

УДК 626. 82

**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

Канд.сельхоз.наук	С.И.Исабай
Канд.техн.наук	Е.О.Омаров
Канд.техн.наук	М.Н.Сенников
Канд.сельхоз.наук	Г.Е.Омарова

*Процесс эксплуатации сопровождается с изменением показателей качества элементов оросительных систем. Для решения этой задачи предлагается методика и оценка уровня качества. На основе системного анализа и методов квалиметрии впервые произведена попытка обоснования методики и оценки состояния оросительных систем.*

В связи с переходом народного хозяйства республики Казахстан на рыночную систему хозяйствования, особенно на юге, вопросы улучшения эксплуатации оросительных систем (ОС) имеет большое значения для обеспечения высокой продуктивности мелиорированных земель. С каждым годом задачи эксплуатационной службы усложняются, а объем работ увеличиваются. По этому одной из главных задач службы эксплуатации является регулярная оценка состояния ОС.

Под состоянием оросительной системы подразумевается уровень ее качества. Оценка состояния ОС проводится с целью выявления более полного использования всех заложенных в ОС и предусмотренных нормативно-технической документацией (НТД) полезных свойств, а также для сбора необходимой эксплуатационной информации.

Качеством оросительной системы является совокупность свойств, обуславливающих ее пригодность для удовлетворения водопользователей в определенном количестве оросительной воды и поддержки орошаемых земель в хорошем мелиоративном состоянии за цикл функционирования системы.

Процесс эксплуатации сопровождается постепенным ухудшением значения показателей качества элементов ОС, полученных при их проектировании и строительстве. Поэтому основной особенностью оценки уровня качества ОС в эксплуатации является необходимость учета факторов физического и морального старения элементов. Под элементом ОС подразумевается отдельное гидротехническое сооруже-

ния, канал, коллектор, дорога, насосная станции, лесная полоса и т.п., на которые эта система условно разбивается. При оценке состояния элемент считается неделимым и рассматривается как единое целое.

Предлагаемая методика уровня качества ОС позволит решить следующие основные задачи:

1. Определение уровня качества ОС, полученного при ее строительстве;
2. Определение послеремонтного качества ОС;
3. Осуществление диагностики технического состояния или модернизации;
4. Определение целесообразности ремонта и установление его эффективных форм.

Кроме того, расширив сферу применения метода, возможно объективное сравнение между собой различных типов оросительных систем, техники полива, отдельных типов элементов оросительной сети, дренажа, средств автоматизации, поливной техники и т.п., т.е. универсальность общего подхода позволяет широко внедрить его в практику гидротехнических мелиорации.

Оценка уровня качества ОС состоит из следующих основных этапов:

1. Составление иерархической структуры составляющих свойств качества оцениваемой ОС;
2. Выбор номенклатуры показателей качества;
3. Выбор методов определения показателей качества и расчет единичных определяющих показателей;
4. Приведение единичных показателей к общей шкале оценки;
5. Определение весомости показателей;
6. Вычисление комплексных показателей отдельных элементов и их групп;
7. Расчет обобщенного показателя;
8. Анализ вычисленных показателей и принятие решения.

Анализ показателей качества должен выполняться на всех уровнях иерархической структуры качества оросительной системы.

Составление иерархического дерева свойств качества ОС начинается с разбивки ее на отдельные элементы, каждому из которых присваивается порядковый номер. Нумерация элементов в пределах каждого оцениваемого участка оросительной системы сквозная. Затем элементы объединяются в поддеревья по признаку принадлежности к отдельным частям ОС: оросительной, коллекторно-дренажной, водосборно-сборной сети, вспомогательным сооружениям, дорогам, лесным полосам, средствам связи и т.д. Это делается для возможности оценки отдельных частей оросительной системы. Степень детализации ОС на элементы и поддеревья определяется сложностью ОС, с целью исследований, требуемой точностью оценок и т.д. Коротко рассмотрим содержание этапов по оценке уровня качества оросительной системы.

