

Гидротехника, гидравлика и геоэкология

УДК 502.656

УЧЁТ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ ПРИ ИНТЕГРИРОВАННОМ УПРАВЛЕНИИ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК

*Арыстанова А. Б., докторант PhD¹, Козыкеева А. Т., д-р техн. наук, доцент¹,
Таженова А. И., студент магистратуры¹,*

¹Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан

Аннотация. На основе систематизации и системного анализа интегральных критериев для оценки качества параметров среды обитания человека обоснована необходимость комплексного учёта геоэкологических ограничений при интегрированном управлении водными ресурсами трансграничных рек, который способствовал формированию методического подхода и выбора интегральных параметров, использующиеся для оценки водохозяйственных (качества воды), экологических (среды обитания человека), техногенных (антропогенной нагрузки) и гидрологических (показатель удельной водообеспеченности) факторов, обеспечивающих равноправное, справедливое и разумное использование водных ресурсов трансграничных рек всеми природными и производственными водопотребителями.

Ключевые слова: геоэкономическое ограничение, интегрированное управление, водохозяйственные факторы, экологические факторы, техногенные факторы, гидрологические факторы.

GEOECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE JAJIK RIVER DRAINAGE WITHIN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

*Arystanova A. B., Doctoral Candidate PhD¹,
Kozykeyeva A. T., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor¹,
Tazhenova A. I., Master's degree student¹,*

¹Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan

Abstract. Based on the systematization and systematic analysis of integral criteria for assessing the quality of human environment parameters, the need for a comprehensive consideration of geoecological restrictions in the integrated management of transboundary river water resources is substantiated, which contributed to the formation of a methodological approach and the selection of integrated parameters used to assess water management (water quality), environmental (human environment), man-made (anthropogenic pressure) and hydrological (specific water availability indicator) factors ensuring equal, fair and reasonable use of water resources of transboundary rivers by all natural and industrial water consumers.

Key words: geo-economic restriction, integrated management, water management factors, environmental factors, technogenic factors, hydrological factors.

Введение. При совместном использовании водных ресурсов водосборов бассейнов трансграничных рек накопилось много неразрешённых экологических и социально-экономических проблем, требующих своего неотложного решения. В значительной мере это обусловлено сложной организацией управлением водными ресурсами, мощной средообразующей и экологической функцией этого вида природопользования, а также отсутствием цельной межгосударственной концепции и системного подхода. Освоено в условиях появления различных видов управления: то есть бассейновое управление водными ресурсами (БУВР), комплексное управление водными ресурсами

(КУВР) и интегрированное управление водными ресурсами (ИУВР).

Установлено, что при любом виде управления водными ресурсами, особенно трансграничных рек, сталкиваются интересы различных государств, расположенных в водосборных территориях бассейна реки. Необходимо учитывать ряд факторов, подтверждающих необходимость и целесообразность их экологических и социально-экономических точек зрения, где учитываются интересы населяющих на протяжении тысячелетиями людей, которые служили для них мощным стимулом духовного развития. Однако проблема методологического обеспечения учёта геоэкологических ограничений при управлении водными ресурсами стоит по-прежнему остро, поскольку ещё многие вопросы не получили достаточного научного обоснования.

Под геоэкологическими ограничениями при интегрированном управлении водными ресурсами понимается требования и критерии экологического допустимого использования водных ресурсов трансграничных рек с целью сохранения устойчивости и стабильности водной среды как среды обитания человека в пространственно-временном масштабе, для обеспечения средо- и ресурсовоспроизводящих функций [1, 2].

Цель исследования – обоснование необходимости комплексного учёта геоэкологических ограничений при интегрированном управлении водными ресурсами, включающих методологический подход и выбор интегральных параметров, использование водохозяйственных, экологических и гидрогеологических факторов, обуславливающих предельно-допустимый уровень использования природно-ресурсного потенциала речных бассейнов в процессе выполнения стокообразующих, средообразующих и производственных функций.

