

УДК 631.6.003

**МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ
КАЧЕСТВА ДЕЙСТВУЮЩИХ И РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ
МЕЖХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

Шавва К.И., д.т.н., проф., Дорофеев В.С., д.т.н., проф.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Украина

Согласно ДСТУ 15467-70 под качеством любой продукции понимается совокупность ее свойств, обуславливающих пригодность продукции удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением.

В мелиоративном строительстве продукцией являются межхозяйственные и внутрихозяйственные оросительные системы, которые в оптимальные сроки забирают из водоисточника воду в проектном объеме и подают (продают) ее фермерским хозяйствам на орошение сельскохозяйственных культур с целью получения плановых (проектных) урожаев с орошаемых полей.

Уровень качества любых водохозяйственных объектов формируется, начиная со стадии планирования уровня проектирования строительства, а также эксплуатации как межхозяйственных, так и внутрихозяйственных оросительных систем.

Согласно ДСТУ 15467-70 различают показатели единичные, комплексные, обобщенные и интегральные.

Используя работу [12] была скорректирована схема показателей качества межхозяйственных оросительных систем.

Применительно к строительной мелиоративной продукции была привязана скорректирована общая классификация показателей для оценки уровня качества мелиоративных систем и их отдельных элементов (рис. 1).

Условно принято, что единичный показатель характеризует одно свойство объекта, комплексный - несколько. При этом, если комплексный показатель охватывает свойства объекта принятые при его оценивании, его называют обобщенным показателем.

Групповой показатель (К) определяется совокупностью (Ки) определенного вида единичных показателей (Ри),

то есть



Рис.1. Классификационные показатели качества межхозяйственных оросительных систем

Обобщенный показатель качественной мелиоративной строительной продукции определяется совокупностью групповых показателей качества, но без экономических показателей.

$$K_o = f(K_i).$$

Интегральный показатель (I_i) качества мелиоративной строительной продукции (оросительной системы) определяется отношением суммарных приведенных затрат, включая экологические убытки до общего обобщенного показателя оценки качеств (K_o) той или иной оросительной системы.

До настоящего времени не разработана методика комплексной качественной оценки уровня качества для действующих и реконструируемых межхозяйственных оросительных систем, в которой кроме техно-эксплуатационных показателей учитывался бы также экологический ущерб, наносимый окружающей среде.

До настоящего времени не разработана методика комплексной качественной оценки уровня качества для действующих и реконструируемых межхозяйственных оросительных систем, в которой кроме техно-эксплуатационных показателей учитывался бы также экологический ущерб, наносимый окружающей среде.

Основной задачей комплексного управления качеством мелиоративной строительной продукции является обеспечение оптимального уровня качества на всех стадиях ее создания и производства, начиная с планирования, проектирования, строительства и заканчивая эксплуатацией межхозяйственных и внутрихозяйственных оросительных систем.

Наиболее сложным показателем является комплексный показатель качества межхозяйственной оросительной системы в целом, включающий в себя совокупность комплексных показателей свойств этой оросительной системы.

Уровень качества мелиоративной продукции - это относительная характеристика качества продукции, основанная на сравнении значений показателей оцениваемой продукции с базовыми (эталонными) ее значениями.

Одной из главных задач системы управления качеством в мелиоративном строительстве является рациональный выбор номенклатуры оценочных показателей качества для каждого водохозяйственного объекта.

В зависимости от различных признаков показатели свойств можно классифицировать следующим образом [10,11,85]:

- по численности применяемых показателей на единичные, комплексные и интегральные показатели;
- в зависимости от стадии создания и класса продукции - на проектные, строительные и эксплуатационные;
- по совокупности близких свойств на целевые, технические, экологические, экономические и эксплуатационные;
- по уровню представления - на абсолютные и относительные показатели.

Единичный (дифференциальный) показатель качества характеризует одно свойство строительной продукции. Например, коэффициент полезного действия, коэффициент земельного использования и т.д.

Каждый из этих показателей можно выразить в абсолютном и относительном значении. Для расчета величины общего комплексного показателя уровня качества межхозяйственной оросительной системы и ее основных элементов (каналов, плотин, насосных станций, водохранилищ и т.д.) необходимо определить:

- номенклатуру оценочных показателей качества;
- коэффициент весомости показателей как единичных, так и комплексных показателей;
- рассчитать относительные значения качества для единичных и групповых свойств оросительной системы;
- определить величину общего, комплексного, показателя качества межхозяйственной оросительной системы в целом.

