

МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ КАЧЕСТВА ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ КВАЛИМЕТРИИ

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

Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса

Основными требованиями, предъявляемыми к различным способам и технике полива сельскохозяйственных культур, являются [15]:

- обеспечение на орошаемых полях оптимального водно-воздушного режима почв;
- эффективное и экономное использование воды для полива и вымыва из засоленных почв солей;
- сохранение и повышение почвы, улучшение ее структуры, повышение ее плодородия (содержания в ней гумуса);
- повышение экологической надежности дождевальных машин и установок;
- предупреждение засоления, заболачивания, водной и ветровой эрозии почв;
- увеличение коэффициентов $\dot{E}\dot{C}\dot{E}$, а также уровня надежности поливной техники;
- уменьшение капитальных вложений, эксплуатационных затрат в оросительные системы, а также снижение материалоемкости, энергоемкости и трудовых затрат.

Как отмечает Б. Г. Штепа [15], выбор оптимального способа орошения и техники полива представляет сложную инженерную и социально-экономическую задачу, при решении которой должны учитываться многие факторы, основными из них являются:

- природные условия – характер увлажнения почвы атмосферными осадками и температурный режим почвы и воздуха, водообеспеченность, рельеф и уклоны массива, водно-физические свойства грунтов, испаряемость, мощность плодородного слоя, залегание и минерализация грунтовых вод и др.;
- правильный выбор способов орошения и техники полива, которые определяют эффективность орошения, так как от этого в значительной степени зависит режим орошения сельскохозяйственных культур, производительность труда на поливе, объем планировочных работ, урожайность сельскохозяйственных культур, мелиоративное состояние орошаемого массива, конструкция и стоимость внутрхозяйственной сети, необходимость подкачек, пропускная способность каналов, эксплуатационные затраты, себестоимость получаемой сельскохозяйственной продукции, величина чистого дохода, получаемого с орошаемых сельскохозяйственных культур.

Одними из первых научных работ, посвященных комплексной количественной оценке качества различных типов дождевальных машин, являются работы [4, 10, 12, 14, 16], в которых в основу оценки ДМ приняты их технико-экономические показатели. Так в работе И. Д. Паненко степень пригодности и универсальности различных типов дождевальных машин рекомендуется производить с использованием коэффициента пригодности, который учитывает отношение количества положительных оценок (+) к общему числу оцениваемых параметров ДМ. (см. таблицу 1).

Из анализа результатов количественной оценки пригодности и универсальности ДМ приведенного в таблице 1, видно, что старая машина ДДА-100М оценивается коэффициентом пригодности – 0,64, а более совершенные новые ДМ «Фрегат», «Волжанка», «Валлей» оценены коэффициентом 0,54. Очевидно, что оценки более совершенных машин должны быть выше, чем у машины ДДА-100М.

Это весьма приближенная методика количественной оценки качества дождевальных машин, которую желательно переработать с учетом использования методов квалиметрии.

В этой методике не учитывается экологическая надежность различных ДМ, весомость отдельных оценочных показателей, сезонная производительность ДМ и экологическое влияние дождевальных машин на окружающую среду.

Необходимость количественной оценки уровня качества дождевальных машин имеет первостепенное значение как по установлению отдельных оптимальных параметров качества дождевальных машин, так и машин в целом.

Оценка уровня качества дождевальных машин может использоваться при [5, 6, 11, 12, 20]:

- аттестации дождевальных машин по уровню качества;
- выборе оптимального варианта дождевальных машин из числа сравниваемых различных типов машин;
- планировании основных показателей качества дождевальных машин и установок;
- анализе динамики улучшения качества дождевальных машин;

Степень пригодности и универсальности дождевального оборудования [12]

Тип дождевального оборудования	Применимость для полива сельскохозяйственных культур					При рельефе расчлененном, большие уклоны,	Механизация работ	Маневренность ДМ	Простота изготовления	Преимущества перед поверхностным орошением		Коэффициент пригодности
	Сады и виноградники	Сады пальмные	Сплошные посевы	высокоствельные	Нежные всходы					Снижение стоимости полива	Повышение производительности труда	
КДУ-55М, УДС – 25, «Сигма, Оломоуц»	+	-	+	-	+	+	-	Огр.	+	-	-	0,45
ДДН – 45, ДДН – 70	+	+	+	+	-	Огр.	+	+	-	-	-	0,54
ДДА-100М	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	+	0,64
УДТ-25, «Волжанка» и подобные «Фрегат» и «Валлей»	-	-	+	-	+	-	+	Огр.	-	+	+	0,54
Стационарное дождевание	+	+	+	+	-	+	+	0	+	-	+	0,80
Шлейфы СДУ-ш	+	+	+	+	+	+	+	Огр.	+	+	+	0,90

- контроле качества, как при их изготовлении, так и при их эксплуатации;
- при определении экологической надежности ДМ;
- при стимулировании улучшения качества как в условиях их изготовления, так и при их эксплуатации;
- при определении оптимальных реализационных цен на различные марки дождевальных машин и установок.

Количественная оценка дождевальных машин и установок, как правило, включает в себя следующие этапы:

- определение цели оценки;
- выбор номенклатуры оценочных показателей качества;
- выбор методов определения показателей качества;
- определение значений показателей качества, характеризующих управляемый процесс;
- сопоставление исходных данных с базовыми (эталонными) показателями;
- сравнение полученных результатов с поставленной целью и в случае необходимости произвести их корректировку.

До последнего времени при технико-экономической оценке способов полива и дождевальных машин не учитываются экологические ущербы, наносимые окружающей среде дождевальными машинами. Об актуальности этой проблемы было показано в работах [2, 3, 5, 9, 14, 20, 28].

Так еще в 1981 году академик Украины А. Н. Алымов в своей монографии [1] пишет: «При этом важно дать количественную и качественную оценку природным ресурсам и ущербу от изменения окружающей среды. Такая оценка – это сложная и многогранная проблема, включающая не только экономический, но и социальные аспекты» и далее пишет «... На наш взгляд, применяемый в настоящее время критерий наименьших приведенных затрат следует дополнить показателем, характеризующим минимальный экологический ущерб, наносимый промышленным производством окружающей среде. В этом случае приведенные затраты он предлагает определить по формуле [1]:

$$C_i = C_i + E_i \cdot K_i + \dot{O}_{iye} \rightarrow \min \quad (1)$$

где C_i – приведенные затраты на единицу продукции; \tilde{N}_i – себестоимость единицы продукции; \hat{E}_i – удельные капитальные вложения в производительные фонды; \dot{O}_i – удельный эколого-экономический ущерб; \hat{A}_i – нормативный коэффициент экономической эффективности капвложений, равный 0,15.

Автор приводит пример эколого-экономической оценки четырех вариантов размещения i-го предприятия и выбор из них лучшего (таблица 2).