Методы и материалы исследования. В мировом масштабе считают, что, во-первых, ИУВР является гибким инструментом для решения проблем, связанных с использованием водных ресурсов, и оптимизации влияния водных ресурсов на устойчивое развитие, во-вторых, ИУВР не является самоцелью, а служит для совершенствования структур управления водными ресурсами, способствуя принятию правильных решений при реагировании на изменения потребностей и ситуаций. При этом ИУВР ищет возможность обеспечения развития и управления водными ресурсами на основе разумного, равноправного и справедливого использования водных ресурсов в соответствии с концепцией, принятой на Повестке дня XXI века ООН в Рио-де-Жанейро, как научной основы методологического подхода при обосновании выбора интегральных критериев, обеспечивающих экологические и социально-экономические интересы государств, расположенных в водосборах бассейнов трансграничных рек в пространственно-временном масштабе.

Результаты исследования. При водохозяйственной оценке в качестве интегральных критериев геоэкологических ограничений в интегрированном управлении водными ресурсами в водосборах бассейнов трансграничных рек, обусловленного обеспечением качества вод в пространственно-временном масштабе, можно использовать коэффициент предельной загрязнённости ($K_{пз}$) В.В. Шабанова (таблица 1) [3].

Таблица 1 – Классификация качества воды по показателю коэффициента предельной загрязнённости ($K_{пз}$) [3]

Очень чистая	Чистая	Умеренно чистая	Загрязнённая	Грязная	Очень грязная
< -0,80	-0,80-0,0	0,0-1,0	1,0-3,0	3,0-5,0	> 5,0

При этом индекс Шеннона (H) отражает разнообразие и степень сложности структуры: сложно организованные сообщества, более разнообразные характеризуются высокими значениями индекса и, наоборот, чем более простое по структуре сообщество, тем выше степень доминирования видов и тем меньше значение индекса. Индекс Шеннона (H) может рассматриваться как одна из интегральных характеристик структуры системы, который изменяется во времени в зависимости от качественных и количественных изменений факторов среды, то есть это эволюционные процессы, протекающие в течение длительных отрезков времени (таблица 2) [4].

Таблица 2 – Классификация качества воды по индексу Шеннона (H) [4]

Трофность					
олиго-трофные	мезо-трофные	мезо-эвтрофные	эвтрофные	поли-эвтрофные	гипер-эвтрофные
3,06-1,89	1,89-1,69	1,69-1,52	1,52-1,35	1,35-1,25	1,25-1,11

Для оценки экологического состояния водной экосистемы водосбора бассейна реки можно использовать зависимость индекса Шеннона (H) от коэффициента предельной загрязнённости ($K_{пз}$) В.В. Шабанова [3], который имеет следующий вид: $H = 3,06 \cdot \exp[-0.23(K_{пз} + 2)]$.

В качестве интегральных критериев *геоэкологического ограничения при оценке антропогенных или техногенных нагрузок* при интегрированном управлении водными ресурсами в водосборах бассейнов трансграничных рек, обусловленных демографическими, промышленными и сельскохозяйственными факторами, характеризующими техногенную нагрузку в результате хозяйственной деятельности в пространственно-временном масштабе, можно использовать обобщённый показатель техногенных нагрузок ($K_{тн}$) Ж.С. Мустафаева и А.Т. Козыжеевой [5], полученный на основе методологического подхода А.Г. Исаченко, где антропогенная нагрузка определялась как совокупное среднеарифметическое значение баллов демографической, промышленной и сельскохозяйственной нагрузок (таблица 3) [6].

При оценке экологической ситуации в водосборных территориях речных бассейнов в результате антропогенной или хозяйственной деятельности в качестве геоэкологического ограничения при интегрированном управлении водными ресурсами в водосборах бассейнов трансграничных рек можно использовать показатели количественной оценки экологической ситуации природной среды ($\bar{\Xi}_K$), сформированные Ж.С. Мустафаевым на основе спектра биологических откликов организма в ответ на внешние воздействия (таблица 4) [7].

