

УДК 502.51: [338.51+339.7]

**ИНДИКАТИВНАЯ ОЦЕНКА СБАЛАНСИРОВАННОСТИ СИСТЕМЫ
РЕГИОНАЛЬНОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ***Стаценко Е.В.*

Обоснован инструментарий оценки сбалансированности системы регионального водопользования с учетом особенностей размещения водных объектов, структуры целевого использования вод, а также характера антропогенных нагрузок, предопределяемых спецификой экономической деятельности.

Ключевые слова: *система регионального водопользования, индикативная оценка, корреляционно-регрессионный анализ, таксономический анализ, функциональная целостность водных объектов, сбалансированность системы регионального водопользования, водные ресурсы, антропогенные нагрузки, характер водопользования*

Совершенствование организационно-экономических механизмов, регулирующих развитие системы регионального водопользования, предполагает проведение комплексного исследования, позволяющего выявить динамические изменения социально-эколого-экономической среды региона, поскольку ее стабильность является определяющим условием сохранения функциональной целостности водных объектов. С этой целью необходимо обосновать инструментарий, применение которого позволит выявить основные тенденции развития системы регионального водопользования, с учетом особенностей размещения водных объектов, структуры целевого использования вод, а также характера антропогенных нагрузок, предопределяемых спецификой экономической деятельности.

Целью статьи является обоснование подхода к индикативной оценке сбалансированности системы регионального водопользования. При этом следует отметить, что в рамках современной науки разработаны теоретико-методические подходы к оценке территориальных систем, предусматривающие определение степени соответствия их основных параметров критериям устойчивости, сбалансированности, рациональности или стабильности. Так, учеными Мирошниченко Т.В., Мельником Л.Г., Л.Хенсом [2], Лисовским С.А. [3], Кузубовым М.В., Единак М.А. [4], Евдокимовым А.В. [1], Полищуком С.З. [5] и др. представлены подходы к формированию методического обеспечения оценки состояния социально-эколого-экономических систем относительно критериев устойчивости и сбалансированности, основу которых составляет определение интегральных коэффициентов, позволяющих унифицировать различные в метрическом отношении показатели.

Евдокимов А.В. разработал подход к определению «эколого-экономического уровня территории», предусматривающий балльную оценку экологических и экономических показателей, на основе значений которых формируется радиальная диаграмма, отражающая степень использования компонентов природно-ресурсного потенциала региона [1]. Однако, по нашему мнению, использование в данном подходе метода балльных оценок несколько снижает уровень достоверности и объективности полученных результатов.

Мирошниченко Т.В. с целью определения уровня рациональности использования водных ресурсов, предлагает рассчитывать «индекс рациональности водопользования», учитывающий объем оборотно-повторного водопользования и степень очистки сточных вод. Однако данный подход не позволяет в полной мере учесть влияние социального фактора на функционирование системы регионального водопользования, а также не предусматривает оценку эффективности использования вод субъектами экономической деятельности, что, на наш взгляд, ограничивает сферу его применения. Также экологической направленностью характеризуется подход, разработанный Кузубовым М.В. и Единак М.А. [4], в котором для оценки экологического состояния водных объектов используется «критерий экологичности», учитывающий показатели загрязненности вод и корректирующие коэффициенты, которые отражают способность водных объектов к самовосстановлению. Вместе с этим недостаточно

обоснованной представляется разработанная учеными методика расчета показателей, отражающих способность водных объектов к самовосстановлению, учитывающая вид водных объектов и их концентрацию в пределах административно-территориальных образований региона, что, на наш взгляд, унифицирует уникальные свойства и искажает уровень реальных возможностей водных объектов к естественной регенерации.

Шапарь А.Г., Полищук С.З., Долодаренко В.А., Чернобровкина Н.А., Рябко А.И. [5] предлагают при расчете экологического индекса, характеризующего качество окружающей среды региона, определять уровень способности водных объектов к самовосстановлению относительно внешних воздействий, обусловивших нарушение процесса их саморегуляции. Это позволяет учитывать степень антропогенных нагрузок на водные объекты и прогнозировать масштабы ущерба, наносимого в результате развития научно-технического прогресса.

В работах Лисовского С.А. [3], Мельника Л.Г., Л. Хенса [2] и др. представлены подходы к оценке обобщающих индикаторов, отражающих уровень экологической безопасности и устойчивости развития территориальных систем, в рамках которых разработана совокупность показателей, характеризующих состояние компонентов природно-ресурсного потенциала региона, в том числе водных ресурсов. Так, Лисовским С.А. [3] представлена методология определения интегрального критерия экологической безопасности, учитывающего восемь интегральных индексов, в соответствии со значениями которых осуществляется типизация регионов Украины в зависимости от уровня их экологической безопасности.