В основу предлагаемой нами методики для комплексной оценки уровня качества действующих и реконструируемых оросительных систем нами были использованы методы и основные положения, применяемые в квалиметрии - науки о качестве и измерении уровня качества строительной, промышленной и иных видов продукции [1,2,3].

При оценке уровня качества оросительных систем решающее значение имеют правильный выбор как единичных, так и групповых критериев и метода их оценки.

Из всех известных методов наиболее приемлемым (применительно к оценке оросительных систем), оказались дифференциальный, комплексный, интегральный метод, заключающийся в сравнении количественных значений показателей качества исследуемых оросительных систем с эталонной или базовой оросительной системой, которая имеет лучшие показатели, обладает наиболее высокими техническими эксплуатационными показателями.

Для комплексной оценки уровня качества состояния межхозяйственных действующих и реконструируемых оросительных систем в данной методике принято четыре группы показателей - техническая, эксплуатационная, экономическая и экологическая.

Группы показателей неравнозначно влияют на общий уровень качества состояния оросительных систем, учитывается групповым коэффициентом весомости $K_{гр}$, сумма которых не должна превышать 100%.

Каждый из групповых показателей включает несколько его основных единичных натуральных по показателям качества p_i .

Каждый частный единичный показатель, входящий в ту или иную группу, оценивается по его значимости или весомости в этой группе коэффициентом

$$\sum_{i=1}^n \beta_{ij} = 1$$

Абсолютные значения параметров качества оросительной системы должны быть приведены к безразмерному виду с помощью формул:

$$q_i = \frac{P_{in}}{P_{if}}; \text{ в долях единиц} \quad (1)$$

$$q_i = \frac{P_{cp}}{P_n}; i=1, 1 \dots n \quad (2)$$

где q_i , q_i' - относительные значения i -го единичного показателя качества, который входит в j -й группы, в долях единиц; P_{in} - нормативное значение i -го показателя в натуральных единицах измерения; P_{if} - фактическое значение i -го единичного показателя качества в натуральных единицах измерения; n_{ij} - число оценивающих i -х единичных показателей, входящих в j -ю группу.

Обобщенный показатель уровня качества для каждого j -й отдельной группы (технический, экономический и экологический) Π_j^{zp} рассчитываются по формуле:

$$\Pi_j^{zp} = \left(\sum_{i=1}^n \beta_i * q_i + \sum_{i=1}^n \beta_i * q_i' \right) * K_j^{zp}; \%$$

где Π_j^{zp} - обобщающий j -й групповой показатель уровня качества оросительной системы в % или баллах; K_j^{zp} - вес j -го группового показателя в % или баллах;

$$\sum_{i=1}^n K_j^{zp} = 100\% \text{ или баллам}$$

m - число групповых оценочных показателей оросительной системы- 3 (технический + экологический + экономический); β_i - коэффициент весомости (значимости) i -го одиночного показателя, в долях единицы, где

$$\sum_{i=1}^n \beta_i = 1$$

n - число единичных оценочных показателей у каждой группе.

Расчет общего комплексного технического показателя ($\Pi_k^{общ}$) Расчет общего комплексного технического показателя для каждой k -й оросительной системы осуществляется по формуле:

$$\Pi_k^{общ} = \sum_{i=1}^m \left(\sum_{i=1}^n \beta_i q_i + \sum_{i=1}^m \beta_i q_i' \right) \% \text{ или баллов} \quad (4)$$

Интегральный показатель оценки уровня качества (I_k) той или иной оросительной системы, который отражает отношение удельных приведенных затрат по каждой оросительной системе к удельному общему показателю этой оросительной системы.

Его можно определить с помощью выражения:

$$I_k = \frac{U_k + E_n K_k + \sum_{i=1}^n V_k}{\Pi_k^{общ}} \Rightarrow \min \quad (5)$$

где : I_k - интегральный показатель уровня качества оцениваемых k -х оросительных систем, гр/балл или %; U_k - удельные годовые эксплуатационные затраты по k -ой оросительной системе, гр/га; K_k - удельные капиталовложения в строительство или реконструкцию к оросительной системы, гр/га; E_n - нормативный коэффициент эффективности капиталовложений, равный $E_n = 0,15$; V_k - удельный ежегодный ущерб на k -ой оросительной системе от потерь поливной воды на оросительной системе, гр/га.

