки природопользования как научное обоснование использования природных ресурсов, обеспечивающих растущие потребности человеческой цивилизации, происходило, с одной стороны, за счет прогрессивного развития общества, с другой – непрерывного роста населения планеты Земля. При этом преобразование естественных режимов природной системы обеспечивает доступ к природным ресурсам и способствует решению многих социально-экономических проблем человечества, одновременно вносит в природу ряд нежелательных побочных изменений. Многоплановость таких воздействий на природную систему, а также слабая изученность их влияния на реакцию среды обитания человека делает эту проблему трудноразрешимой. В результате в XXI веке потенциальные последствия изменений природной системы в условиях жесткой антропогенной деятельности человечества представляют реальную угрозу устойчивому развитию человеческой цивилизации. Таким образом, система природопользования как диалектический процесс единства и борьбы противоположностей требует необходимости экологического обоснования допустимых уровней воздействия на природную систему, обеспечивающих сбалансированное использование природных ресурсов и экологическое равновесие природной системы в пространственно-временных масштабах.

Важнейшим элементом водохозяйственного баланса практически всех зарегулированных речных систем, особенно в бассейнах трансграничных рек, являются специальные попуски воды: санитарные и экологические, энергетические, транспортные, режимные (предназначенные для выноса из бассейна избытков солей и наносов; обеспечивающие благоприятный ледовый режим); питающие водой внутренние водоемы, которые замыкают речные системы.

Из всех попусков воды только два поддаются точному обоснованию: энергетический и транспортный. Для каждого из них существуют объективные однозначные зависимости между ожидаемым эффектом и объемом (режимом) пуска. Менее очевидна зависимость между режимом пуска и характеристиками качества воды, экологическим состоянием водного объекта, продуктивностью экосистем, рекреационными условиями [1].

Суждения о потребных экологических попусках для улучшения условий функционирования сложившихся экосистем носят субъективный, качественный характер, что обусловлено сложностью зависимостей объема и режима пуска от экологического эффекта. При этом важность назначения объема, режима, сроков осуществления экологического пуска трудно переоценить: занижение объема может привести к деградации водной экосистемы, а завышение грозит существенным материальным ущербом. В этом направлении большую работу выполнили: В.С. Ковалевский, Д.Я. Раткович [2], А.В. Яцык [3], Б.В. Фащевский [4], И.П. Айдаров, Е.В. Венецианов, Д.Я. Раткович [1], М.Ж. Бурлибаев [5], С.Р. Ибатуллин, Ж.С. Мустафаев, К.Б. Койбагарова [6] (табл. 9). Поэтому при использовании водных ресурсов трансграничных рек для сохранения экологического равновесия и обеспечения социальных нужд

населения в низовьях рек так называемый санитарный попуск должен быть не менее 30 % от минимальных расходов или амплитуд 30–40-летних природных ритмов водотока [7], то есть:

$$Q_{Ci} = (0.25 - 0.30) \cdot Q_{\min i} \text{ или } Q_{Ci} = \Delta Q_i,$$

где Q_{Ci} – неизымаемый расход реки, обеспечивающий сохранение экологического равновесия, м³/с; $Q_{\min i}$ – минимальный расход реки 30–40-летних природных ритмов, м³/с; ΔQ_i – расход реки, соответствующий амплитуде 30–40-летних природных ритмов, м³/с.

Для эколого-экономического обоснования предельно допустимого уровня использования природных ресурсов в условиях антропогенной деятельности необходимы ретроспективный анализ состояния компонентов природной системы и долгосрочный прогноз ожидаемых последствий от воздействия на них различных мероприятий. В качестве такового могут быть использованы методологии оценки экологической и экономической эффективности использования водно-земельных ресурсов речных бассейнов [1; 2]: коэффициент экономической устойчивости природной системы речных бассейнов в виде:

$$K_{\mathcal{E}} = Z(x) / Z_n(x),$$

где $Z(x)$ – суммарный эффект; $Z_n(x)$ – общая прибыль природно-технического комплекса; коэффициент эколого-экономической устойчивости природной системы речных бассейнов

$K_{\mathcal{E}}^{np} = \lambda \cdot K_{\mathcal{E}}^{max} + (1 - \lambda) \cdot K_{\mathcal{E}}^{min}$, где $K_{\mathcal{E}}^{max}$ – максимально возможное значение коэффициента экономической устойчивости природной системы бассейна рек; $K_{\mathcal{E}}^{min}$ – минимальное значение коэффициента экономической устойчивости природной системы бассейна рек; $\lambda = 1 - \Delta \mathcal{E}$, где $\Delta \mathcal{E}$ – экологическое состояние природной системы речных бассейнов.