Мельник Л.Г., Л. Хенс [2, с.259-279] определяя индикаторы устойчивого развития региона, рассчитывают совокупность индексов, отражающих степень влияния экономической, экологической и социальной среды на уровень устойчивости региональной общественной системы с учетом масштабирующих коэффициентов. Принимая во внимание, что главной целью функционирования системы регионального водопользования является сохранение функциональной целостности водных объектов региона, автор считает целесообразным при оценке сбалансированности данной системы использовать подход Мельника Л.Г. и Л. Хенса.

Принимая во внимание, что под сбалансированностью системы регионального водопользования понимается такое состояние системы, при котором в условиях внешнего воздействия на какой-либо ее элемент, параметры развития системы сохраняются в пределах допустимых величин и не нарушается целостность ее функционирования, автор предлагает оценивать состояние системы регионального водопользования посредством определения агрегированного индикатора, который, по своей сущности, является критерием сбалансированности системы. Это основано на том, что агрегированный индикатор представляет собой сумму частных индикаторов, влияние которых на баланс системы уравнивается посредством весовых коэффициентов. С целью определения значений частных индикаторов автор предлагает использовать методы индикативного анализа, предусматривающего выделение совокупности релевантных показателей, их стандартизацию, расчет кумулятивных и унифицированных интегральных показателей.

Поэтому степень воздействия фактора среды (экономической, экологической, социальной) представлена в виде частного индикатора, который рассчитывается на основе совокупности показателей, характеризующих каждый фактор. Так, частный индикатор, учитывающий степень воздействия факторов экономической среды на сбалансированность системы регионального водопользования, определяется на основе показателей, характеризующих особенности организации экономической деятельности и специфику процессов использования вод населением и субъектами хозяйственного комплекса региона.

Частный индикатор, учитывающий степень воздействия факторов экологической среды на сбалансированность системы регионального водопользования, определяется посредством совокупности показателей, характеризующих гидрологические и гидрографические особенности водных объектов региона, а также уровень их истощенности и способности к самовосстановлению.

Частный индикатор, учитывающий степень воздействия факторов социальной среды на сбалансированность системы регионального водопользования, рассчитывается на основе совокупности показателей, характеризующие тенденции социально-демографических процессов, обуслов-

ленные уровнем качества водных ресурсов, а также уровнем экологического образования и природоохранной активностью населения региона.

Агрегированный индикатор позволит определить уровень сбалансированности системы регионального водопользования с учетом характера взаимосвязей элементов территориальной системы, особенностей процессов водопользования, обусловленных спецификой экономической деятельности.

Таким образом, основываясь на теоретико-прикладных аспектах оценки устойчивости развития территориальной системы, автор разработал подход к оценке сбалансированности системы регионального водопользования, использование которого позволит выявить основные причины экодеструктивных процессов, определить характер антропогенных нагрузок на водные объекты, а также прогнозировать основные риски развития системы регионального водопользования. Данный подход предусматривает индикативную оценку сбалансированности системы регионального водопользования, в рамках которой определяется степень влияния факторов социально-эколого-экономической среды на функциональную целостность водных объектов региона.

С целью формирования информационно-аналитической базы индикативной оценки сбалансированности системы регионального водопользования, на первом этапе необходимо выделить совокупность показателей, которые в наибольшей степени отражают воздействие факторов социально-эколого-экономической среды на функциональную целостность водных объектов региона. Данная совокупность показателей определяется с помощью инструментов корреляционно-регрессионного анализа, что позволяет сформировать группы (экономических, экологических, социальных) релевантных показателей, образующих частные индикаторы (X_j).

В результате определено, что частный индикатор ($I_{эк}$), учитывающий степень воздействия экономических факторов на сбалансированность системы регионального водопользования, следует рассчитывать на основе показателей, характеризующих объем забора, направления целевого использования водных ресурсов, их качественный состав, состояние объектов инфраструктуры ВХК, объем нерационального использования вод, размер компенсации платы за водоснабжение, а также объем безвозвратного, оборотного и повторного водоснабжения.

