

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

ВВЕДЕНИЕ

Последние десятилетия во всем мире большое значение придается качеству продукции. Высокое качество продукции стало главным условием успеха предприятий, производящих технику для сельскохозяйственного производства, в конкурентной борьбе на рынке.

Успешная конкуренция Республики Беларусь с другими странами немислимы без существенного повышения качества отечественной продукции. А это возможно только при условии, если повышение качества продукции станет основной задачей производства, в решение которой будут вовлечены все сферы производственно-хозяйственной деятельности и все уровни управления предприятий.

Этой работой должны руководить квалифицированные специалисты, обладающие соответствующими знаниями в области качества на уровне международных требований.

Но для того чтобы улучшить качество, нужно, прежде всего уметь его количественно оценить. Практически невозможно эффективно управлять качеством, не измерив его, не определив количественно показатели свойств и их совокупности (качества), не сравнив численные значения этих показателей с соответствующими показателями аналогичной продукции (услуги) конкурента или эталонного образца.

Вопросами разработки методов измерения и способов оценки качества объектов занимается **квалиметрия**. Термин «квалиметрия» состоит из сочетания корня «квали» – качество и слова «метрия» – измерение и количественная оценка чего-либо.

С помощью квалиметрии решаются теоретические, методологические (гносеологические, т.е. познавательные) и методические вопросы, связанные с проблемой качества, а также многие практические задачи:

- совершенствование и создание новых конструкций в процессе проектно-конструкторских разработок промышленной продукции;
- улучшение технологий изготовления и эксплуатации изделий;
- повышение качества и, следовательно, конкурентоспособности продукции, работ и услуг, предприятий, отраслей, страны;
- увеличение эффективности и технико-экономических характеристик производства и выпускаемых изделий;

- повышение качества коммерческих договоров (контрактов), в частности установления квалиметрических требований к выпускаемой (поставляемой) продукции и т.д.

Технический уровень (ТУ) продукции – относительная характеристика качества продукции, основанная на сопоставлении значений показателей, характеризующих техническое совершенство оцениваемой продукции с базовыми значениями соответствующих показателей. Следовательно, понятие «технический уровень» продукции – это то же, что и «уровень качества», но применяемое к техническим изделиям.

При определении численного значения технического уровня учитывают совокупность технических, технологических, эксплуатационных, экономических, экологических и других показателей качества, выражающих степень совершенства продукции и ее соответствия требованиям потребителей (потребностям)

Цель данных методических указаний – обучение магистрантов приемам и методам оценки технического уровня современных сельскохозяйственных машин и оборудования.

1. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ

Под промышленной продукцией понимается материализованный результат производственного процесса, обладающий полезными свойствами и предназначенный для использования потребителями в целях удовлетворения их потребностей как общественного, так и личного характера.

Вся промышленная продукция с целью оценки уровня качества (технического уровня) делится на два класса: первый – расходуемая при использовании; второй – расходуемая свой ресурс. Сельскохозяйственная техника относится к промышленной продукции второго класса.

Различают методы оценки качества однородной и разнородной продукции. При оценке уровня качества, т. е. технической уровня однородных изделий, рекомендовано использовать дифференциальный, комплексный, смешанный, а также интегральный методы. Под однородными понимают изделия одного вида, одного класса и назначения. Для оценки уровня качества разнородных изделий применяют метод на основе индексации качеств. Иногда применительно к однородным или разнородным изделиям используют метод экспертных оценок качества.

Дифференциальный метод состоит в сопоставлении оцениваемой продукции с базовыми образцами по единичным показателям качества (P), которые характеризуют одно из свойств продукции.

При этом методе определяют, достигает ли качество оцениваемого изделия качество базового образца в целом; какие единичные показатели оцениваемого изделия превосходят или не соответствуют показателям качества базового образца, а также, на сколько отличаются друг от друга аналогичные единичные показатели свойств.

При дифференциальном методе оценки технического уровня (качества) промышленной продукции количественно оцениваются отдельные свойства изделия, что позволяет принимать конкретные решения по управлению качеством данной продукции.