Таблица 3 – Шкала основного и интегрального показателя ($K_{тн}$), характеризующего количественное значение антропогенных нагрузок

Интенсивность нагрузки, баллы	Показатели				$K_{тн}$
	Плотность населения, чел/км ²	Плотность промышленного производства, тыс. долл/км ²	Распаханность, %	Животноводческая нагрузка, усл. гол/км ²	
Незначительная или отсутствует (I)	0,00	0,00	0,00	0,00	> 0,000
Очень низкая (II)	< 0,10	< 0,35	< 0,10	< 0,10	0,000
Низкая (III)	0,2-1,0	0,36-3,5	0,2-1,0	0,2-1,0	0,002
Пониженная (IV)	1,1-5,0	3,6-35,0	1,10-5,0	1,1-2,0	0,089
Средняя (V)	5,1-10,0	36,0-105,0	5,1-15,0	2,1-3,0	0,135
Повышенная (VI)	10,1-25,0	106,0-140,0	15,1-40,0	3,1-6,0	0,383
Высокая (VII)	25,1-50,0	141,0-170,0	40,1-60,0	6,1-10,0	0,556
Очень высокая (VIII)	> 50,0	> 170,0	> 60,0	> 10,0	> 0,729

Таблица 4 – Показатель количественной оценки экологической ситуации природной среды ($\bar{\Xi}_k$)

Индекс градации	Характер биологического отклика	Уровень опасности	$\bar{\Xi}_k$
0	Смерть	Чрезвычайно опасно	1,0
1	Наличие заболевания организма	Очень опасно	0,64-0,80
2	Наличие физиологических признаков болезни	Умеренно опасно	0,48-0,64
3	Наличие физиологических и других сдвигов	Мало опасно	0,32-0,48
4	Появление химических веществ в органах и тканях, не вызывающих каких-либо сдвигов	Условно опасно	0,16-0,32
5	Отсутствие признаков неблагоприятного влияния	Неопасно	< 0,16

Гидрологические ограничения при интегрированном управлении водными ресурсами в водосборах бассейнов трансграничных рек, обеспечивающих их экологическую безопасность, используются следующие интегральные показатели: удельная водообеспеченность территории, объёмы экологического стока и предельно-допустимого уровня изъятия стока.

Оптимизация экологического состояния в низовьях водосборных территорий речных бассейнов сводится к формированию и поддержанию такого соотношения водных и околосредовых экосистем, которое обеспечивает целесообразное экологическое равновесие и необходимую устойчивость водосборов, где в качестве геоэкологического ограничения можно использовать коэффициент экологической устойчивости водосборов ($K_{эу}$) (таблица 5) [8].

Таблица 5 – Коэффициент экологической устойчивости водосборов ($K_{эу}$)

Градация экологической устойчивости водосборов	Коэффициент экологической устойчивости водосборов ($K_{эу}$)	
	предельно-допустимого объёма стока	экологического или природоохранного стока
Устойчивость очень низкая	$K_{эу} \leq 0.66$	$K_{эу} < 0.33$
Низкая устойчивость	$K_{эу} = 0.51 - 0.66$	$K_{эу} = 0.34 - 0.50$
Средняя устойчивость	$K_{эу} = 0.34 - 0.50$	$K_{эу} = 0.51 - 0.66$
Высокая устойчивость	$K_{эу} < 0.33$	$K_{эу} \leq 0.66$

При этом наиболее сложной в методологическом плане является проблема оценки предельно-допустимого объёма изъятия водных ресурсов в водосборах на территориях бассейнов трансграничных рек, что усугубляется отсутствием нормативных документов, регламентирующих резервирование в реках природоохранного или экологического стока. Ключевым моментом оценки предельно-допустимого объёма стока является определение количественных значений экологического или природоохранного стока (попуска) реки, то есть минимального стока, который должен оставаться в реке постоянно в пространственно-временном масштабе в целях сохранения экологического равновесия на водосборе и исключения деградации водных и околоводных экосистем.

Выводы. На основе систематизации и системного анализа интегральных критериев, характеризующих геоэкологические ограничения при интегрированном использовании водных ресурсов и на основе выбора структуры интегрального показателя, включающих экономические, экологические и социальные аспекты, базирующиеся на принципах разумного, равноправного и справедливого использования водных ресурсов в соответствии с концепцией принятой на «Повестке дня XXI века» ООН в Рио-де-Жанейро, которые обеспечивают достижения сбалансированного эколого-экономического развития государств в водосборных территориях бассейнов трансграничных рек.