Частный индикатор ($I_{эко}$), учитывающий степень воздействия экологических факторов на сбалансированность системы регионального водопользования следует рассчитывать на основе показателей, характеризующих обеспеченность региона водными ресурсами, объем сброса сточных вод различной степени очистки в водные объекты региона, а также поступающих с ними загрязняющих веществ.

Частный индикатор ($I_{соц}$), учитывающий степень воздействия социальных факторов на сбалансированность системы регионального водопользования следует рассчитывать на основе показателей, характеризующих уровень заболеваемости и смертности населения в результате потребления загрязненных вод, количество природоохранных общественных организаций и организованных ими мероприятий, а также уровень экологической культуры и активности населения региона.

На втором этапе индикативной оценки сбалансированности системы регионального водопользования формируется матрица наблюдений (X_j), на основе выделенной совокупности показателей ($X_{1,1}, X_{1,2}, \dots, X_{1,n}$) по каждой группе факторов среды j (экономической, экологической и социальной) административно-территориальных образований региона. При этом количество административно-территориальных образований региона определяет число элементов матрицы w , а количество показателей, характеризующих каждый частный индикатор группы j соответствует числу элементов матрицы n (1).

$$X_j = \begin{bmatrix} X_{1,1} & X_{1,2} & \dots & X_{1,k} & \dots & X_{1,n} \\ X_{2,1} & X_{2,2} & \dots & X_{2,k} & \dots & X_{2,n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{i,1} & X_{i,2} & \dots & X_{i,k} & \dots & X_{i,n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{w,1} & X_{w,2} & \dots & X_{w,k} & \dots & X_{w,n} \end{bmatrix} \quad (1)$$

где X_j – группа показателей, отражающих влияние факторов среды: экономической ($X_{эк}$), экологической ($X_{эко}$) или социальной ($X_{соц}$); j – индекс, характеризующий выделенную группу факторов среды (экономической, экологической, социальной); w – количество административно-территориальных образований в регионе; n – количество показателей матрицы X_j (социальной, экологической, экономической); X_{ik} – значение показателя группы j для административно-территориального образования региона; i – порядковый номер административно-территориального образования региона; k – порядковый номер показателя матрицы X_j .

Основываясь на данном подходе, сформирована матрица наблюдений X_j , которая включает релевантные показатели группы X_{ik} , характеризующие влияние факторов среды j (экономических, экологических и социальных) для каждого административно-территориального образования региона.

На третьем этапе индикативной оценки необходимо выполнить стандартизацию различных в метрическом отношении показателей группы ($X_{i,k}$). С этой целью предлагается использовать инструментарий таксономического анализа, позволяющий преобразовать показатели группы (X_{ik}) в стандартизированные показатели группы ($Z_{i,k}$), используя при этом формулу (2):

$$Z_{i,k} = \frac{X_{i,k} - \bar{X}_k}{S_k} \quad (2)$$

где $Z_{i,k}$ – стандартизированное значение показателя X_{ik} для каждого административно-территориального образования региона; $\bar{X}_k$ – среднее арифметическое значение показателей группы $X_{1,k}, X_{2,k}, \dots, X_{w,k}$, учитывая административно-территориальные образования региона; S_k – стандартное отклонение показателя группы $X_{i,k}$ от среднего значения данного показателя по региону ($\bar{X}_k$).

Использование инструментария таксономического анализа предполагает расчет среднего арифметического значения показателей группы, включая каждое административно-территориальное образование региона ($\bar{X}_k$) и определение стандартного отклонения показателя группы $X_{i,k}$ от среднего значения данного показателя по региону (S_k).

Среднее арифметическое значение ($\bar{X}_k$) показателей группы $X_{1,k}, X_{2,k}, \dots, X_{w,k}$, учитывая административно-территориальные образования региона, определяется согласно формуле (3):

$$\bar{x}_k = \frac{1}{w} \cdot \sum_{i=1}^w x_{i,k} \quad (3)$$

Стандартное отклонение (S_k) показателя $X_{i,k}$ от среднего арифметического значения ($\bar{X}_k$) показателей группы $X_{1,k}, X_{2,k}, \dots, X_{w,k}$, учитывая административно-территориальные образования региона, определяется согласно формуле (4):

$$S_k = \left[\frac{1}{w} \cdot \sum_{i=1}^w (x_{i,k} - \bar{x}_k)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

Основываясь на полученной совокупности стандартизированных показателей группы ($Z_{i,k}$), возможно преобразовать матрицу наблюдений X_j в стандартизированную матрицу наблюдений Z_j (5).