Иерархическая структура свойств качества ОС представлена на рисунке. Качество оросительной системы находится на самом низком ( $m$ ) уровне. Сложность составляющих качество свойств уменьшается по мере перехода от нулевого к  $m$  уровню. Как правило, на уровне — единичные определяющие показатели. По предлагаемой схеме обобщенный показатель качества оросительной системы состоит из трех комплексных показателей качества /индексов качества /: технического состояния, технического уровня и технологического процесса. Эти три индекса всесторонне отражают свойства оросительной системы в процессе ее эксплуатации. В данную схему оценка сельскохозяйственного производства не включена из-за резкого увеличения индексов качества и сложности их оценки.

Оценка технического качества ОС начинается с выбора для каждого из ее элементов единичных определяющих показателей качества технического состояния. Номенклатура этих показателей и методы их определения выбираются по существующим ГОСТам и указаниям /1,2,4,5,6/. Определяющий показатель качества это такой показатель, который характеризует одно основное свойство элемента. В зависимости от цели оценки и индивидуальных особенностей элемента единичных показателей может, изменяться.

Для оценки технического состояния основных элементов ОС предлагаются следующие единичные определяющие показатели: расход оросительной воды, износ элемента, коэффициент полезного действия, коэффициент технического использования, затраты на техническое обслуживание и ремонт. Для каждого единичного определяющего показателя качества применяются соответствующие базовые значения из проектной или другой нормативно-технической документации, а также устанавливается предел допустимого отклонения фактического показателя от базового /предельное состояние/. Фактические значения показателей определяются натурными измерениями, расчетами с использованием существующей эксплуатационной информации. При необходимости проводят дополнительные исследования.

Дифференцированная оценка единичных показателей выполняется путем вычисления относительных значений и их анализа:

$$q_i = P_{\alpha_i} / P_{\phi_i} \quad \text{или} \quad q_i = P_{\phi_i} / P_{\alpha_i},$$

где:  $P_{\alpha_i}$  — значение  $i$ -го базового показателя;  $P_{\phi_i}$  — значение  $i$ -го фактического показателя;  $i=1,2,\dots,n$  — количество показателей качества элемента.

Из формул выбирают ту, при которой увеличение относительного показателя отвечает увеличению качества. Дифференцированный анализ показателей позволяет выявить отклонения из от нормы и разрабо-