Экологические показатели характеризуют уровень вредных воздействий на окружающую среду, возникающих при эксплуатации мелиоративных объектов. К экологическим показателям относятся: содержание вредных примесей, выбрасываемых в окружающую среду, вероятность выбросов вредных частиц, газов, излучений, загрязняющих почву.

При определении экологических показателей необходимо руководствоваться требованиями и нормами, установленными государственными стандартами в области охраны природы и рационального использования природных ресурсов.

В работе [14] академика Академии наук Украины А.Н.Альмова доказано, что при промышленных водохозяйственных, сельскохозяйственных и других объектов в качестве критерия целесообразности их размещения и строительства является, как правило, минимум приведенных затрат. Экологический ущерб, наносимый предприятием впоследствии, в расчет не принимается, хотя реально существует и выражается в дополнительных потерях материальных, трудовых, финансовых и природных ресурсов. Но для предприятий этот ущерб выступает неким внешним фактором, за который они практически не несут ответственности. Поэтому в проектных расчетах часто получают преимущество более дешевые природоёмкие варианты, в то время как прогрессивные с народнохозяйственной точки зрения природосберегающие технологические процессы оказываются невыгодными.

И далее он пишет: «На наш взгляд, применяемый в настоящее время критерий наименьших приведенных затрат следует дополнить показателем, характеризующим минимальный эколого-экономический ущерб, наносимый предприятием окружающей среде. В этом случае приведенные затраты можно определять по формуле:

$$Z_i = C_i + E_n * K_i + \sum_i^n V_i \rightarrow \min ; \quad (6)$$

где: Z_i - удельные приведенные затраты на 1 га, гр/га; C_i – себестоимость единицы продукции; E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений; K_i – удельные капитальные вложения в производственные фонды; V_i - удельный эколого-экономический показатель; n - число экологических ущербов, наносимых j -м объектом окружающей среде».

Эколого-экономическая оценка проектных и действующих различных видов промышленных, водохозяйственных, сельскохозяйственных и других предприятий с учетом экологического ущерба была использована ранее в работах К. Шавва [4], академика В.М. Зубец [16], а также в работе [18] молдавских ученых.

Применительно к оросительным и осушительным системам экологический ущерб, наносимый окружающей среде, фермерским хозяйствам, населению носит различный характер- отчуждение земли под строительство, потери воды на фильтрацию и испарение, вторичное засоление орошаемых земель, подтопление, затопление используемых земель, ущерб от недобора урожая на засоленных землях, ущерб, наносимый водной и ветровой эрозией почв.

Одной из сложных и недостаточно исследованных научных проблем в мелиорации – это разработка методик для определения различных видов экологических ущербов, обусловленных мелиорацией земель. Для количественной оценки некоторых видов ущербов ниже предложены расчетные формулы.

В 1990 году в Украине площадь засоленных земель составила 881 тыс. га, с солонцовыми комплексами – 369 тыс. га, которые требуют исследования [17]. Поэтому при реконструкции действующих мелиоративных систем, имеющих засоленные участки, необходимо учитывать экологический ущерб, величину которого можно рассчитать, используя научные разработки группы молдавских ученых. Полученные ими линейные уравнения для двенадцати сельскохозяйственных культур о снижении урожайности от

засоления почвы и величины ущерба, наносимого фермерским хозяйствам на мелиорируемых землях [18], показаны в таблице 1.

Таблица 1

Уравнения для определения снижения урожайности культур
от засоленности почвы

№ п/п	Наименование сельскохозяйственной культуры	Уравнение регрессии
1	2	3
1	Озимая пшеница	$Y_1=103-99X$
2	Кукуруза на зерно	$Y_2= 112-116X$
3	Кукуруза на силос и зеленую массу	$Y_3= 104-52X$
4	Люцерна	$Y_4= 105-55X$
5	Картофель	$Y_5= 121-114X$
6	Подсолнечник	$Y_6= 114-54X$
7	Томат рассадный	$Y_7= 107-59X$
8	Томат безрассадный	$Y_8= 102-75X$
9	Горох овощной	$Y_9= 101-121X$
10	Перец сладкий	$Y_{10}= 95-72X$
11	Баклажаны	$Y_{11}= 109-63X$
12	Свекла столовая	$Y_{12}= 103-31X$

Примечание: где Y – урожай, %, полученный на незасоленной почве; X – содержание солей, %, от массы сухой почвы.