Исходя из такого подхода можно определить экологически допустимые нормы расхода воды (ΔQ_{ij}^o) и стока (ΔW_{ij}^o) изъятия речных вод по каждому из месяцев внутри года в бассейнах рек по зависимости: $\Delta Q_{ij}^o = K_{\mathcal{E}}^{np} \cdot Q_{ij}$ или $\Delta W_{ij}^o = K_{\mathcal{E}}^{np} \cdot W_{ij}$, а экологический попуск в низовьях реки – по формуле: $\Delta Q_{ij}^n = (1 - K_{\mathcal{E}}^{np}) \cdot Q_{ij}$ или $\Delta W_{ij}^n = (1 - K_{\mathcal{E}}^{np}) \cdot W_{ij}$ (где Q_{ij} и W_{ij} – расход воды в реке в i -том месяце j -го года).

Таким образом, экологический попуск в низовьях реки (расход ΔQ_{ij}^o) и стока (ΔW_{ij}^o), сегодня должен быть не какой-то обособленной формой восприятия человеком реальности, а системой взглядов на внешний мир, где наряду с философскими, научными, политическими, нравственными, эстетическими и другими ценностями присутствуют экологические ценности, предусматривающие настоятельную необходимость бережного отношения к природе в интересах не только живущих, но и будущих поколений, для которых природа останется таким же источником материальных ресурсов.

Если в бассейнах рек имеются естественные водопотребители, то есть замкнутые озера или моря, тогда экологический попуск ($\Delta Q_{ij}^{кен}$) определяют исходя из экологической водопотребности замкнутых озерных или морских систем ($\Delta Q_M^{\mathcal{E}}$). Для определения водопотребности в естественных замкнутых озерных или морских системах можно использовать уравнение водного баланса для некоторого интервала времени ($\pm \Delta Q_M$) в виде:

$$\pm \Delta Q_M = E_o - (W_c + O_c),$$

где W_c , O_c и E_o – соответственно средние годовые значения стока рек, атмосферных осадков на поверхность озера или моря, испарения с его поверхности; $\pm \Delta Q_M$ – изменение объема воды в озере или море за тот же интервал времени.

Экологическая устойчивость замкнутых озерных и морских систем оценивается в сравнении с естественной благоприятной экологической обстановкой, то есть с развитием отрицательных процессов в пространственно-временном аспекте под влиянием природных и техногенных нагрузок. При этом экологически допустимый сдвиг в структуре водного баланса замкнутых озерных и морских систем определяют в пределах 10–20 % амплитуд 30–40-летних естественных ритмов, ритмы 80–90-летние должны покрывать эти сдвиги, обеспечивая нормальное функционирование озерных или морских систем.

Минимальный и максимальный экологически допустимые сдвиги в структуре водного баланса замкнутых озерных и морских систем могут быть выражены следующими математическими зависимостями: $-\Delta Q_M^{\min} = \Delta Q_M \cdot K_{\lim}; \Delta Q_M^{\max} = \Delta Q_M \cdot K_{\lim}; 1.25 \geq K_{\lim} \geq 0.75$, где $K_{\lim}$ – коэффициент, характеризующий амплитуду сдвига структуры водного баланса замкнутых озерных и морских систем 30–40-летних естественных ритмов.

С одной стороны, амплитуда сдвига структуры водного баланса замкнутых озерных и морских систем 30–40-летних естественных ритмов в абсолютных величинах должна быть равна между собой, то есть:

$$\sum(-\Delta Q_M^{\min}) = \sum(\Delta Q_M^{\max})$$

С другой стороны, амплитуда сдвига структуры водного баланса замкнутых озерных и морских систем 30–40-летних естественных ритмов (ΔQ_M) не должна быть меньше экологического попуска (ΔQ_{ij}^{ken}) бассейна трансграничных рек, то есть:

$$\Delta Q_{ij}^{ken} \geq \Delta Q_M$$

На реках аридной зоны часто возникают определенные сбросы коллекторно-дренажных стоков (Q_{ij}^d) и сточных вод городов и промышленных объектов (Q_{ij}^c), которые приводят к угрозе недопустимого осолонцевания и загрязнения воды. Сброс возвратных вод даже в ту же реку всегда осуществляется ниже водозабора по течению, что требует необходимости учета определения экологически допустимых попусков воды в низовья, особенно в трансграничных реках. Поэтому при сбросе возвратных вод ($Q_{ij}^d + Q_{ij}^c$) в бассейнах трансграничных рек государство, осуществляющее сброс, должно производить соответствующие попуски за счет выделенного ему гарантированного расхода воды:

$$Q_{ijl}^6 = \alpha_{ijl} \cdot Q_{ij} \quad \text{или} \quad W_{ijl}^6 = \alpha_{ijl} \cdot W_{ij},$$

где α_{ijl} – доля водозабора из реки l -ного государства в i -тый месяц j -го года; Q_{ijl}^6 или W_{ijl}^6 – гарантированный расход воды или сток, выделенный l -ному государству в i -тый месяц j -го года в рамках совместного использования водных ресурсов трансграничных рек, которые оцениваются по необходимым величинам, обеспечивающим разбавление солесодержащих возвратных вод.