Таблица 2

Эколого-экономическая оценка вариантов размещения предприятия

Показатели	Базовый вариант	I вариант	II вариант	III вариант
1. Себестоимость единицы продукции, руб/га	1900	1500	1250	1150
2. Удельные капитальные вложения, руб/га	2600	2000	3000	4000
3. Нормативный коэффициент эффективности капвложений, равный 0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
4. Удельный эколого-экономический ущерб, руб/га	3500	3000	3600	4200
5. Удельные расчетные затраты, руб/га	5790	4800	5300	5950

Наиболее целесообразным является I вариант размещения предприятия.

В работе д.т.н. Зубца В. М. [2] при количественной оценке строительства закрытых дренажных осушительных систем также предлагается в технико – эколого – экономических расчетах учитывать экологический ущерб при определении оптимального диаметра трубопроводов.

$$C_i = \hat{A}_i \cdot \hat{E}_i + \tilde{N}_{yem e} + \tilde{N}_a + \tilde{N}_o \cdot q \rightarrow \min \quad (2)$$

где C_i – удельные приведенные затраты руб/га; \hat{A}_i – нормативный коэффициент экономической эффективности капвложений, равный 0,15; \hat{E}_i – капитальные затраты

на строительство закрытой дренажной сети в расчете на 1 га, руб/га; $\tilde{N}_{\text{экспл}}$ - стоимость эксплуатации 1 га системы, не зависящая от надежности, руб/га; \tilde{N}_o – стоимость ущерба при отказе системы, руб/га; q - вероятность отказа данной дренажной системы при диаметре трубок 50 мм, 75 мм, 100 мм соответственно, равна 0,15, 0,1 и 0,05.

Автор приводит пример расчета выбора оптимального диаметра закрытых дренажных систем с учетом экологического ущерба, которые показаны в таблице 3.

Авторы работы [2] отмечают, что при проектировании закрытых дренажных осушительных систем важно учитывать надежность работы осушительной системы, которую можно определить только с учетом экологического ущерба.

Таблица 3

Расчет выбора оптимального диаметра закрытого дренажа [2]

Показатели	Варианты		
	I	II	III
1. Диаметр трубы, мм	50	75	100
2. Вероятность отказа q	0,15	0,10	0,05
3. Капитальные вложения в строительство системы Е*К, р*га	29,7	40,5	54
4. Стоимость эксплуатации системы, $C_{\text{экспл}}$, рга	6,0	6,0	6,0
5. Амортизационные отчисления, $C_a=(A/100)*K$, р/га	2,2	3	4
6. Вероятность потери от ненадежности работы, C_y*q , р/га – экологический ущерб	45,0	30,0	15,0
7. Полные приведенные затраты, $Z_i = E_i \cdot K_i + C_{\text{экспл}} + C_a + C_y \cdot q$, р/га	83,0	80,0	79,0

Примечание. Стоимость ущерба при отказе условно принята равной $C_o=300$ р/га, а стоимость строительства (\hat{E}) закрытого дренажа для керамических труб диаметром 50, 75 и 100 мм принята соответственно 247, 337 и 449,6 р/га.

В работе [28] также рассмотрены вопросы оценки ущерба от хозяйственного негативного воздействия на природную среду. Авторы пишут: «Определение абсолютной эффективности природоохранных мероприятий, внедрение новой экологизированной техники, выявление очередности природозащитных вложений в различные секторы хозяйства – все это вызвало необходимость включения в экономические расчеты показателей ущерба или отрицательного эффекта, обусловленного последствиями хозяйственной деятельности».

Авторы считают, что основным критерием эффективности при обосновании природоохранных или хозяйственных решений комплексного характера является минимум приведенных народнохозяйственных затрат, в которые должен вписываться ущерб от негативного воздействия на окружающую среду [28]:

$$C'_i = C_i + E_i \cdot K_i + \hat{O}_i = \min \quad (1)'$$

где C'_i - удельные приведенные затраты руб/га; K_i - капитальные вложения по каждому варианту; C_i - текущие затраты (себестоимости) по тому же варианту; \hat{O}_i - предотвращенный ущерб (экономический эффект) в смежных отраслях материального производства и не производительной сферы в результате использования новой техники; A_i - нормативный коэффициент эффективности капиталовложений, равный 0,15.

Таким образом, снижение ущерба, наносимого обществу в результате ухудшения качества природной сферы равносильно повышению народнохозяйственной эффективности».

Одной из интересных научных работ, посвященных анализу народнохозяйственной эффективности применяемых способов и техники полива, является работа Б.Г.Коваленко и В.М.Завгороднего [4].

В ней авторы путем технико-экономических расчетов провели количественную технико-экономическую оценку 14 типов дождевальных машин и установок применительно к условиям Киргизии, апробируя поливные машины при орошении сахарной свеклы.

Авторы пишут [4]: «К настоящему времени уже имеется ряд работ [2, 3, 4, 5], в которых содержится попытка экономического сопоставления способов и техники полива. Но все эти сопоставления сделаны в основном с точки зрения достижения наивысшего внутривоздейственного эффекта (получения продукции при наименьших затратах лишь на конкретно рассматриваемых участках земли)».

Авторы считают, что количественную оценку способов и техники полива следует производить с учетом народнохозяйственной эффективности. Это правильно, когда государство вкладывает в развитие мелиорации большие капиталовложения, оно должно знать, где будет получен наибольший экономический эффект. Но это не противоречит тому, что в рыночных условиях необходимо обязательно учитывать как внутривоздейственный эффект, так и экологический ущерб, наносимый дождеванием на окружающую среду.

Чем больше экономический эффект от орошения в фермерских хозяйствах, тем больше будет народнохозяйственный эффект. Здесь никакого противоречия нет, если будет богатый фермер, который рационально использует воду, землю, поливную технику и получает в два, три и больше и дешевле продукции на мелиорируемых землях, то очевидно, что народнохозяйственный эффект будет только увеличиваться, тем более, что в рыночных условиях на орошаемых землях фермер, как хозяин земли, должен всегда прежде всего уметь не только рассчитывать внутривоздейственный эффект, но и получать его.

Мы считаем также, что при оценке уровня качества дождевальных машин и установок должен обязательно учитываться экологический ущерб, наносимый окружающей среде и фермерскому хозяйству, наносимый ДМ окружающей среде и человеку.

Оценка уровня качества дождевальных машин, установок, передвижных насосных станций занимает в системе управления качеством одно из основных мест.

Согласно ГОСТ 16431-70 под количественной оценкой уровня качества понимается: «совокупность операций, включающих выбор номенклатуры показателей качества, определяющий их численные значения, а также значения базовых и относительных показателей с целью обоснования решений, реализуемых при управлении качеством продукции».

В соответствии с ГОСТ 15467-70 различают показатели единичные, комплексные, обобщенные и интегральные, которые мы также используем в предлагаемой нами методике.

Применительно к дождевальным машинам и установкам на рис.1 приведена общая классификация показателей для количественной оценки уровня качества дождевальных машин, установок и передвижных насосных станций, используемых для орошения сельскохозяйственных культур.