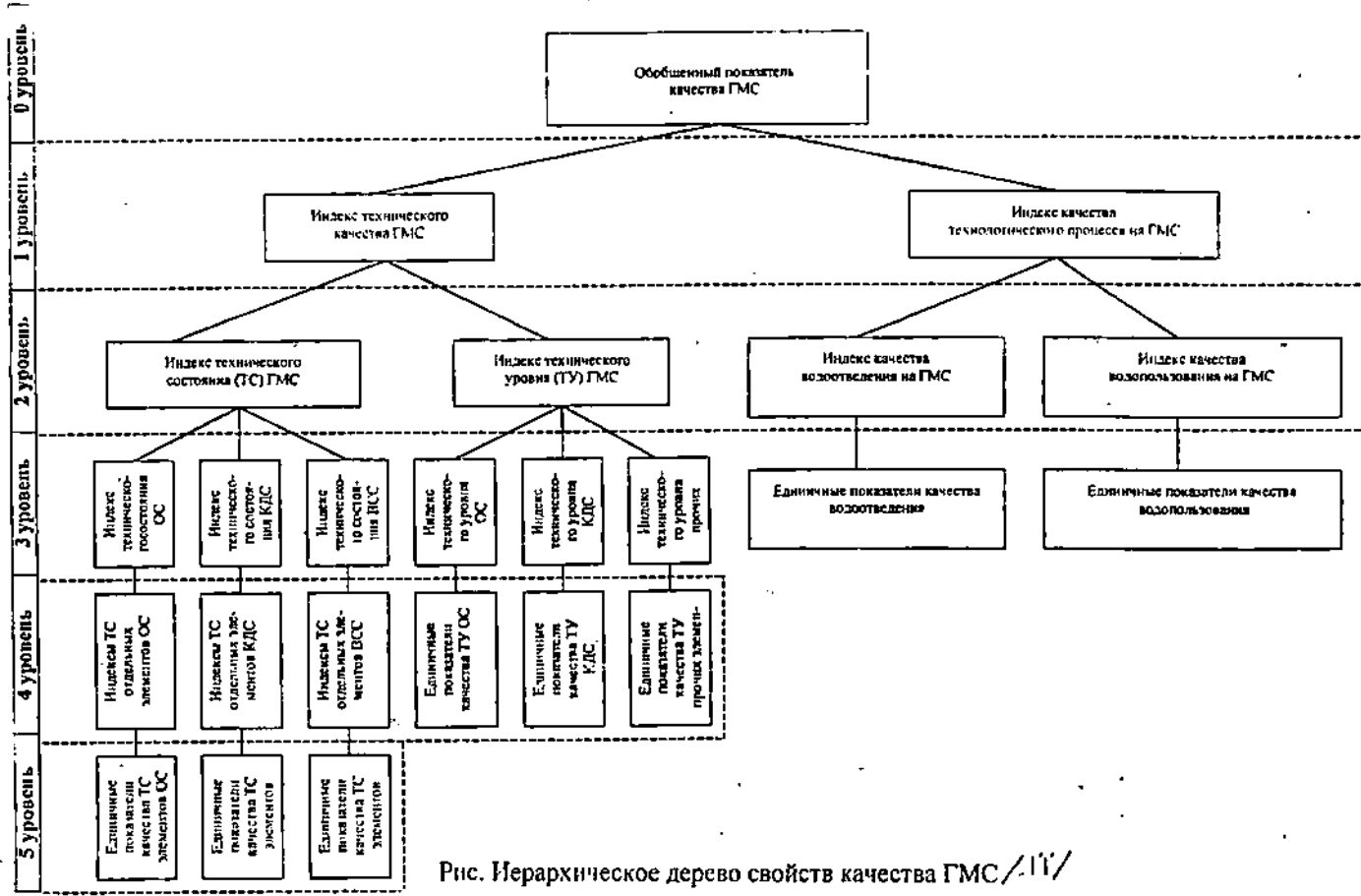


Рис. Иерархическое дерево свойств качества ГМС /11/

тать мероприятия по улучшению технического состояния отдельных элементов ОС.

В большинстве случаев оказывается, что часть показателей достигла своего предельного значения, а другая находится на удовлетворительном и даже хорошем уровне. Поэтому дифференцированная оценка технического состояния элемента затруднена. Тогда прибегают к комплексной оценке. С ее помощью можно установить уровень качества совокупности различных свойств, отдельных элементов или целой их группы. Для комплексной оценки наиболее часто применяются индекс качества, который обычно определяется как средний взвешенный геометрический показатель.

В связи с тем, что комплексной оценке подвергается вся оросительная система, имеющая в своем составе десятки (сотни) разнородных элементов, которые обладают к тому же разнородными свойствами, а также в совокупности оценивается технический уровень и качество технологического процесса, необходимо обеспечить сопоставимость множества различных показателей между собой. Это условие обеспечивается приведением всех единичных показателей качества к общей шкале оценки. При одинаковой номенклатуре единичных показателей всех элементов, определяемых одинаковыми методами, это действие можно не делать. Однако на оросительной системе при огромном разнообразии элементов различна и номенклатура их единичных показателей качества к одной общей безразмерной шкале необходимо. В этом случае обеспечивается сопоставимость различных оросительных систем между собой при различной технике полива и других особенностях ОС.

Универсальные и точные математические способы приведения единичных показателей к общей шкале еще не разработаны. В нашей республике и в странах ближнего и дальнего зарубежья чаще всего применяется метод функции желательности, который нашел широкое применение в различных отраслях промышленности и науки [8, 9, 10, 11]. Сущность этого метода состоит в том, что отклонения относительного показателя от нормы привязываются к определенным числовым значениям функции желательности. Например, предельному значению относительного показателя соответствует значение в общей безразмерной шкале 0,37, а хорошему состоянию — зона 0,63...0,80 и т.д. Поэтому значение показателя равное или меньше 0,37 (табл.) будет означать выход этого параметра за допускаемое отклонение и, следовательно, этот показатель необходимо приводить в норму путем ремонта элемента, его реконструкции или модернизации.