Расчет недобора урожая от засоления почвы для озимой пшеницы показан в иллюстрированном примере ниже.

Пример. Используя линейные уравнения, приведенные в таблице 2, рассчитаем для озимой пшеницы снижение или потерю урожая от засоления орошаемых земель в фермерском хозяйстве, следующим образом. Например, при содержании солей в активном слое почвы 0,45%: урожай озимой пшеницы составит:

$Y_1=103-99*0,45=58\%$ от получаемого на незасоленных землях в аналогичных условиях, допустим 50 ц/га. В этом случае мы можем рассчитывать на получение урожая на засоленной почве на уровне 30 ц/га. Недобор урожая озимой пшеницы из-за засоления почв в хозяйстве составляет 20 ц/га или 40% ($20/50*100=40\%$) и соответственно на 40% недобор прибыли фермерского хозяйства из-за засоления почвы.

Как видно из приведенного расчета, фермерскому хозяйству засоление почв наносит большой экологический ущерб, который необходимо учитывать при проектировании оросительных систем. Приведенные в таблице 1 линейные уравнения позволяют рассчитывать экологический ущерб от засоления орошаемых почв для двенадцати орошаемых сельскохозяйственных культур.

Удельный экологический ущерб от ирригационной эрозии почв определяем по среднегодовому смыву почв, который, в среднем, достигается в т/год на 1 га, что соответствует средним потерям гумуса в год при его содержании в черноземной почве 3,8%, при потере гумуса в год 0,2 т/га, что ориентировочно по стоимости азотных удобрений 0,5 гр/кг U^{kp} составляет 200 кг, $0,3= 160\text{гр/га}$.

В работе [4] ущерб, вызванный отчуждением земли под каналы и сооружения (Y_3) для каждого из сравниваемых вариантов величину ежегодного чистого дохода, получаемого на отчуждаемых участках при орошении.

Зная величину ежегодного дохода ($d=500$ р/га), приходящийся на гектар орошаемой земли и коэффициент использования земли (К.З.И.) для данного участка сети на площади $F_{нт}$ (нетто) для каждого варианта определяем величину ущерба, связанного с отчуждением земель, по формуле:

$$Y_3^{отч} = d * F_{нетто} * \frac{(1 - КЗИ)}{КЗИ}, \text{гр/год} \quad (7)$$

$$d * \frac{(1 - КЗИ)}{КЗИ} = 500 * \frac{(1 - 0.85)}{0.85} = 88 \text{гр/год} \quad (8)$$

Общая стоимость теряемой поливной воды (B) из-за низкого коэффициента полезного действия сети (η_c), оцениваемой в гр/м^3 и объема теряемой воды, рассчитывается по формуле:

$$B = \frac{Q * F_{нетто} * C}{100} * \frac{1 - \eta}{\eta}, \quad (9)$$

где Q – оросительная норма, $\text{м}^3/\text{га}$ (нетто)

$$B = \frac{3500 * 340 * 0.2}{100} * \frac{1 - 0.9}{0.9} = 238 - 0.111 = 26.4 \text{гр/га.}$$

Цены на поливную воду для внутрихозяйственных оросительных систем целесообразно определять по удельным затратам приходящимся на один гектар орошаемой площади по формуле:

$$\bar{C}_{iв.х} = \frac{C^{г.г} * \bar{M}_{иср.вз}^{бр} + Z_n + K_{iв.х}(\alpha_p + \alpha_{к.р} + \alpha_{м.р}) + Z_{эл.эн} + \Delta Z_{ор.сх}}{\bar{M}_{ср.вз}^{бр}} \quad (10)$$

где: $\bar{C}_{iв.х}$ – цена (тариф 1 м^3) поливной воды на i -ой внутрихозяйственной системе, гр/м^3 ; $C^{г.г}$ – государственный тариф на забор воды из поверхностных или подземных водоисточников, гр/м^3 ; $\bar{M}_{иср.вз}^{бр}$ – средневзвешенная оросительная норма брутто i -й внутрихозяйственной системы, $\text{м}^3/\text{гр}$; Z_n – удельная заработная плата работников, обслуживающих внутрихозяйственную систему, гр/гав ; $K_{iв.х}$ – удельные капиталовложения в строительство i -й межхозяйственной или внутрихозяйственной оросительной системы, гр/га ; α_p , $\alpha_{к.р}$, $\alpha_{м.р}$ – соответственно нормы отчисления на реновацию, капитальный и текущий ремонт, в долях единицы или в %; $Z_{эл.эн}$ – удельные затраты на оплату потребленной электроэнергии, гр/га ; $\Delta Z_{ор.сх}$ – удельные затраты на дополнительные сельскохозяйственные издержки, связанные с выращиванием, уборкой, транспортировкой и хранением дополнительного урожая с/х культур, полученного за счет орошения, гр/га .