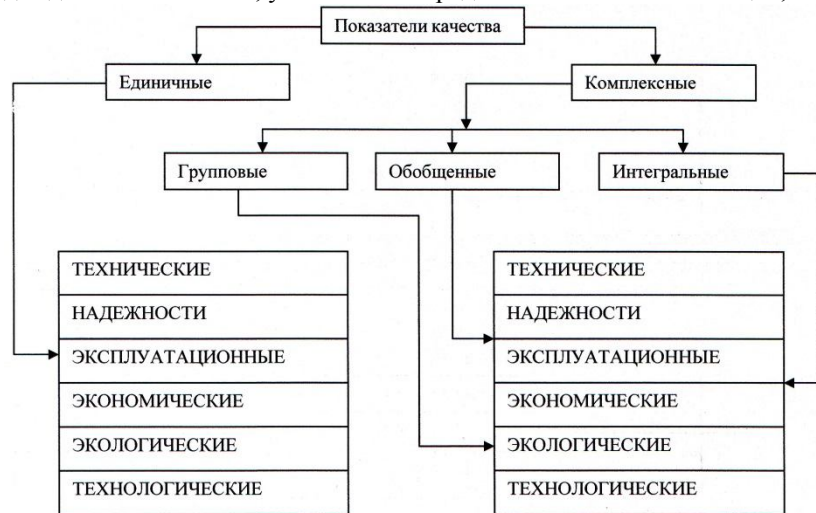


Рис. 1. Классификация показателей оценки уровня качества дождевальных машин

Особенностью предлагаемой нами методики комплексной количественной оценки качества ДМ является то, что она производится в четыре этапа: а) в начале для каждого типа дождевальных машин производится количественная оценка технического уровня ДМ; б) затем производится оценка этих же машин с использованием технико-экономических параметров; в) затем производится комплексная количественная оценка каждого типа ДМ с использованием интегрального показателя (I_i); г) на четвертом этапе, используя комплексный обобщенный количественный показатель, включающий 3 предыдущих показателя.

Иначе говоря, предлагаемая методика позволяет всесторонне, комплексно для каждого типа ДМ количественно определять технический уровень качества, эколого-экономический и обобщенный уровень качества I_i ДМ, рассчитываемый с использованием интегрального показателя (I_i).

Другими словами, эта методика позволяет количественно оценить качество любого типа ДМ как по отдельным свойствам ДМ, так и по совокупности свойств устанавливая рациональную очередность уровня качества оцениваемых дождевальных машин и установок.

В соответствии с ГОСТ 15467-70 относительное значение показателя качества представляет собой отношение значения показателя качества оцениваемой продукции к соответствующему значению базового показателя.

Номенклатура показателей качества дождевальных машин включает следующие основные показатели: а) назначения; б) надежности; в) технологичности; г) экологичности; д) экономической эффективности (приведенные затраты); е) материалоемкости; ж) энергоемкости; з) землеемкости (\hat{E}); и) водоемкости.

Для оценки уровня качества дождевальных машин и установок, которые производятся путем сравнения показателей качества проектируемых с соответствующими базовыми показателями.

Дифференциальный метод оценки уровня качества заключается в сопоставлении единичных показателей качества оцениваемой дождевальной машины с единичным базовым (эталонным) показателями.

При дифференциальном методе находят значения относительных показателей качества:

$$q_i = \frac{P_i}{P_{i\text{баз}}} \quad (3);$$

$$q_i = \frac{P_{i\text{баз}}}{P_i} \quad \text{при } i=1, 2, \dots, n \quad (4),$$

где P_i – значение i -го единичного показателя качества оцениваемой дождевальной машины; $P_{i\text{баз}}$ – значение базового показателя качества базового образца дождевальной машины.

Единичные показатели выражают отдельные технические свойства дождевальных машин – сезонная выработка дождевальных установок, средняя величина оросительной нормы севооборота и т. п.

Групповой показатель K_i определяется совокупностью определенного вида единичных показателей $\hat{E}_i = f(x_i)$, т. е. где $x_i = (a, б, в, г, \dots)$.

Обобщающий показатель ($K_{i\text{баз}}$) определяется совокупностью групповых показателей, но без экономического показателя: $K_{i\text{баз}} = f(K_i)$.

Оценка уровня качества дождевальных машин с помощью интегральных показателей определяется совокупностью одного или нескольких единичных, групповых или одного обобщенного показателя или же одного интегрального показателя [3, 9, 10, 14].

В работах [5, 11, 18, 20, 22] отмечается, что обобщенный показатель позволяет судить об уровне качества оцениваемой машины или изделия по сравнению с аналогом (эталонном).

Интегральным показателем ($I_{\text{эи}}$) называется комплексный количественный показатель качества, характеризующий эффективность или эколого-экономическую экономичность i -го типа дождевальной машины. Его рассчитывают в двух вариантах [5]: либо как отношение суммарного полезного эффекта в натуральном выражении от эксплуатации машины (га) к затратам на ее создание и работу за срок службы (ед. работы/на гривну), либо как обратное отношение затрат к полезному эффекту (гривен на 1 единицу работы (га)).

В работе Багатина [18] интегральный показатель качества машин предлагается рассчитывать по формулам:

$$I_{i\dot{e}i} = \frac{\dot{I}_i \cdot T_i}{K_i(1 + E_i \cdot T_i) + P_i \cdot T_i}; \quad (5)$$

$$I_{i\dot{e}i} = \frac{K_i(1 + E_i \cdot T_i) + P_i \cdot T_i}{\dot{I}_i \cdot T_i}; \quad (6)$$

где \dot{I}_i – годовая производительность $3\ddot{a}i$ типа дождевальной машины за поливной сезон, га/сезон; \dot{O}_i – срок службы $3\dot{e}$ дождевальной машины, га/год; \dot{E}_i – капитальные затраты (цена ДМ + внутрихозяйственная оросительная сеть, гривен); \dot{D}_i – годовые затраты по эксплуатации $3\dot{e}$ дождевальной машины и внутрихозяйственной оросительной сети, гр/год; \dot{A}_i – нормативный коэффициент эффективности, величина которого принимается равной $\dot{A}_i = 0,15$ [11].

В первом случае интегральный показатель качества – это количество единиц работы, приходящихся на 1 гривну суммарных приведенных затрат; во втором – сумма этих затрат в гривнах, приходящихся на единицу работы или на 1 гектар сезонной выработки $3\dot{e}$ дождевальной машины.

В соответствии с ГОСТ 15467-70 квалиметрия оперирует относительными оценками и определяет качество оцениваемой ДМ по отношению к лучшей машине или изделию, принятому за базу сравнения (эталон).

Качество определяется как совокупность операций, включающая выбор номенклатуры показателей качества, определение их численных значений, а также, значений базовых и относительных показателей для обоснования наилучших решений, реализуемых при управлении качеством продукции».

Для количественной оценки свойств любой продукции в зависимости от условий ее создания и потребления продукции используются два вида показателей – единичный показатель качества, который характеризует только одно ее свойство или комплексный показатель ее качества, с помощью которого можно охарактеризовать всю совокупность, так и какую-то группу однородных свойств.