Осуществляя на оросительной системе систематические наблюдения за изменениями отдельных показателей качества элементов, можно установить статистическую функцию изменения показателя во времени, что позволит прогнозировать предельные состояние и своевременно назначать соответствующие мероприятия по улучшению качества. Недостатком метода функции желательности является испол-

зование экспертной оценки для привязки единичных показателей к общей шкале оценки. При наличии других научно обоснованных методик приведения к общей шкале можно применять и их /10/.

Таблица

### Шкала уровня качества оросительной системы и ее элементов

Козф.качества функции жел.	Уровень качества отдельного показателя (единичного, комплексного, обобщенного)
от 0,00 до 0,20 включ.	Очень низкое качество как отдельных элементов, так и всей системы. Нужна полная реконстр. и модернизация (капитальный ремонт).
Св. 0,20 до 0,37	Граничная зона. Нужна частичная реконструкция системы. Кап.ремонт большинства элементов
Св. 0,37 до 0,63	Приемлемый уровень. Совершенствование системы обычными средствами. Текущий ремонт элементов.
Св. 0,63 до 0,80 включ.	Хороший уровень. Необходимо техническое обслуживание и уход.
Св. 0,80 до 1,00 включ.	Превосходный уровень. Система в отличном состоянии, предусмотренном НТД

В таблице приведена примерная шкала для оценки уровня качества как отдельных элементов, так и оросительной системы в целом.

При дальнейшем совершенствовании метода шкала оценок должна улучшаться применительно к каждой группе однородных элементов, части ОС или всей оросительной системе. Принцип приведения фактических значений единичных показателей качества к общей шкале дан в выше указанной литературе.

Комплексные показатели качества определяется по методике, изложенной в /2, 4, 5, 6. 10/. Для оценки технического состояния наиболее целесообразно использовать индексы качества:

$$Vq = \prod_{i=1}^n (q_i)^{\delta_i},$$

где:  $n$  - число показателей качества;  $q_i$  - относительный показатель качества может быть приведен к общей шкале;  $\delta_i$  - параметр весомости  $i$  показателя качества. Когда параметры весомости отвечают:

$$\sum_{i=1}^n \delta_i = 1,$$

они называются коэффициентами весомости. По этой формуле вычисляется индекс качества отдельного элемента, целой группы, всей оросительной системы. При этом на более высоком уровне иерархии в комплексные показатели объединяются индексы качества низшего уровня согласно схеме на рисунке. В итоге вычисляется общий показатель качества оросительной системы.

Коэффициент весомости  $\delta_i$  отражает относительную степень ценности или полезности того или иного свойства элемента или самого элемента и прямо или косвенно связаны с экономическими элементами или процессами. Методы определения параметров весомости изложены в 3,4, 6,9,10. Применение того метода зависит от наличия необходимых исходных данных.

В связи со слабой изученностью данного вопроса коэффициенты весомости отдельных единичных показателей качества элементов (номенклатуру их см. выше) можно принимать одинаковыми. При определении индексов качества технического состояния групп элементов или частей ОС коэффициенты весомости равны доле затрат на их техническое обслуживание и ремонт от общих (суммарных) затрат на ТОР.

Технический уровень оросительной системы показывает ее техническое совершенство по сравнению с базовыми показателями. Эта оценка позволяет учесть фактор морального старения ОС и обоснованно разрабатывать мероприятия по ее модернизации с учетом технического прогресса в мелиорации. Кроме того, такая оценка позволит уже на стадии проектирования закладывать в проекты прогрессивные технические решения и обосновывать лучшие варианты ОС. ВНИИ и ТП предлагаемым методом (в несколько измененном виде) рекомендует выполнять оценку проектов закрытых оросительных сетей [11]. Распространение метода на все типы ОС и их части, а также «старые» системы позволит своевременно и обоснованно наметить мероприятия по переустройству систем.

