

**МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ ТЕХНИКО-ЭКОЛОГО-
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ КАЧЕСТВА
ДЕЙСТВУЮЩИХ ИЛИ РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ
ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

Шавва К.И. (*Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса*)

В статье заложена методика комплексно качественной оценки технико-эколого-экономического состояния действующих и реконструируемых оросительных систем.

Для комплексной количественной оценки уровня состояния действующих оросительных систем используется более тридцати различных единичных показателей. Это обстоятельство порождает субъективизм при оценке общего уровня состояния действующих оросительных систем, так как у одних оросительных систем группа показателей лучше, у других другая.

Поэтому предполагается для объективной количественной оценки установить один обобщенный показатель, который позволяет комплексно, качественно оценить уровень технико-эколого-экономического состояния действующих и реконструированных оросительных систем.

До настоящего времени это актуальная проблема окончательно не решена.

В основу предлагаемой нами методики комплексной оценки уровня состояния действующих оросительных систем использованы методы и основные положения, применяемые в квалиметрии – науки о количестве и измерении уровня качества промышленной продукции [1, 2, 3].

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

Из всех известных методов наиболее приемлем (применительно к оценке оросительных систем), оказался интегральный метод, заключающийся в сравнении количественных значений показателей качества исследуемых оросительных систем с эталонной или базовой ороси-

тельной системой, которая имеет наилучшие показатели, обладающая наиболее высокими техническими эксплуатационными показателями.

Для комплексной оценки уровня качества состояния действующих и реконструируемых оросительных систем в данной методике приняты три группы показателей – техническая, экономическая и экологическая.

Группы показателей неравнозначно влияют на общий уровень качества состояния оросительных систем, что учитывается групповым коэффициентом весомости K_j^{cp} , сумма которых не должна превышать 100%.

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

Каждый частный единичный показателей, входящий в ту или иную группу оценивается по его значимости или весомости в этой группе коэффициентом β_{ij} , общая сумма коэффициентов любой группы

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

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

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

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

где: q_i, q'_i – относительно значения i -го единичного показателя качества, входящую в j -ю группу, 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 каждой j -ой отдельной группы (технических, экономический или экологический) Π_j^y рассчитываются по формуле:

$$\Pi_j^{cp} = \left(\sum_{i=1}^n \beta_i \cdot q_i + \sum_{i=1}^n \beta_i \cdot q'_i \right) \cdot K_j^{cp}; \% \quad (3)$$

где: Π_j^{cp} – обобщающий j -ой групповой показатель уровня качества оросительной системы в % или баллах;

K_j^{cp} – вес j -го группового показателя в % или баллах;

где: $\sum_{i=1}^n K_j^{sp} = 100\%$ 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 в каждой группе.

Расчет общего комплексного показателя ($\Pi_k^{общ}$) для каждой k -ой 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 k , удельному общему показателю этой оросительной системы.

Его можно определить с помощью выражения:

$$I_k = \frac{U_k + E_n K_k + Y_k}{\Pi_k^{общ}} \rightarrow \min; \quad (5)$$

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 k -ой оросительной системы, гр/га;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений, равный $E_n = 0,15$;

Y_k – удельный ежегодный ущерб на k -ой оросительной системе от потерь поливной воды на оросительную, гр/га.

Удельный ущерб, обусловленный потерями утечки поливной воды на фильтрацию и технические потери (сброс воды утечки) для каждой k -ой оросительной системы рассчитываются по формуле:

$$y_k^{н.в.} = (1 - \eta_{кос}) \overline{M}_k^{вз} C_k; \text{ гр/га} \quad (6)$$

где: Y_k^{ng} – удельный ущерб к-й на оросительной системе, приходящейся на 1 гектар орошаемой площади, обусловленный потерями воды на фильтрацию, сброс и утечки воды, гр/га;

$\eta_{кос}$ – коэффициент полезного действия к-й оросительной системы;

$\overline{M}_k^{вз}$ – удельный водозабор воды на 1 га орошаемой площади к-й системы из водоисточника, м³/га;

C_k – цены (тариф) одного м³ подаваемой фермерским хозяйством к-й оросительной системой, гр/м³.

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

Следует отметить, что цена 1 м³ подаваемое управлениями оросительных систем производится табличным способом с использованием вышеприведенных формул.

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

Исходные данные и результаты расчетов приведены в нижеприведенных таблицах 1 и 2.