Показатель, характеризующий несколько однородных свойств ДМ_i, называется групповым показателем качества.

Для оценки уровня качества дождевальных машин необходимо все показатели перевести в относительные размерности [5, 8, 9, 20].

При оценке уровня качества, как правило, применяются не абсолютные, а относительные значения анализируемых показателей.

Оценка качества производится путем последовательного сравнения по каждому параметру заданных в техническом задании или фактически полученных (в проекте или готовой дождевальной машине) со значениями параметров с лучшими дождевальными машинами.

Расчет технического уровня качества дождевальных машин производится с использованием методики [8] с учетом весомости (m_i) каждого $3\ddot{a}i$ оценочного показателя по нижеприведенным формулам (7) и (8).

При этом для параметров, улучшение которых направлено в сторону увеличения (+) $3\ddot{a}i$ параметра определяется по формуле [8]:

$$(+)\quad Y_i = \frac{100}{b_{imax}} \frac{m_i}{b_i} \quad (7)$$

где b_i – достигнутое значение $3\ddot{a}i$ параметра в анализируемой, оцениваемой дождевальной машине, в % или в баллах; b_{imax} – наивысшее значение $3\ddot{a}i$ параметра по лучшей ДМ данного класса, принятое за норматив.

Для параметров, улучшение которых направлено в сторону уменьшения (-), технический уровень $3\ddot{a}i$ параметра определяется по формуле:

$$(-) \quad Y' = \frac{100}{\frac{b_i}{b_{max}}} m_i, \quad (8)$$

где m_i – коэффициент весомости 3ai свойства дождевальных машин; n – число оценочных показателей, принятых для количественной оценки дождевальных машин при условии, что $\sum_{i=1}^n m_i = 1$.

В состав общетехнических показателей дождевальных машин в качестве основных показателей входят [5, 6, 8, 10, 11, 13]:

- расход воды 3e дождевальной машиной;
- напор машины в м;
- сезонная выработка 3e дождевальной машины, га/сезон;
- коэффициент использования времени смены в долях или в %;
- средние величины поливных « m » и оросительных « $M^{i\delta}$ » норм, нетто, м³/га;
- производительность $^{3\delta}$ машин H_i , га/см;
- затраты труда на 1 полив, ч/дн/га;
- стоимость элементов внутрихозяйственной сети (дождевальных машин, внутрихозяйственной оросительной сети, насосная станция, дороги, лесополосы и т. д.), гр/га;
- коэффициент полезного действия системы η ;
- нормы отчислений на амортизацию и текущий ремонт ($\dot{A} + R$) в том числе и реновацию A_R ;
- затраты на оплату потребленной электроэнергии, $C_{y\ddot{e}}$;
- потребляемая мощность насосных станций $N_{i\tilde{n}}$ кВт.

Суммарные отчисления на амортизацию \tilde{N}_A , текущий ремонт и техобслуживание C_p определяются по формуле:

$$\tilde{N}_A = \sum \hat{E}_s \cdot \dot{A}_s / 100 \quad \text{и} \quad \tilde{N}_D = \sum \hat{E}_s \cdot D_s / 100 \quad (9)$$

где \hat{E}_s – капиталовложения (балансовая стоимость) 3ai элемента оросительной внутрихозяйственной системы; \dot{A}_s – норма отчислений на амортизацию по элементам оросительной системы.

Балансовая стоимость элементов оросительной системы определяется по формуле:

$$\hat{E}_s = \frac{\ddot{O}_s \cdot f_i}{S_i}; \quad (10)$$

где \ddot{O}_s – сметная стоимость внутрихозяйственной оросительной системы или балансовая стоимость 3e дождевальной машины, гр; f – коэффициент перехода от оптовой цены ДМ к инвентарно-расчетной стоимости (для машин не требующих монтажа $f = 1,1$; требующих монтажа $f = 1,2$; S_i - сезонная нагрузка на i^b дождевальную машину, га/за сезон.

Годовые внутрихозяйственные затраты фермерского хозяйства на оплату потребленной электроэнергии (\dot{Y}_i) станцией перекачки воды при дождевании определяются по формуле:

$$\dot{Y}_i = 0,004 \cdot \dot{I}^{\dot{a}\dot{o}} \cdot \dot{I} \cdot \dot{O}_{\dot{y}\dot{e}\dot{y}} \cdot \omega_{i\dot{o}}, \text{ гр/год} \quad (11)$$

где \dot{Y}_i – годовые затраты за перекачку воды внутрихозяйственной насосной станцией, гр/га в год; $\dot{I}^{\dot{a}\dot{o}}$ – средневзвешенная оросительная норма брутто, м³/га; \dot{I} – средневзвешенный напор, м; $\dot{O}_{\dot{y}\dot{e}\dot{y}}$ – тариф на электроэнергию, гр/кВт*ч; $\omega_{i\dot{o}}$ – площадь машинного орошения за сезон в фермерском хозяйстве, орошаемая 1-м типом дождевальных машин, га/за сезон; 0,004 – удельные затраты электроэнергии на подъем 1 м³ воды на высоту 1 м, кВт*ч.

Сезонная выработка (или нагрузка) на каждый тип дождевальной машины является одним из главных показателей при оценке уровня качества дождевальных машин, величина которой изменяется от 85 га за сезон для «Волжанки» до 180 га за сезон для «Кубани».

Вычисление величины сезонной производительности ω_i дождевальной машины ($\omega_{i\text{сез}}$) и оросительного гидромодуля (q_{max}) производится по методике, изложенной в работе [23].

Сезонную производительность различных типов дождевальных машин определяется по формуле [23]:

$$\omega_{i\dot{a}\dot{o}} = \frac{Q_i}{q_{\text{max}}^{\dot{a}\dot{o}}}; \quad (12)$$

где ω_i – сезонная производительность ω_i дождевальной машины, га/за сезон; Q_i – номинальный расход ω_i дождевальной машины, л/с; $q_{\text{max}}^{\dot{a}\dot{o}}$ – максимальный расчетный оросительный гидромодуль брутто.

Максимальный расчетный оросительный гидромодуль брутто $q_{\text{max}}^{\dot{a}\dot{o}}$ л/с*га (с учетом потерь воды на испарение во время полива) во время дождевания учитывается с помощью коэффициента потерь K_n , определяется для наиболее напряженного вегетационного периода (без учета вневегетационных влагозарядковых поливов).

$$q_{i\dot{a}\dot{o}}^{\text{max}} = \frac{\bar{I}_{\dot{n}\dot{o},\dot{a}\dot{a}\dot{a}}^{\dot{i}\dot{o}} \cdot \hat{E}_i \cdot \hat{E}_{\dot{a}}}{3,6 \cdot \dot{O}_i \cdot t \cdot \eta_{\dot{n}\dot{i}} \cdot \eta_{\dot{a}\dot{a}\dot{a}}}; \quad (13)$$

где $\bar{I}_{\dot{n}\dot{o},\dot{a}\dot{a}\dot{a}}^{\dot{i}\dot{o}}$ – средняя оросительная норма нетто вегетационного периода (без учета влагозарядковых поливов, м³/га); $\hat{E}_{\dot{a}}$ – коэффициент графика гидромодуля, учитывающий колебания ординаты графика гидромодуля в течение вегетационного периода по отношению к средней ординате; T – продолжительность работы дождевальной машины в течение суток, ч (для «Фрегата», «Кубани» $T=24$ ч, для других машин $T=16$ ч); t – продолжительность оросительного периода за вегетацию, суток (Табл. 4); $\eta_{\dot{n}\dot{i}}$ – коэффициент использования сменного времени («Фрегат» и «Кубань» - 0,9; машины типа ДДА-100МА, ДДН-70 и ДДН-100 – 0,6-0,7, остальные машины – 0,7-0,8); $\eta_{\dot{a}\dot{a}\dot{a}}$ – коэффициент использования времени оросительного периода за вегетацию (Табл. 4).