Засоление почв орошаемых земель приводит к резкому снижению урожаев возделываемых культур. Так, по данным многолетних исследований молдавских ученых [18], снижение урожайности сельскохозяйственных культур в % от соответствующего урожая примерно от 15 до 40% и более (таблица 2).

Пример условный. В бассейне реки работают 5 межхозяйственных мелиоративных систем, имеющих показатели качества, приведенные в таблице 3.

Таблица 2

Урожай сельскохозяйственных культур
в зависимости от уровня засоления почвы в % к контролю

Сельскохозяйственная культура		Урожай при содержании солей в почве в % массы сухой почвы				
		0,1 контроль	0,3	0,6	0,9	1,2
1	Озимая пшеница	100	80	39	15	0
2	Кукуруза на зерно	100	95	45	0	0
3	Кукуруза на силос и зеленую массу	100	98	72	57	35
4	Люцерна	100	96	75	53	34
5	Картофель	100	108	84	53	46
6	Подсолнечник	100	110	68	0	0
7	Томат рассадный	100	78	74	54	34
8	Томат безрассадный	100	83	58	34	0
9	Горох овощной	100	61	27	0	0
10	Перец сладкий	100	71	43	39	32
11	Баклажаны	100	102	74	48	
12	Свекла столовая	100	95	88	78	66

Таблица 3

Исходные данные 5 действующих и реконструируемых оросительных систем

Наименование показателей качества оросительных систем, единицы их измерений	Показатели качества сравниваемых оросительных систем					Эталонное значение i-го показателя	Коэф. веса единич. показателей качества, b_i^{-1} , входящих в групповой показатель, в долях единиц	Коэф. изменчивости группового показателя, K_i в %
	1-я оросит. система	2-я оросит. система	3-я оросит. система	4-я оросит. система	5-я оросит. система			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I. Технические	15800	10500	12000	7500	13500	15800	0,15	35% или баллов
1. орошаемая площадь системы, га								
2. КПД оросительной системы, в долях единиц	0,725	0,75	0,60	0,50	0,65	0,75	0,25	
3. Коэф. земельного использования, в долях единиц	0,75	0,8	0,85	0,7	0,9	0,9	0,15	
4. средневзвешенная оросительная норма $\bar{M}^{бр}$ брутто, м ³ /га	3800	3500	4000	4200	3600	3500	0,25	
5. Процент износа k-й оросительной системы, %	70	60	50	55	65	50	0,2	
$\Sigma=1,00$								

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
II. Экологические.								
1. Удельные потери воды на 1 га на фильтрацию, сбросы и утечки, м ³ /га	1045	875	1600	2100	1800	875	0,03	35% или баллов
2. Уровень отметки грунтовых вод от поверхности земли, м	4	5	6	8	3	8	0,2	
3. Процент засоленных земель от общей орошаемой площади системы, %	0,05	0,06	0,09	0,008	0,07	0,05	0,15	
4. Процент подтопленных земель от общей площади системы, %	0,05	0,07	0,08	0,04	0,06	0,04	0,20	
5. Процент смытых орошаемых земель от ирригационной эрозии от общей площади системы, %	0,04	0,05	0,07	0,06	0,03	0,03	0,15	
III. Экономические.								
1. Удельные капитальные вложения в восстановление	10500	9500	11300	8500	9000	8500	0,25	30% или баллов
2. Удельные годовые эксплуатационные затраты, гр/га	630	665	475	525	550	475	0,25	
3. Удельный ущерб на 1 га орошаемой площади, обусловленный потерями воды на фильтрацию, сбросы и технические утечки, м ³ /га	365	300	560	630	500	300	0,25	
4. Удельный ущерб на 1 га поливной площади от ирригационной эрозии почв, гр/га	50	60	45	55	65	45	0,10	
5. Процент потерь урожая с/х культур на засоленных и подтопленных землях, %	0,004	0,007	0,008	0,006	0,005	0,004	0,15	
$\Sigma=1,00 \quad \Sigma=100\%$								

Примечание: выделение жирным шрифтом показатели приняты за эталон.