$$Z_j = \begin{bmatrix} Z_{1,1} & Z_{1,2} & \dots & Z_{1,k} & \dots & Z_{1,n} \\ Z_{2,1} & Z_{2,2} & \dots & Z_{2,k} & \dots & Z_{2,n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ Z_{i,1} & Z_{i,2} & \dots & Z_{i,k} & \dots & Z_{i,n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ Z_{w,1} & Z_{w,2} & \dots & Z_{w,k} & \dots & Z_{w,n} \end{bmatrix} \quad (5)$$

где Z_j – совокупность стандартизированных показателей по каждой группе факторов среды ($Z_{эк}$, $Z_{эко}$, $Z_{соц}$); Z_{ik} – стандартизированное значение показателя группы для каждого административно-территориального образования региона.

В рамках четвертого этапа необходимо дифференцировать совокупность показателей группы ($Z_{i,1}$, ..., $Z_{i,k}$, ..., $Z_{i,n}$), образующих матрицу наблюдений Z_j , в зависимости от стабилизирующего или дестабилизирующего влияния фактора на сбалансированность системы. С этой целью, используя инструменты корреляционно-регрессионного анализа, выявлены показатели группы, которые оказывают дестабилизирующее влияние на сбалансированность системы регионального водопользования (столбец «д») и стабилизирующее (столбец «с»).

Данная матрица (Z_j) является основой для определения показателей группы (Z_{ik}), характеризующих наиболее оптимальное состояние системы регионального водопользования, учитывая административно-территориальные образования региона.

Целью пятого этапа является определение показателя ($C_{i,0}$) по каждой группе j , характеризующего состояние системы регионального водопользования административно-территориального образования региона, учитывая характер дестабилизирующих или стабилизирующих процессов.

Поэтому, прежде всего необходимо определить эталонные точки, относительно которых рассчитываются отклонения значений показателей Z_{ik} группы j от наилучшего значения показателя группы j в регионе (z_{01} , z_{02} , ..., z_{0n}). С этой целью для показателей группы $Z_{1,k}$, $Z_{2,k}$, ..., $Z_{w,k}$, характеризующих дестабилизирующее влияние факторов социальной, экологической или экономической среды на сбалансированность системы регионального водопользования, выбирается показатель группы с минимальным значением, а для показателей (Z_{i1} , Z_{i2} , ..., Z_{wn}), характеризующих стабилизирующее влияние – с максимальным.

Показатель $C_{i,0}$ группы j , характеризующий состояние системы регионального водопользования административно-территориального образования региона с учетом характера дестабилизирующих или стабилизирующих процессов, определяется по формуле (6):

$$C_{i,0} = \left[\sum_{k=1}^n (Z_{i,k} - Z_{0,k})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

где $C_{i,0}$ – показатель, характеризующий совокупное отклонение показателей группы Z_{ik} , составляющих стандартизированную матрицу наблюдений Z_j , от наилучших значений показателей группы ($Z_{0,k}$) в регионе; $Z_{0,k}$ – наилучшее значение показателя группы Z_{ik} в регионе, соответствующее минимальному значению показателя, характеризующего дестабилизирующее воздействие фактора среды (социальной, экологической или экономической) или максимальному значению показателя, характеризующего стабилизирующее воздействие фактора среды;

Таким образом, совокупность показателей $Z_{1,k}$, $Z_{2,k}$, ..., $Z_{w,k}$ группы j стандартизированной матрицы наблюдений Z_j преобразована в единичный показатель $C_{i,0}$ административно-территориального образования региона, отражающий основные количественные и качественные характеристики процесса использования водных ресурсов и тенденции развития системы регионального водопользования.

На шестом этапе индикативной оценки сбалансированности системы регионального водопользования определяются значения частных индикаторов ($I_{эк}$, $I_{эко}$, $I_{соц}$), характеризующих степень влияния факторов среды (экономической, экологической и социальной) на сбалансированность системы регионального водопользования, по формуле (7):

$$I_j = 1 - \frac{C_{i,0}}{C_0} \quad (7)$$

где I_j – интегральный показатель группы j ; C_0 – скорректированное среднее значение показателей группы $C_{i,0}$.