Таблица 4

Примерные значения некоторых параметров из формулы оросительного гидромодуля [23]

Параметры	Климатические зоны Украины				
	лесная	лесостепная	степная	сухостепная	пустынная
K_n	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
K_z	1,1	1,15	1,2	1,25	1,3
t	85...95	95...105	105...115	115...125	125...135
$\eta_{\text{мех}}$	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95

При комплексной количественной оценке качества различных типов дождевальных машин и установок, их оценка производится с использованием показателя минимума приведенных затрат, который представляет собой сумму себестоимости (\dot{E}), величину нормативной прибыли ($E_i \cdot \hat{E}_i$) и сумму экологических ущербов ($\dot{O}_1 + \dot{O}_2 + \dot{O}_3$) определяются по формуле:

$$C_{i\delta} = \dot{E}_i + E_i \cdot \hat{E}_{i\delta} + \dot{O}_{i\delta} + (\dot{O}_1 + \dot{O}_2 + \dot{O}_3) \dot{O}_{i\delta} + \dot{O}_{ii\delta} \rightarrow \min; \quad (14)$$

где \dot{E}_i - годовые эксплуатационные издержки (амортизация, текущий ремонт, зарплата обслуживающего персонала, электроэнергия и др.), гр. в год; \hat{E}_i - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений в поливную технику, равный 0,15; удельные капиталовложения в строительство внутрихозяйственной оросительной сети и поливную технику включают стоимость внутрихозяйственной сети и поливной техники ($\hat{E}_{i\delta} = \hat{E}_{i\delta\delta} + \hat{E}_{i\delta\delta i}$), гр/га; $\dot{O}_{i\delta}$ - удельный ущерб, вызванный отчуждением земли под каналы, дороги, пруды гидросооружения, гр/га; $\dot{O}_{ii\delta}$ - удельный годовой ущерб, обусловленный потерями воды в оросительной внутрихозяйственной сети, гр/га; $\dot{O}_{i\delta}$ - удельный годовой ущерб, вызванный неравномерностью полива сельскохозяйственных культур на орошаемой площади дождевальными машинами, что приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур до 5-10%, гр/га.

В общем виде суммарные годовые затраты $\dot{E}_{\bar{a}\bar{a}}$ по эксплуатации внутрихозяйственной части оросительной системы и поливу сельскохозяйственных культур определяются по формуле [7]:

$$\dot{E}_{\bar{a}\bar{a}} = \tilde{N}_{\varphi/i} + \tilde{N}_{\bar{a}} + \tilde{N}_{\delta} + \tilde{N}_{\bar{a}} + \tilde{N}_{y\bar{e}} + \tilde{N}_{\delta} + \tilde{N}_{i\delta}; \quad (15)$$

где $\tilde{N}_{\varphi/i}$ - сумма заработной платы обслуживающего персонала (операторов, трактористов и т. д.) за поливную сезон, гр/год; $\tilde{N}_{\bar{a}}$ - сумма отчислений на амортизацию по всем элементам оросительной системы, гр/год; \tilde{N}_{δ} - сумма отчислений на текущий ремонт и техническое обслуживание по всем элементам оросительной системы, гр/год; $\tilde{N}_{\bar{a}}$ - сумма затрат на топливо и горючесмазочные материалы, гр/год; $\tilde{N}_{y\bar{e}}$ - сумма затрат на электроэнергию, гр/год; \tilde{N}_{δ} - сумма затрат на хранение машин, гр/год; $\tilde{N}_{i\delta}$ - сумма прочих затрат, гр/год.

В состав общетехнических, экологических и экономических показателей в качестве обязательных, включаемых в исходные данные для расчета входят по сравниваемым дождевальным машинам следующие параметры:

- расход дождевальной машины Q_i , л/с;
- коэффициент использования времени смены, K_{ci} ;
- число дождевальных машин, обслуживаемых одним человеком (n);
- сезонная нагрузка S_i для каждого типа дождевальной машины, га за сезон;
- величины поливных оросительных норм нетто и брутто ($\dot{I}^{i\delta}$ и $M^{\delta\delta}$), м³/год;

е) стоимость элементов оросительной системы, машин, насосной станции, дорог, планировки, лесополос;
 ж) эколого-экономические ущербы, обусловленные дождевальными машинами (ущербы от отчуждения земель под гидротехнические сооружения (\dot{O}_ζ), ущерб от потерь воды из оросительной сети (\dot{O}_a), ущерб от неравномерности полива сельскохозяйственных культур (\dot{O}_{ii}), гр/год. и другие экологические ущербы.

Сумма заработной платы операторов дождевальных машин определяется по формуле:

$$C_{\zeta ii} = t_i \cdot C_i \cdot \dot{O}_i \cdot \hat{E}_{\dot{n}\dot{o}}, \text{ гр/сез}; \quad (16)$$

где t_i - продолжительность вегетационного периода, месяцев; C_i - месячная зарплата оператора, $C_i = 1500$ гр/мес; \dot{O}_i - продолжительность вегетационного периода, принята $\dot{O}_i = 6$ месяцев; $\hat{E}_{\dot{n}\dot{o}}$ - количество смен работы ДМ, которая нами принята $\hat{E}_{\dot{n}\dot{o}} = 2$ смены.

По данным работ [7,13,14,16] экономическую эффективность многоопорных дождевальных машин рассчитывают в соответствии с руководством ВТР-0-4-81, разработанным ВНПО «Радуга».

В общем виде суммарные удельные годовые затраты по эксплуатации внутрихозяйственной части оросительной системы и поливу сельскохозяйственных культур определяют по формуле [3,7,13]:

$$\sum C_i = C_\zeta + \tilde{N}_a + \tilde{N}_\delta + \tilde{N}_y + \dot{O}_\zeta + \dot{O}_a + \dot{O}_{i\dot{a}\dot{o}}; \quad (17)$$

где C_ζ - сумма заработной платы обслуживающего персонала (операторов); \tilde{N}_a - сумма отчислений на амортизацию по всем элементам оросительной системы; \tilde{N}_δ - сумма отчислений на текущий ремонт и техобслуживание по всем элементам оросительной системы; \tilde{N}_y - сумма затрат на потребленную электроэнергию; \dot{O}_ζ - удельный экологический ущерб, вызванный отчуждением земли под каналы и сооружения.