Оценку технического уровня ОС в целях сокращения объема работ целесообразно выполнять по укрупненным единичным определяющим показателям качества: 1) коэффициенту земельного использования, 2) удельным капитальным вложениям, 3) удельной энергоемкости производства, 4) удельной трудоемкости производства, 5) удельным эксплуатационным затратам, 6) удельным материальным ресурсом, а также другим специфическим свойствам, присущим данному типу ОС и применяемой технике полива. Например, можно учесть степень регулирования параметров ОС, ее оснащенность вспомогательными сооружениями, дорогами, средствами связи, автоматика и др. При необходимости можно определить технический уровень отдельных элементов или частей ОС. Базовые значения показателей технического уровня определяют по нормативно-технической документации, лучший внедренным проектом ОС для конкретного региона орошения и техники полива. Фактические значения показателей качества уровня принимаются по данным хозяйств и управлений оросительных систем. Относительные и комплексные показатели качества определяются по выше-

приведенным формулам. Затем они приводятся к общей шкале. Предельные значения показателей и уровня желательности определяют экспертным или другим путем. Последовательно определяются индексы технического уровня всей ОС (рис.). Вес единичных показателей качества технического уровня можно принимать одинаковым или определяется долей их восстановительной стоимости в общей восстановительной стоимости системы. Индекс технического ОС (рис.) определяется по формуле:

$$V_{TK} = V_{TC}^{\alpha_1} \cdot V_{TY}^{\alpha_2},$$

где:  $V_{TC}$  - индекс технического состояния ОС;  $V_{TY}$  - индекс технического уровня ОС;  $\alpha_1 = C/(C+B)$  - коэффициент весомости технического состояния;  $\alpha_2 = B/(C+B)$  - коэффициент весомости технического уровня;  $C$  - ежегодные суммарные затраты на техническое обслуживание и ремонт оцениваемой ОС, тенге;  $B$  - балансовая (восстановительная) стоимость оцениваемой ОС, приведенная к одному году, тенге.

Индекс качества технологического процесса на оросительной системе состоит из двух индексов: водопользования и водоотведения. Основные положения по выбору номенклатуры единичных определяющих показателей качества водопользования, а также способы определения базовых и фактических значений показателей для различных звеньев ОС изложены в /7/. По нашему мнению, наиболее полно качество водопользования характеризуют следующие единичные определяющие показатели: 1) гектаро-поливы за расчетный период; 2) удельная водоподача на поля; 3) удельная водоподача в голову оцениваемой ОС за расчетный период; 4) удельный сброс оросительной воды за расчетный период. Базовые значения выше указанных показателей целесообразно определять в условиях оперативного планирования поливов. Фактическое значение показателей определяется расчетами по данным хозяйств и управлений оросительных систем. Относительные показатели определяются по методике, изложенной выше. Затем они приводятся к одной шкале и вычисляется комплексный показатель качества водопользования на ОС. Коэффициенты весомости показателей принимаются равными или определяются экспертным методом. Оценка качества водопользования выполняется оперативно в течение всего оросительного периода с целью корректировки водопользования. Итоговая оценка позволяет выявить передовиков и отстающих в водопользовании на ОС и наметить мероприятия по его совершенствованию.

Качество водоотведения уже частично оценивалось при оценке пропускной способности дрен, коллекторов, сбросных каналов. Поэтому в этом разделе учитываются единичные показатели мелиоративного состояния орошаемых земель, которые наиболее полно характеризуют этот процесс: 1) уровень грунтовых вод; 2) отсутствие заболачивания; 3) степень засоления верхнего (1,5...2,0м) слоя почво-грунтов; 4) мине-



рализация грунтовых вод. При необходимости номенклатура этих показателей корректируется. Базовые значения единичных показателей водоотведения принимаются из нормативно-технической документации. Фактические значения показателей определяются натуральными исследованиями, а относительные — расчетными. Затем они приводятся к общей и выводится индекс качества водоотведения. Качество технологического определяется по формулам приведенным выше. Коэффициенты весомости определяются экспертным методом.