Используя уравнение (5) и обобщенные технико-эколого-экономические показатели пяти оросительных систем, рассчитаем величины интегрального показателя для каждой оросительной системы:

$$I_1 = \frac{630 + 0,15 \cdot 10500 + (365 + 50)}{P_1^{об} = 83,293} = \frac{2620}{83,293} = 31,455 \text{ гр/на 1 балл};$$

$$I_2 = \frac{665 + 0,15 \cdot 9500 + (300 + 60)}{P_2^{об} = 82,268} = \frac{2450}{82,268} = 29,769 \text{ гр/на 1 балл};$$

$$I_3 = \frac{475 + 0,15 \cdot 11300 + (560 + 45)}{P_3^{об} = 72,670} = \frac{2485}{72,760} = 38,170 \text{ гр/на 1 балл};$$

$$I_4 = \frac{525 + 0,15 \cdot 8500 + (630 + 55)}{P_4^{об} = 74,5} = \frac{2485}{74,5} = 33,355 \text{ гр/на 1 балл};$$

$$I_5 = \frac{475 + 0,15 \cdot 9000 + (500 + 65)}{P_5^{об} = 76,3} = \frac{2465}{76,3} = 32,3 \text{ гр/на 1 балл};$$

Таблица 1

Исходные данные оцениваемых 5 действующих реконструируемых оросительных систем

Наименование показателей качества оросительных систем, единицы их измерений	Показатели качества сравниваемых оросительных систем					Эта-лон-ное значе-ние i-го пока-зателя	Кэф. веса единич. по-казателей качества, b_i^4 , входящих в групповую по-казатель, в до-лях единиц	Кэф. измен-чивости груп-пОВО ПОКАЗА-теля, K_j в %
	1-я оросит. система	2-я оросит. систе-ма	3-я оросит. систе-ма	4-я оросит. систе-ма	5-я оросит. систе-ма			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I. Технические.								
1. Орошаемая площадь системы, га	15800	10500	12000	7500	13500	15800	0,15	
2. КПД оросительной системы, в долях единиц	0,725	0,75	0,60	0,50	0,65	0,75	0,25	
3. Кэф. земельного использования, в долях единиц	0,75	0,8	0,85	0,7	0,9	0,9	0,15	35% или баллов
4. Средневзвешенная оросительная норма \bar{M}^{op} брутто, $m^3/га$	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 1

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	
2. Уровень отметки грунтовых вод от поверхности земли, м	4	5	6	8	3	8	0,20	
3. Процент засоленных земель от общей орошаемой площади системы, %	0,05	0,06	0,09	0,008	0,07	0,05	0,15	35% или баллов
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 и системы, %	0,04	0,05	0,07	0,06	0,03	0,03	0,15	

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
III. Экономические.								
1. Удельные капитальные вложения в восстановление	10500	9500	11300	8500	9000	8500	0,25	
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	30% или баллов
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, %	0,04	0,007	0,008	0,006	0,005	0,004	0,15	
							$\Sigma = 1,00$	$\Sigma = 100\%$

Примечание: выделенные жирным шрифтом показатели приняты за эталон

Таблица 2

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, $K_j^{эп}$	
	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, гекто, 200	1	0,665	0,759	0,474	0,854	0,15		
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	35 баллов	
4. Средневзвешенная оросительная норма \bar{M}^3 , 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 2

Наименование групповых и единичных показателей и единичных показателей сравняваемых 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 оросительная система	2-я оросительная система	3-я оросительная система	4-я оросительная система	5-я оросительная 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 $\bar{M}^{вз}$, м ³ /га	8,059	8,750	7,656	7,289	8,505
5. Процент износа к-й оросительной системы, %	4,998	5,831	7,00	6,363	5,383
ВСЕГО по I группе:	31,130	31,483	30,592	26,928	31,195

Продолжение таблицы 2

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, $\text{м}^3/\text{га}$, где $S_k^{no} = \bar{M}^{63} \cdot (1 - \eta_k)$	0,837	1	0,547	0,417	0,486	0,30	
2. Уровень отметки грунтовых вод от поверхности земли на к-й системе, м	0,500	0,625	0,750	1	0,375	0,20	35 баллов
3. Процент засоленных земель от общей орошаемой площади системы, %	1	0,873	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	0,430	0,500	1	0,15	
ВСЕГО по II группе:						$\Sigma = 1,00$	

Продолжение таблицы 2

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, $\text{м}^3/\text{га}$, где $S_k^{no} = \bar{M}^{63} \cdot (1 - \eta_k)$	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 2

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	
2. Удельные годовые эксплуатационные затраты на 1 га, $U_k^{нг}$, гр/га	630	665	475	525	550	0,25	
3. Удельный ущерб на 1 га поливной площади, обусловленный потерями $S_k^{нг}$	365	300	560	630	500	0,25	30 баллов
4. Удельный ущерб от ирригационной эрозии почв, $U_k^{нг}$, 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 2

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, $U_k^{не}$, 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, $U_k^{не}$, гр/га	2,700	2,250	3,000	2,455	2,077
5. Процент потерь урожая на засоленных и подтопленных землях, %	4,50	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, сравнимые оросительные системы заняли следующие места:	I место	II место	V место	IV место	III место

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 заняла 3-я оросительная система.

Выводы

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

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.

Литература

1. Гличев А.В., Рабинович Г.О., Примаков М.И., Сеницын 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. Определение уровня нуждаемости земель в мелиоративных мероприятиях и установление рациональной очередности их освоения. Сборник Орошение и урожай. – Челябинск, Южно-Уральскиздат, 1976.
7. Бешелев 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.