Скорректированное среднее значение показателей $C_{i,0}$, характеризующих совокупное отклонение показателей группы Z_{ik} административно-территориального образования региона от наи-

лучших значений показателей группы ($Z_{0,k}$), определяется по формуле (8):

$$C_0 = \bar{C}_0 + 2 \cdot S_0 \quad (8)$$

где $\bar{C}_0$ – среднее арифметическое значение показателей группы $C_{i,0}$, учитывая административно-территориальные образования региона; S_0 – стандартное отклонение показателя группы $C_{i,0}$ от среднего значения данного показателя по региону ($\bar{C}_0$).

Среднее арифметическое значение показателей группы $C_{i,0}$, административно-территориального образования региона, определяется согласно формуле (9):

$$\bar{C}_0 = \frac{1}{w} \sum_{i=1}^w C_{i,0} \quad (9)$$

Стандартное отклонение показателя $C_{i,0}$ от среднего значения данного показателя по региону ($\bar{C}_0$) определяется согласно формуле (10):

$$S_0 = \left[\frac{1}{w} \sum_{i=1}^w (C_{i,0} - \bar{C}_0)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

Таким образом, значения частных индикаторов ($I_{эк}$, $I_{эко}$, $I_{соц}$) возможно представить в диапазоне от 0 до 1. Это позволит определить степень негативного воздействия каждого фактора среды (экономической, экологической и социальной) на критерий сбалансированности системы регионального водопользования. Так, значение интегрального показателя I группы j , близкое к 1, характеризует наименьшую степень негативного воздействия на систему регионального водопользования, тогда как значение I_j , приближенное к 0, характеризует наибольшую степень негативного воздействия и свидетельствует о наличии деструктивных процессов, предопределяющих нарушение баланса функционирования системы.

На седьмом этапе с целью определения критерия сбалансированности системы регионального водопользования рассчитывается агрегированный индикатор, по формуле (11):

$$I_{срв} = k_1 \times I_{эк} + k_2 \times I_{эко} + k_3 \times I_c \quad (11)$$

где $I_{срв}$ – агрегированный индикатор (критерий сбалансированности системы регионального водопользования);

$I_{эк}$ – частный индикатор, учитывающий влияние факторов экономической среды на сбалансированность системы регионального водопользования;

$I_{эко}$ – частный индикатор, учитывающий влияние факторов экологической среды на сбалансированность системы регионального водопользования;

I_c – частный индикатор, учитывающий влияние факторов социальной среды факторов на сбалансированность системы регионального водопользования;

k_1, k_2, k_3 – весовые коэффициенты.

Использование весовых коэффициентов (k_1, k_2, k_3) позволяет учитывать степень влияния факторов экономической, экологической и социальной среды на сбалансированность системы регионального водопользования посредством корректировки значений частных индикаторов ($I_{эк}$, $I_{эко}$, $I_{соц}$).

ВЫВОДЫ

Таким образом, предложенный подход к оценке сбалансированности системы регионального водопользования возможно использовать как методическое обеспечение для комплексной оценки ее функционирования, учитывая степень негативного воздействия факторов среды (экономической, экологической и социальной) на ее сбалансированность. Результаты оценки возможно использовать для определения приоритетных направлений экономической деятельности, учитывая региональные особенности процессов использования водных объектов региона, обоснования нормативов целевого использования водных ресурсов и сброса загрязняющих веществ в водные объекты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Евдокимов А.В. Формирование критериальной базы для оценки эколого-экономического уровня территории / А.В.Евдокимов; [под ред. д.э.н., проф. Л.Г.Мельника]. – Сумы: «Университетская книга», 2001. – С.19-27. – (Методы решения экологических проблем).
2. Мельник Л.Г. Социально-экономический потенциал устойчивого развития: [учебник] / Л.Г.Мельник, Л.Хенс. – Сумы: ИТД «Университетская книга», 2007. – 1120 с.
3. Лісовський С.А. Економіко-географічні засади збалансованого розвитку України: [автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора географічних наук] / С.А. Лісовський - К., 2004. – 21с.
4. Кузубов М.В. Соціально-економічні дослідження в перехідний період. Природно-ресурсний потенціал в системі просторового розвитку / М.В.Кузубов, М.А.Єдинак; [редкол.: відп.ред. академік НАН України М.І.Долішній]. – Львів, 2004. – 396с. – (Зб. наук. праць. Вип.2. (XLVI) (НАН України. Інститут регіональних досліджень).
5. Системний аналіз і моделювання у розв'язанні проблем сталого розвитку території / [С.З. Поліщук, В.О. Долодаренко, Н.А. Чорнобровкіна, А.І. Рябко]. – Дніпропетровськ: Поліграфіст, 2001. – 136 с.