Корнем иерархического дерева свойств качества оросительной системы является обобщенный показатель качества. Он расположен на нулевом уровне иерархии (рис.). С помощью обобщенного показателя изучают влияние отдельных свойств качества на работу всей системы, так как при улучшении одних единичных или групповых показателей качества другие могут ухудшаться. По этому обобщенный показатель применяется для решений следующих задач: обоснование целесообразности ремонта, реконструкция или модернизация ОС: выбор наилучшего варианта эксплуатации, ремонта, реконструкции или модернизации ОС; обоснование требований, закладываемых в стандарты и другую техническую документацию; обоснование правил эксплуатации в различных условиях; определение начального технического качества ОС; определение качества проектирования, строительства и эксплуатации ОС.

Нижняя граница целесообразного значения обобщенного показателя устанавливается с учетом технических и экономических возможностей эксплуатации ОС на основе методов оптимизации ее параметров. Обобщенный показатель качества ОС определяется по формуле:

$$V_{oc} = V_{tk} \cdot V_m,$$

где:  $V_{tk}$  - индекс технического качества ОС,  $V_m$  - индекс качества технологического процесса на ОС,  $\alpha_3$  и  $\alpha_4$  - коэффициенты весомости показателей (определяются экспертным методом). Для предварительных расчетов можно принять  $\alpha_3 = \alpha_4 = 0,5$ .

В настоящей статье впервые сделана попытка обоснования методики по оценке состояния оросительных систем на основе системного анализа и методов квалиметрии. Своевременная оценка состояния ОС улучшит ее эксплуатацию и будет способствовать повышению продуктивности орошаемых земель.

### Литература

1. ГОСТ 22851-77. Выбор номенклатуры показателей качества промышленной продукции. Основные положения.
2. ГОСТ 22732-77. Методы оценки уровня качества промышленной продукции. Основные положения.

3. ГОСТ 24294-80. Определение коэффициентов весомости при комплексной оценке технического уровня и качества продукции.
4. Межгосударственные указания по оценке технического уровня и качества промышленной продукции. РД 50-149-79. Изд-во стандартов 1979, 24 с.
5. Методика определения и применения интегральных показателей качества промышленной продукции. -М.: Изд-во стандартов, 1983, 31 с.
6. Методика оценки уровня качества продукции с помощью комплексных показателей и индексов. -М.: Изд-во стандартов, 1974, 64 с.
7. Технические указания по эксплуатации межхозяйственных оросительных каналов и сооружений. НТД-33,02. АД.23.01.83., -Киев, 1983, 51 с.
8. Карташова Т.М., Штаркман А.П. Обобщенный критерий оптимизации-функции желательности. "Кибернетический сборник" № 8, 1970, 120 с.
9. Борисенко В.Г. Квалиметрический анализ геодезического производства. -М.: Недра, 1978, 224 с.
10. Азгальдов Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров // -М.: Экономика, 1982, 121 с.
11. Ландес Г.А., Омеляненко С.И., Остроушко В.Н. Количественная оценка уровня технического совершенства оросительных систем // В сборнике "основные направления технического прогресса в области механизации и техники полива". -М.: ВНИИГиМ, 1983, 180 с.

Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати

### СУАРУ ЖҮЙЕСІНІҢ ЖАҒДАЙЫН БАҒАЛАУ

А/ш.ғыл.наук	С.И.Исабай
Техн.ғыл.наук	Е.О.Омаров
Техн.ғыл.наук	М.Н.Сенников
А/ш.ғыл.наук	Г.Е.Омарова

Суғару жүйесі элементтері көрсеткіштерінің сапасы, өзгеруінің тасымалдау процесімен бірге жүреді. Осы мәселені шешу барысында сапа деңгейінің методикасы мен бағалау жолдары келтіріледі. Бірінші рет суғару жүйесін бағалау жолдары мен методикасын негіздеу келтірілген. Жүйелі талдау квалиметрия әдісі негізінде жасалынған.