Зная величину ежегодного валового дохода, приходящегося на орошаемые площади (до 7 гр/га), коэффициент земельного использования (КЗИ) для данного участка площадью F нетто определяем величину ущерба, связанного с отчуждением земель, гр/га в год.

Удельный экологический ущерб, вызванный отчуждением земли под каналы, сооружения, пруды и водохранилища (Y_3) для каждого из сравниваемых вариантов оцениваются величины ежегодно теряемого чистого дохода, приходящегося на гектар орошаемой земли, который определяется по формуле [3]:

$$Y_{i\dot{y}\dot{d}} = D_{i\dot{c}\dot{d}} \cdot F_{\text{нетто}} \cdot \frac{1 - \text{КЗИ}}{\text{КЗИ}}; \quad \text{гр/га}, \quad (18)$$

где Y_{i3} – удельный экологический ущерб, приходящийся на гектар орошаемой площади (нетто) от отчуждения земли под различные сооружения, гр/га; $D_{i\dot{c}\dot{d}}$ – ежегодная потеря чистого дохода, получаемого на отчуждаемой площади орошения, гр/га; $F_{\text{нетто}}$ – площадь орошаемых земель (нетто), занятых с/х культурами, га; КЗИ – коэффициент земельного использования для данного орошаемого участка, равный $0,8 \div 0,95$.

Удельный экологический ущерб от потерь поливной воды на фильтрацию из внутрихозяйственной сети определяется по формуле [3]:

$$\dot{O}_a = \bar{I}_s^{i\dot{o}} \cdot F_{i\dot{a}\dot{o}\dot{o}\dot{i}} \cdot \tilde{N}_{\dot{n}\dot{o}\dot{a}\dot{o}} \cdot \frac{(1-\eta)}{\eta}; \quad (19)$$

где \dot{O}_a – удельный экологический ущерб от потерь поливной воды на фильтрацию в почву, гр/га; $\bar{I}_s^{i\dot{o}}$ – величина оросительной нормы нетто 3e с/х культуры, м³/га; $F_{i\dot{a}\dot{o}\dot{o}\dot{i}}$ – площади орошения нетто, га; $\dot{E}_{i\dot{a}}$ – стоимость 1 м³ поливной воды (тариф), подаваемой управлениями оросительных систем фермерским хозяйствам, гр/м³; η – коэффициент полезного действия оросительной сети того или иного фермерского хозяйства.

Удельный ущерб от неравномерности полива возделываемых с/х культур, определяемый по недобору чистого дохода, который рассчитывается по формуле [16]:

$$\dot{O}_{i\ddot{a}\ddot{a}} = \beta_s \cdot \dot{O}_{\rho^s} \cdot \ddot{O}_s \cdot \gamma_s; \text{ гр./га}, \quad (20)$$

где β_s - доля чистого дохода стоимости 1 ц валовой продукции, которая составляет для орошаемого земледелия $\beta_s = 0,3 \div 0,4$ или в процентах 30 – 40 %; \dot{O}_{ρ^s} - урожай z^e с/х культуры при орошении, ц/га; \ddot{O}_s - реализационная цена 1 процентной z^e продукции, гр./ц; γ_s - процент потер урожая z^e продукции от неравномерности полива орошаемой площади, который составляет $3 \div 5$ и более процентов или в долях $\gamma_s = 0,03 \div 0,05$.

Величина общего удельного экологического ущерба для $z^{\ddot{a}\ddot{a}}$ фермерского хозяйства на 1 га орошаемой площади определяется по формуле:

$$\dot{O}_{i\ddot{a}\ddot{a}}^{\dot{y}\dot{e}\dot{i}} = \dot{o}_c + \dot{o}_a + \dot{o}_{i\ddot{a}\ddot{a}}; \text{ гр/га}, \quad (21)$$

Наиболее экономичный вариант при экологической оценке определяем по минимальной сумме трех выше названных экологических ущербов для каждого фермерского хозяйства.

Комплексная количественная оценка уровня качества дождевальных машин производится в четыре этапа, которая включает

- на I этапе производится комплексная оценка технического уровня сравниваемых дождевальных машин, которая производится по десяти основным единичным показателям z^{δ} ДМ;

- на II этапе выполняется количественная эколого-экономическая оценка сравниваемых дождевальных машин по разработанной нами методике;

- на III этапе выполняется количественная оценка уровня качества z^{δ} дождевальных машин с использованием интегрального показателя z^2 , который комплексно учитывает сезонную производительность сравниваемых ДМ и срок их службы;

- на последнем IV этапе, принимая равную весомость полученных по z^x бальной оценкам занимаемым местам и суммируя баллы для каждого типа ДМ, выбираем лучший вариант по минимуму набранных сумм баллов, а затем, ранжируя полученные комплексные суммарные оценки, устанавливаем рациональную по эффективности очередь сравниваемых машин.

Пример. Для комплексной количественной сравнительной оценки уровня качества нами приняты 7 типов дождевальных машин, которые имеют различные технические, экономические и экологические показатели.

В таблице 5 приведены исходные данные для технико-эколого-экономической оценки уровня качества 7 типов сравниваемых ДМ.

Необходимо, используя соответствующие расчетные формулы для каждой марки ДМ, определить количественно уровень ее качества:

а) технический уровень ДМ, который рассчитывается с использованием 10-ти основных единичных показателей;

б) произвести комплексную количественную эколого-экономическую оценку каждого типа ДМ, используя для этого 3 экологических и 5 экономических единичных показателя;

в) рассчитать интегральный показатель уровня качества для каждого типа ДМ;

г) используя 3 предыдущие оценки уровня качества ДМ (технического уровня + эколого-экономического уровня и интегральную оценку качества ДМ) определим для каждой оцениваемой машины обобщенный комплексный количественный бальный показатель, определяющий общий уровень качества каждой оцениваемой машины.

Исходные данные для технико-эколого-экономической оценки уровня качества различных марок ДМ показаны в таблице 5 для семи типов оцениваемых дождевальных машин.

В таблице 6 показаны результаты комплексной количественной оценки качества ДМ по комплексным показателям: а) технического уровня; б) эколого-экономического уровня; в) оценки ДМ с использованием интегрального показателя z^2 .

В таблице 7 в графах 13 и 14 представлены результаты расчетов 4-го заключительного этапа комплексной количественной оценки с применением суммарного обобщающего показателя. Приведенные нами расчеты по бальной оценке показали, что из 7 сравниваемых ДМ которые показали, что из 7 сравниваемых ДМ лучшие результаты оказались у машины «Днепр», занявшей 1-е место, получившей – 6 баллов, а самые низкие показатели у ДМ «ДДА-100МА», набравшей - 19 баллов.