Объем этих дополнительных попусков (ΔQ_{ijl}^{dn}) определяют с учетом минерализации возвратных дренажных и сточных вод, сбрасываемых в бассейн рек:

$$\Delta Q_{ijl}^{dn} = K_{co} [Q_{ijl}^d (C_{ijl}^d / C_{don}) + Q_{ijl}^c (C_{ijl}^c / C_{don})],$$

где K_{co} – коэффициент, характеризующий самоочищение экосистемы в бассейнах рек; C_{ijl}^d – минерализация коллекторно-дренажных вод, сбрасываемых l -ному государству в i -тый ме-

сяц j -го года; C_{ijl}^C – минерализация сточных вод, сбрасываемых l -ному государству в i -тый месяц j -го года; $C_{дон}$ – экологически допустимая минерализация воды в водоисточниках.

Таким образом, комплексный экологический попуск ($\Delta Q_{ij}^{кэн}$) должен включать в себя, кроме экологически допустимых норм попуска (ΔQ_{ij}^n), дополнительный попуск ($\Delta Q_{ijl}^{дн}$ или $\Delta W_{ijl}^{дн}$), обеспечивающий сохранение способности экосистем к саморегулированию, самоочищению и самовоссозданию:

$$\Delta Q_{ij}^{кэн} = \Delta Q_{ijl}^n + \Delta Q_{ijl}^{дн} \text{ или } \Delta W_{ij}^{кэн} = \Delta W_{ijl}^n + \Delta W_{ijl}^{дн}.$$

При жестком соблюдении предлагаемых принципов обоснования экологического попуска в низовья реки можно обеспечить возрождение и восстановление жизнедеятельности экосистемы в пределах речного бассейна и её функционирования как среды обитания человека. Подобный принцип управления водозабором в бассейнах трансграничных рек позволит избежать недопустимого снижения минимальных бытовых расходов рек и сохранить тем самым экологическое равновесие в геосистемах.

Мы считаем, что в рассматриваемой проблеме экологически безопасного использования водных ресурсов трансграничных рек, несмотря на всю ее важность и актуальность, еще недостаточно разработаны механизмы ее реализации и требуются дальнейшие целенаправленные научные исследования. Однако, учитывая необходимость безотлагательного принятия решений по экологически допустимым нормам попусков или изъятия воды из источников, особенно в бассейнах трансграничных рек, следует исходить из предлагаемой методологии, разработанной на основе сбалансированного использования природных ресурсов и законов Природы.

Литература

1. Айдаров И.П., Венецианов Е.В., Раткович Д.Я. К проблеме экологического возрождения речных бассейнов // Водные ресурсы. 2002. Т. 29. № 2. С. 240–252.
2. Ковалевский В.С., Раткович Д.Я. Об экологически допустимых изъятиях речных вод // Водные ресурсы. 2003. Т. 30. № 1. С. 117–122.
3. Яцык А.В. Экологические основы рационального водопользования. Киев: Генеза, 1997. 640 с.
4. Фащевский Б.В. Основы экологической гидрологии. М.: Экономист, 1998. 239 с.
5. Бурлибаев М.Ж. О принципах допустимого объема изъятия речных вод и обоснования экологического стока рек // Гидрометеорология и экология. 2003. № 4. С. 88–101.
6. Ибатуллин С.Р., Мустафаев Ж.С., Койбагарова К.Б. Методика оценки экологических норм попусков воды в низовьях рек // Наука и образование Южного Казахстана. 2004. № (2) 37. С. 149–154.
7. Парфенова Н.И., Решеткина Н.М. Экологические принципы регулирования гидро-геохимического режима орошаемых земель. СПб.: Гидрометеиздат, 1995. 360 с.
8. Мустафаев Ж.С., Мустафаев К.Ж., Ешмаханов М.К. Проблемы гидроэкологии: количественная оценка состояния и устойчивости ландшафта. Тараз, 2010. 135 с.
9. Мустафаев Ж.С., Мустафаев К.Ж. Методологические основы оценки предельно-допустимого использования природных ресурсов: аналит. обзор. Тараз, 2011. 45 с.