Список использованных источников

1. Мустафаев, Ж.С. Методологическое обеспечение интегрированного управления водными ресурсами бассейна трансграничных рек / Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, А.Б. Арыстанова // Гидрометеорология и экология. – 2018. – № 2. – С. 99-117.
2. Мустафаев, Ж.С. Интегрированное управление водными ресурсами бассейнов трансграничных рек с учётом геоэкологического ограничения / Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, А.Б. Арыстанова // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – 2019. – № 4. – С. 48-51.
3. Шабанов, В.В. Методика эколого-водохозяйственной оценки водных объектов / В.В. Шабанов, В.Н. Маркин. – М. : МГПУ, 2014. – 162 с.
4. Shannon C.E., Warren Weaver. The mathematical theory of communication. – Urbana: the University of Illinois Press. 1949. – 117 г.
5. Оценка техногенной нагрузки на водосборной территории бассейна трансграничной реки Талас на основе интегральных показателей антропогенной деятельности / Ж.С. Мустафаев [и др.] // Известия НАН РК. Серия аграрных наук. – 2017. – № 2. – С. 48-56.

6. Исаченко, А.Г. Экологическая география России. – СПб. : ИДСПбГУ, 2001. – 328 с.
7. Мустафаев, Ж.С. Почвенно-экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель в Казахстане. – Алматы: Гылым, 1997. – 358 с.
8. Мустафаев, Ж.С. Методологические основы оценки предельно-допустимого использования природных ресурсов (Аналит. обзор) / Ж.С. Мустафаев, К.Ж. Мустафаев. – Тараз, 2011. – 45 с.

УДК 556.18:631.6

ОСОБЕННОСТИ УЧЁТА И ВЛИЯНИЕ МЕЛИОРАЦИИ НА ГИДРОГРАФИЧЕСКУЮ СЕТЬ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*Асадчая М. А., ведущий инженер-гидролог¹, Квач Е. Г., начальник отдела¹,
¹Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии,
контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу
окружающей среды» (Белгидромет), Республика Беларусь*

Аннотация. Государственным учреждением «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Республики Беларусь разработана и внедрена схема учёта изменений гидрографической сети Беларуси под воздействием мелиоративных работ. Ежегодно по основным речным бассейнам проводится оценка существующего состояния гидрографической сети Беларуси под воздействием мелиоративных работ. Результаты своевременно отражаются в Справочниках государственного водного кадастра.

Ключевые слова: система учёта, изменение гидрографической сети, мелиоративные работы, отрегулированные водотоки, искусственные водоёмы.

FEATURES OF ACCOUNTING AND INFLUENCE OF RECLAMATION ON THE HYDROGRAPHIC NETWORK OF THE REPUBLIC OF BELARUS

*Asadchaya M. A., Leading Engineer-Hydrologist¹,
Kvach E. G., Head of the Department for the Study of Water Regime¹,
¹State Institution «Center of hydrometeorology and control
of radioactive contamination and environmental monitoring
of The Republic of Belarus» (Belhydromet), The Republic of Belarus*

Abstract. The State Institution «Center of hydrometeorology and control of radioactive contamination and environmental monitoring» of The Republic of Belarus has developed and implemented a scheme for accounting for changes in the hydrographic network of Belarus under the influence of land reclamation works. Annually, the current state of the hydrographic network of Belarus under the influence of land reclamation is assessed in the main river basins. The results are timely reflected in the State Water Cadastre.

Key words: accounting system, changes in the hydrographic network, reclamation works, regulated watercourses, artificial reservoirs.

Введение. Хозяйственная деятельность и мелиоративные работы, проведённые на территории Беларуси, включали в себя, в частности, регулирование русел рек и превращение их в водоприёмники осушительных систем, ввод в эксплуатацию прудов, водохранилищ и систем двустороннего регулирования, переустройство открытой сети каналов на закрытый дренаж, межбассейновые и внутрибассейновые переброски стока. Данные мероприятия внесли существенные изменения в сложившуюся естественную гидрографию.