Анализируя результаты расчетов, показанных в таблице 7 (графы 13 и 14), можно установить, что общий комплексный количественный технико-эколого-экономический показатель уровня качества сравниваемых дождевальных машин позволяет выбрать наилучший тип ДМ и установить рациональную очередность их эффективности.

Комплексная количественная квалиметрическая оценка уровня качества различных типов дождевальных машин определяется в 4 этапа:

- в начале используя формулы (7,8) оценивается технический уровень сравниваемых ДМ_i;
- затем производится эколого-экономическая оценка 3° ДМ_i, с учетом экологических ущербов, наносимых дождевальными машинами, используя формулы;
- после этого, используя интегральный показатель ($I_{\text{э}i}$), который учитывает сезонную производительность ($\dot{I}_{\text{н}i\phi}$) ДМ_i, срок их службы (\dot{O}_i) лет; капитальные вложения в покупку 3° дождевальных машин и строительство внутрихозяйственной сети (\hat{E}_i), а также годовые эксплуатационные затраты (\hat{D}_{ϕ}), включающие амортизационные отчисления, зарплату машинистов, стоимость потребления электроэнергии, экологические ущербы и т. п. [18];
- и в заключение на 4-м этапе определяем комплексный обобщенный показатель, включающий предыдущие три оценки, показав в таблице 7 в графах 13 и 14.

Таблица 5

Исходные данные для технико-эколого-экономической оценки
уровня качества различных типов дождевальных машин

№ п/п	Показатели свойств и параметров ДМ	Единицы измерения	направление улучшения	Коэффициент значимости	Типы дождевальных машин						
					«Кубань»	«Коламыка»	«Фрегат»	«Волжанка»	«Днепр»	«ДДА-100»	«Циклоп»
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Расход воды ДМ	л/сек	+	0,10	180	100	90	64	120	62	100
2	Напор воды	МПа	-	0,10	0,37	0,45	0,61	0,4	0,5	0,4	0,375
3	Средняя интенсивность дождя	Мм/мин	-	0,10	1,1	0,65	0,60	0,60	0,65	1,8	0,70
4	Площадь, обслуживаемая за сезон	Га	+	0,10	180	90	100	85	110	100	125
5	Масса ДМ	Кг	-	0,05	47700	25000	24500	14500	21500	18000	2300
6	Стоимость ДМ	Тыс. грн.	-	0,15	150000	38000	35000	25000	23300	25000	35000
7	Коэффициент использования времени	K _{см}	+	0,10	0,81	0,88	0,9	0,75	0,75	0,8	0,85
8	Коэффициент использования земли	K _з	+	0,10	0,97	0,95	0,98	0,92	0,97	0,93	0,91
9	Срок службы ДМ	Т. лет	+	0,10	12	8	9	10	10	7	10
10	Коэффициент равномерности полива	K _p	+	0,10	0,75	0,9	0,75	0,75	0,75	0,65	0,6

Таблица 6

Комплексная количественная квалиметрическая оценка качества крупных дождевалыных машин при определении их технического, эколого-экономического уровня, а также оценки с использованием интегрального показателя

№ п/п	Типы дождевалыных машин	Оценка техн. уровня ДМ	Занимаемое место ДМ	Сезонная выработка ДМ, тв/сез.	Уд. Эколого-эконом. Затр. руб/га	Уд. Привел. Затр. Руб/га (Графоб/грз)	Занимаемое место у учета прив. затрат	Велич. Интегральной оценки ДМ	Занимаемое место по интегр. показателю
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	«Кубань»	80	5	180	7536	94,2	7	94,2	5
2	«Коломика»	96,5	1	90	9066	93,95	4	83,95	3
3	«Фрегат»	83,33	2	100	7345	88,175	3	88,14	4
4	«Волжанка»	80,502	3	85	8775	109,05	5	109,0	6
5	«Днепр»	80,485	4	110	2426	31,734	1	42,57	1
6	«ДДА-100М»	73,447	7	100	11706	159,38	6	159,4	7
7	«Диклон»	79,634	6	120	3611	45,36	2	45,35	2

Таблица 7

Расчет уровня качества крупных дождевальных машин с использованием показателей технического и эколого-экономического, интегрального и комплексного обобщающих показателей

№ п / п	Типы дождевальных машин	Сезонная выработка ДМ	Срок службы ДМ, лет	Удельн. эксплуатацион. Затраты, руб/га	Удельные капиталовложения в оросительную сеть и ДМ, руб/га	Оценка технич. Ур-ня ДМ в баллах	Удельные привлеченные капиталовложения Е.К., руб/га	Величина интегр. Показат. ДМ, руб/га	Занимаемое место			Общая сумма баллов	Заним. место по общ. сумме баллов
									По интегр. показат.	По технич. ур-ню	По эколого-эконом. показ.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	«Кубань»	180	12	7536		80,5	0,15-920000=13800	1017	6	5	3	16	6
2	«Коломенск д»	90	9	9066	24000+38000=62000	56,57/1	0,15-62000=9300	1182	7	1	6	14	5
3	«Фрегат»	100	10	7345	35000+40000=75000	83,34/2	0,15-75000=11250	260,95	3	2	4	8	2
4	«Волжанка»	85	8	1875	30000+25000=55000	80,50/3	0,15-55000=8250	266,7	4	3	5	13	4
5	«Днепр»	110	10	3426		80,483/4	0,15-70300=10545	104,64	1	4	1	6	1
6	«ДДА-100МА»	100	7	11700	80000+68320=143320	73,417/7	0,15-143320=21498	338,9	5	7	7	19	7
7	«Циклон»	125	10	3611	35000+45500=80500	75,34/6	0,15-80500=12075	189,9	2	6	2	10	3

Результаты комплексных технико-экономических расчетов, приведенные в таблицах 6 и 7 показывают, что при комплексной количественной оценке уровня качества сравниваемых дождевальных машин, которые оценивались по четырем комплексным групповым показателям получены следующие результаты.

Оценка технического уровня качества ДМ при использовании 10 единичных показателей, которая показала, что наибольшее количество баллов получила ДМ – «Коломна» - 96,5 баллов, а наименьшее – ДМ – 100М – 3,447 баллов.

Эколого-экологическая оценка ДМ_i с учетом годовых эксплуатационных затрат и их экологических ущербов по удельным приведенным затратам, приходящимся в гр/на 1 га сезонной выработки ^{з_э} машины, минимальные приведенные затраты получены у машин «Днепр» - 31,73 гр/га, а наихудшие эколого-экономические показатели оказались у ДМ – 100М – 159,38 гр/га.

Следующим этапом комплексной количественной оценки уровня качества дождевальных машин является их оценка с использованием интегрального (I_i) показателя. В итоге оказалось, что из 7 оцениваемых ДМ наименьшие затраты в гр/1 балл у машины «Днепр» - 31,739гр/балл, а наихудшие у машин «ДМ – 100М» - 159,38 гр/балл.

На 4-м, заключительном этапе (смотри таблицу 7, графы 13 и 14) при обобщенной количественной оценке уровня качества ДМ лучшей дождевальной машиной, набравшей 6 баллов, оказалась «Днепр», худшей, набравшей 19 баллов, – «ДДА-100МА» (7-е место).