Таблица 4

Исходные технико-эколого-экономические показатели для 5 оросительных систем и сравниваемые результаты интегральной оценки этих систем

Наименование групповых и единичных показателей сравниваемых оросительных систем, единицы их измерений	Орошение i-х единичных показателей оросительных систем по сравнению с эталоном					Вес внутригрупповых коэффициентов и b_i^4	Все показатели групповых, $K_{гр}$
	1-я оросит. система	2-я оросит. система	3-я оросит. система	4-я оросит. система	5-я оросит. система		
1	2	3	4	5	6	7	8
I. Технические							
1. Площадь орошения системы, нетто, 200	1	0,665	0,759	0,474	0,854	0,15	35 бал лов
2. КПД оросительной системы, в % или долях единицы	0,966	1	0,8	0,766	0,866	0,25	
3. Коэффициент земельного использования системы, в долях единицы	0,833	0,888	0,944	0,778	1	0,15	
4. Средневзвешенная оросительная норма $\bar{M}^{вз}$, м ³ /га	0,921	1	0,875	0,833	0,972	0,25	
5. Процент износа k-й оросительной системы, %	0,714	0,833	1	0,909	0,769	0,2	
ВСЕГО по I группе:	$\Sigma=1,00$						

продолжение таблицы 4

Наименование групповых и единичных показателей сравниваемых оросительных систем, единицы их измерений	Количественная оценка уровня состояния оросительных систем с учетом основных параметров и значимости их как единичных, так и групповых коэффициентов, баллов				
	1-я оросит. система	2-я оросит. система	3-я оросит. система	4-я оросит. система	5-я оросит. система
1	9	10	11	12	13
I. Технические					
1. Площадь орошения системы, нетто, 200	5,250	3,49	3,890	2,490	4,480
2. КПД оросительной системы, в % или долях единицы	8,450	8,750	7,00	6,702	7,577
3. Коэффициент земельного использования системы, в долях единицы	4,373	4,662	4,956	4,084	5,25
4. Средневзвешенная оросительная норма \overline{M}^{ez} , м ³ /га	8,059	8,750	7,656	7,289	8,505
5. Процент износа к-й оросительной системы, %	7,998	5,831	7,00	6,363	5,383
ВСЕГО по I группе:	31,130	31,483	30,592	26,928	31,195

продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8
II. Экологические							
1. Удельные потери поливной воды на 1 га на фильтрацию, сбросы и утечки и ее на гидросооружениях, м ³ /га, где $S_k^{no} = \overline{M}^{ez} * (1 - \eta_k)$	0,837	1	0,547	0,417	0,486	0,30	35 баллов
2. Уровень отметки грунтовых вод от поверхности земли на к-й системе, м	0,500	0,625	0,750	1	0,375	0,20	
3. Процент засоленных земель от общей орошаемой площади системы, %	1	0,837	0,555	0,625	0,714	0,15	
4. Процент подтопленных земель от общей орошаемой площади системы, %	0,800	0,571	0,500	1	0,666	0,20	
5. Процент смытых орошаемых земель на к-й оросительной системе, %	0,750	0,600	0,43	0,500	1	0,15	
ВСЕГО по II группе:	$\Sigma=1,00$						

продолжение таблицы 4

1	9	10	11	12	13
II. Экологические					
1. Удельные потери поливной воды на 1 га на фильтрацию, сбросы и утечки и ее на гидросооружениях, м ³ /га, где $S_k^{no} = \overline{M}^{ez} * (1 - \eta_k)$	8,788	10,500	5,743	4,378	5,103
2. Уровень отметки грунтовых вод от поверхности земли на к-й системе, м	3,500	4,375	5,250	7,000	2,625
3. Процент засоленных земель от общей орошаемой площади системы, %	5,250	4,375	2,920	3,281	3,750
4. Процент подтопленных земель от общей орошаемой площади системы, %	5,6	3,997	3,500	7,000	4,669
5. Процент смытых орошаемых земель на к-й оросительной системе, %	3,937	3,150	2,257	3,625	5,250
ВСЕГО по II группе:	27,075	26,397	19,670	24,284	21,397

продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8
III. Экономические							
1. Удельные капитальные вложения в восстановление или реконструкцию к-й оросительной системы, гр/га	10500	9500	11300	8500	9000	0,25	30 баллов
2. Удельные годовые эксплуатационные затраты на 1 га, $У_k^{не}$, гр/га	630	665	475	525	550	0,25	
3. Удельный ущерб на 1 га поливной площади, обусловленный потерями $S_k^{не}$	365	300	560	630	500	0,25	
4. Удельный ущерб от ирригационной эрозии почв, $У_k^{не}$, гр/га	50	60	45	55	65	0,1	
5. Процент потерь урожая на засоленных и подтопленных землях, %	0,04	0,07	0,08	0,06	0,05	0,15	
ВСЕГО по III группе:	$\Sigma=1,00$						

продолжение таблицы 4

1	9	10	11	12	13
III. Экономические					
1. Удельные капитальные вложения в восстановление или реконструкцию к-й оросительной системы, гр/га	6,07	6,710	5,64	7,500	7,083
2. Удельные годовые эксплуатационные затраты на 1 га, $У_k^{не}$, гр/га	5,654	5,357	7,50	6,786	6,477
3. Удельный ущерб на 1 га поливной площади, обусловленный потерями $S_k^{не}$	6,164	7,500	4,018	3,571	4,500
4. Удельный ущерб от ирригационной эрозии почв, $У_k^{не}$, гр/га	2,700	2,250	3,000	2,455	2,077
5. Процент потерь урожая на засоленных и подтопленных землях, %	4,5	2,571	2,250	3,000	3,600
ВСЕГО по III группе:	25,088	24,388	22,408	23,312	23,737
Итого баллов по каждой оросительной системе	83,293	82,268	72,670	74,524	76,329
По величине технико-эколого-экономического обобщенного показателя, сравниваемые оросительные системы заняли следующие места	I место	II место	V место	IV место	III место

Окончательный выбор уровня качества сравниваемых межхозяйственных оросительных систем производится с использованием интегрального показателя (I_1) по уравнению (5).

Проиллюстрируем применение данной методики для комплексной количественной технико-эколого-экономической оценки 5 оросительных систем.

Исходные данные и результаты расчетов приведены в нижеприведенных таблицах 2 и 3.

Используя уравнение (5) и обобщенные технико-эколого-экономические показатели пяти оросительных систем, рассчитаем величины интегрального показателя для каждой оросительной системы, получим интегральные приведенные затраты на 1 балл в гр/балл:

$$I_1 = \frac{630 + 0.15 * 10500 + (365 + 50)}{П_1^{об} = 83,293} = \frac{2620}{83,293} = 31,455 \quad \text{гр/на 1 балл; (II место)}$$

$$I_2 = \frac{665 + 0.15 * 9500 + (300 + 60)}{П_2^{об} = 82,268} = \frac{2450}{82,268} = 29,769 \quad \text{гр/на 1 балл; (I место)}$$

$$I_3 = \frac{475 + 0.15 * 11300 + (560 + 45)}{\Pi_3^{об} = 72,670} = \frac{2485}{72,670} = 38,170 \quad \text{гр/на 1 балл; (V место)}$$

$$I_4 = \frac{525 + 0.15 * 8500 + (630 + 55)}{\Pi_4^{об} = 74,5} = \frac{2485}{74,5} = 33,355 \quad \text{гр/на 1 балл; (IV место)}$$

$$I_5 = \frac{475 + 0.15 * 9000 + (500 + 65)}{\Pi_5^{об} = 76,3} = \frac{2465}{76,3} = 32,3 \quad \text{гр/на 1 балл; (III место)}$$

Анализируя полученные результаты расчета с использованием интегрального показателя, видим, что первое место заняла 1-я оросительная система, второе место – 2-я оросительная система, третье место – 5-я оросительная система, четвертое место – 4-я оросительная система, пятое место – 3-я оросительная система.

По минимуму удельных предельных затрат на 1 балл первое место заняла 2-я оросительная система, второе место – 1-я оросительная система, третье место – 5-я оросительная система, четвертое место – 4-я оросительная система и последнее пятое место заняла 3-я оросительная система.

Выводы

1. Разработанная методика позволяет комплексно количественно оценивать технико-эколого-экономический уровень состояния действующих и реконструируемых межхозяйственных оросительных систем и обосновать рациональную очередность их реконструкции.