Выводы

1. Приведенная методика комплексной количественной технико-экономической оценки уровня качества дождевальных машин достаточно полно охватывает все многообразие свойств и факторов, определяющих сравнительную внутрихозяйственную эффективность различных типов дождевальных машин.
2. Особенность предлагаемой методики является то, что в ней комплексно, количественно оценивается уровень качества различных типов дождевальных машин с учетом их технического уровня, негативного влияния на окружающую среду и экономической эффективности.
3. Как показали расчеты на уровень качества ДМ_i большое влияние оказывает их экологический уровень ДМ, который вызывает ущерб, а также убытки от негативного влияния на почву, на потери поливной воды, на смыв почвы, неравномерность полива и т.п.
4. При комплексно количественной оценке уровня качества ДМ существенное влияние оказывают следующие факторы: капиталоемкость, срок службы дождевальных машин, их экологическая надежность, работа, вызывающая различные экологические ущербы, землеемкость, водоемкость, энергоемкость, трудоемкость в эксплуатации ДМ и внутрихозяйственной оросительной сети.
5. Особенностью этой методики является то, что в ней предложены комплексно, количественно оценивать технический уровень, эколого-экономический уровень, а также их оценку с использованием интегрального показателя, что позволяет выбрать из числа сравниваемых ДМ_i лучший тип машины и установить рациональную очередность их сравнительной эффективности.
6. Выполненные нами расчеты по комплексной, количественной оценке уровня качества дождевальных машин впервые показали, что при оценке дождевальной техники необходимо обязательно учитывать экологический ущерб, наносимый ДМ окружающей среде и фермерскому хозяйству.

SUMMARY

A method for quantifying the complex technical and economic assessment of the level of quality sprinkling machines, covering all the variety of properties and the factors determining the relative effectiveness of different types of on-farm irrigation system.

Литература

1. Алымов А.Н. «Производительные силы: проблемы развития и размещения. Раздел 3. Эколого-экономическая оценка влияния хозяйственной деятельности на окружающую среду (стр. 235 – 242).
2. Зубец В.М., Вакар А.Е., «Эксплуатация осушительных систем». М, ВО «Агропромиздат», 1989, с. 31 – 46.
3. Благодатный В.И. «Экономическое обоснование водохозяйственных мероприятий». Херсон, СХИ им. А.Д. Цюрупы, 1977, 35 с.
4. Коваленко Б.Г., Завгородный В.М. «Сравнительный анализ народнохозяйственной эффективности применяемых способов и техники полива». Сб. «Вопросы водного хозяйства», выпуск 28, «Экономика и экономико-математическое моделирование». Фрунзе – 1972, с. 42 – 59.
5. Шухгальтер Л.Я. «Управление качеством машин» Цикл лекций. М, «Машиностроение», 1977, 97 с.
6. Качество продукции и эффективность производства. Под руководством д. э. н. Л. Я. Шухгальтера. М, «Машиностроение», 1977, с. 32 – 53.
7. Г. Гуссейн-Заде, Л. А. Привезенцов, В. И. Коваленко, В. Г. Луцкий. «Многоопорные дождевальные машины». М, «Колос», 1984, с. 190.
8. Задачи и конкретные ситуации. Методическое пособие по курсу: «Экономические проблемы научно-технического прогресса». Под редакцией проф. Г. А. Краюхина. М, «Экономика», 1984, с. 114 – 120.
9. Гличев А. В., Рабинович Г. О., Примаков М. И., Синицын М. М. «Прикладные вопросы квалиметрии». М, «Издательство стандартов», 1983, 135 с.
10. Ландес Г. А., Никольская А. А., Фроликов П. И. «Полив дождеванием зерновых культур». М, «Колос», 1975, 127 с.
11. Методические указания по оценке технического уровня и качества промышленной продукции. РД 50-149-79. М, «Издательство стандартов», 1979, 123 с.
12. Паненко И. Д. «Перспективы применения дождевальных установок шлейфового типа в Молдавии». Сб. Технология возделывания сельскохозяйственных культур на орошаемых землях. Кишинев, «Шттеиница», 1972, с. 45 – 52.
13. Шавва К. И. Определения уровня нуждаемости земель в мелиоративных мероприятиях и установление рациональной очередности их освоения. Челябинск, Южно-Уральское книжное издательство, с. 210 – 219.
14. Шавва К. И. Количественная оценка технического уровня мелиоративных систем и обоснование рациональной очередности их реконструкции. Сб. Проблемы комплексной мелиорации земель Поволжья (тезисы докладов). Саратов, издательство ВолжНИИГиМ, 1989, с. 23 – 25.
15. Штепа Б. Г. Технический прогресс в мелиорации. М, издательство «Колос», 1983, 238 с.
16. Шавва К. И. Техничко-экономическая оценка эффективности способов полива и критерии их выбора для автоматизации. Сб. «Автоматизация управления оросительными системами». Издательство «Илим», Фрунзе, 1970.
17. Крапивянский З. Н., Кураченко Ю. П., Шпекторов Д. М. «Оценка качества продукции». М, «Издательство стандартов», 1968, 120 с.
18. Богатин Ю. В. Качество продукции. Экономические вопросы управления. М, «Издательство стандартов», 1986, 216 с.
19. Шавва К. И., Осадчий С. С., Осадчая Н. И. Методические указания по определению капитальных вложений в орошение и осушение земель и выбору оптимальных вариантов проектных решений. Одесса, ОГАС и А, 2000, 32 с.
20. Азгальдов Г. Г., Грайхман Э. П. О квалиметрии. Под руководством д. э. н., проф. А. В. Гличева. М, «Издательство стандартов», 1973, 172 с.
21. Минин Б. А. Качество – как его анализировать? М, «Финансы и статистика», 1989, 96 с.
22. Методы и практика определения эффективности капитальных вложений и новой техники. Сборник научной информации № 33. М, Издательство «Наука», 1982, 128 с.
23. Ерхов Н. С., Ильин Н. Н., Мисинев В.С. Практикум по сельскохозяйственной мелиорации и водоснабжению. М, «Колос», 1984, 160 с.
24. Циприс Д. Б., Шевелев Я. З., Ревут В. И. Выращивание сельскохозяйственных культур при орошении на Северо-Западе. М, «Колос», Ленинградский отдел, 1978, 175 с.
25. Ильин И. Р. «Оценка экономической эффективности орошения и удобрения». Кишинев, «Штиинца», 1989, 69 с.
26. ГОСТ 15467-79 Управление качеством продукции. Основные положения. Термины и определения. М, Госстандарт, 1979.
27. Справочник-мелиорация и водное хозяйство. Том 1. Экономика. Под редакцией к. э. н. В. Ф. Моховикова. М, «Колос», 1984, 255 с.
28. Блехцин И. Я., Минеев В. А. «Производительные силы СССР и окружающая среда». М, «Мысль», 1981, с. 23 – 60.