2. Предложен интегральный показатель, позволяющий количественно оценить совместно и комплексно технико-эколого-экономический уровень сравниваемых оросительных систем, а также экономическую эффективность систем, учитывающую удельные – годовые эксплуатационные затраты, удельные капитальные вложения на 1 га и удельные ущербы от потерь воды на фильтрацию и убытки от ирригационной эрозии почв.

3. Предложены расчетные формулы для определения различных видов экологических ущербов, наносимых мелиорацией окружающей среде, фермерским хозяйствам и государству. К их числу относятся следующие экологические ущербы:

- потери поливной воды из-за низкого к.п.д.;
- недоиспользование поливных земель из-за низкого к.з.и.;
- ущерб из-за засоления орошаемых земель;
- ущерб от водной ирригационной эрозии почв.

4. Использование данной методики для комплексной количественной оценки уровня качества как действующих, так и реконструируемых межхозяйственных оросительных систем как отдельных групповых показателей (технические, эксплуатационные, экономические), так и в целом всей оросительной системы с учетом экологического ущерба; позволяет также при сравнении нескольких различных оросительных систем, расположенных в бассейне реки из их числа позволяет установить рациональную очередность при их реконструкции.

SUMMARY

The advantages and disadvantages of different irrigation systems are analyzed according to our methodic.

Литература

1. Гличев А.В., Рабинович Г.О., Примаков М.И., Синицын М.М. Прикладные вопросы квалиметрии. – М.: Издательство стандартов, 1983.
2. Азгальдов Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров. – М.: Экономика, 1982.

3. Гличев А.В. Оценка качества количественными методами. – Задача квалиметрии. – М.: Издательство стандартов, 1972.
4. Шавва К.И. Методика количественной оценки экономического состояния реконструируемых мелиоративных систем. Сборник «Экономические аспекты мелиорации земель». – Кишинев, КСХИ им. Фрунзе М.В., 1991.
5. Шавва К.И. Количественная оценка технического уровня мелиоративных систем и обоснование рациональной очередности их реконструкции. Сборник «Проблемы комплексной мелиорации земель Поволжья». (Тезисы докладов научно-производительной конференции). – Саратов, 1989.
6. Шавва К.И. Определения уровня нуждаемости земель в мелиоративных мероприятиях и установление рациональной очередности их освоения. Сборник «Орошение и урожай». – Челябинск, Южно-Уральскиздат, 1976.
7. Белешев С.Д., Гурвич Ф.Г. Экспертные оценки. – М.: Наука, 1973.
8. Шавва К.И. Количественная оценка уровня качества проектов мелиоративных систем. – Кишинев, СХИ им. Фрунзе М.В., 1986.
9. Методические указания по оценке технического уровня промышленной продукции РД 50-149-79 М.: Издательство стандартов, 1979.
10. Сиденко В.М., Рокас С.Ю. Управление качеством в дорожном строительстве. - М.: Транспорт, 1981.
11. Ухов Н.Н., Михайлов С.К., Белякова Е.И. Прогнозирование качества продукции. - М.: Наука, 1980.
12. Дельвинг Г.Н., Траскунов Л.М., Царюк Н.М. Управление качеством продукции в электроприборостроении. - Ленинград, Энергия, 1977.
13. Духовный В.А. Принцип создания технически совершенных гидромелиоративных систем на основе переустройства староорошаемых земель. Сборник «Техническое совершенствование оросительных систем». - М.: Колос, 1978.
14. Алымов А.Н. Производительные силы. Проблемы развития и размещения. - М.: Экономика, 1981.
15. Шавва К.И., Дорофеев В.С. Методика определения цен (тарифов) на поливную воду, подаваемую на орошение фермерских хозяйств для полива сельскохозяйственных культур. Сборник «Методика комплексной количественной оценки экологического состояния оросительных систем». - Одесса, ОГАСИ, 2009.
16. Зубец В.М., Вакар А.Е. Эксплуатация закрытых осушительных систем - М.: Агропромиздат, 1989.
17. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов в СССР. Статистический сборник. М. Финансы и статистика, 1998 г.
18. Калашников К. Г., Гамаюн И. М., Болдырев А. П. Справочная книга по орошаемому земледелию. Кишинев, Картя Молдованескэ, 1990.