Отдельные относительные показатели уровня качества оцениваемой продукции в общем виде рассчитываются по формулам:

$$Y_{ki} = \frac{P_i}{P_{bi}} \quad (1)$$

или

$$Y_{ki} = \frac{P_{bi}}{P_i} \quad (2)$$

где P_i – значение i -го показателя качества оцениваемой продукции;

P_{bi} – значение i -го показателя качества базового образца;

$i = 1, 2, \dots, n$; здесь n – количество принятых для оценки ТУ показателей качества.

Формула (1) используется тогда, когда улучшению качества изделий соответствует увеличение абсолютного значения показателя качества (например, производительность, мощность, коэффициент полезного действия и др.).

Формула (2) используется тогда, когда улучшению качества изделий соответствует уменьшение абсолютного значения показателя качества (материалоемкость, расход материалов, топлива, энергии, содержание вредных примесей в отходах, трудоемкость, параметр потока отказов и др.).

По результатам расчетов относительных значений показателей ТУ изделий и их анализа дают следующие оценки:

- технический уровень оцениваемой машиностроительной продукции выше или равен уровню базового образца, если все значения относительных показателей соответственно больше или равны «1»;

- уровень качества оцениваемой продукции ниже уровня базового образца, если все значения относительных показателей меньше «1».

В тех случаях, когда часть относительных показателей больше или равна «1», а другая часть меньше «1», т.е. когда имеется некоторая неопределенность в оценке ТУ продукции, то следует все относительные показатели разделить по значимости на две группы.

В первую (основную) группу надо включить показатели, характеризующие наиболее существенные свойства, а во вторую – второстепенные. Если окажется, что в первой группе все относительные показатели больше или равны «1», то можно принять, что уровень качества оцениваемого изделия не ниже ТУ базового образца.

Технический уровень оцениваемых изделий машиностроения, для которых существенно важно значение каждого из рассмотренных показателей, признается ниже ТУ базового образца, если хотя бы один из относительных показателей меньше «1».

Дифференциальный метод оценки качества и технического уровня изделий является квалификационным методом, который позволяет оценивать изделия по таким категориям качества, как «превосходит», «соответствует» или «не соответствует» определенному (например, мировому) уровню качества аналогических изделий.

Комплексный метод состоит в оценивании продукции по базовым образцам с использованием комплексного (обобщающего) показателя качества. Этот метод применяют в тех случаях, когда наиболее целесообразно оценивать ТУ сложных изделий только одним числом.

Комплексный показатель качества (К) – показатель качества продукции, характеризующий несколько ее свойств.

Обобщенный показатель качества (Q) – это комплексный среднеарифметический или среднегеометрический показатель, характеризующий несколько близких по значимости (весомости) свойств (параметров).

Обобщенный показатель представляет собой функцию, зависящую от единичных показателей, которые характеризуют однородную группу свойств. К таким группам показателей относятся, например, показатели надежности, эстетичности, безопасности и т. п.

Обобщающим показателем качества может быть:

- главный, наиболее значимый единичный показатель, отражающий основное назначение изделия;
- средний взвешенный комплексный показатель.

В качестве комплексного (обобщающего) показателя качества часто используется один, но главный показатель, отражающий, например, функциональные возможности и назначение продукции. Этот показатель называется *определяющим* (показатель, по которому принимают решение об оценке ее качества).

По существу, комплексным показателем может быть ресурс машины, годовая производительность и др.

Уровень качества по комплексному методу определяется отношением главного показателя качества оцениваемого изделия $Q_{\text{оц}}$ к главному показателю базового образца $Q_{\text{б}}$, т.е.

$$Y_k = \frac{Q_{\text{оц}}}{Q_{\text{б}}}. \quad (3)$$

Комплексную оценку (технического уровня машин) по средневзвешенным показателям качества продукции применяют в тех случаях, когда затруднительно или невозможно определить главный, обобщенный показатель качества и его функциональную зависимость от исходных показателей качества.

Обычно используют средний взвешенный арифметический или средний взвешенный геометрический показатель качества:

- *средний взвешенный арифметический показатель* (U) – суммарный комплексный показатель, учитывающий весомость каждого из единичных (абсолютных или удельных) показателей свойств;

- *средний взвешенный геометрический показатель* (V) – комплексный показатель нескольких существенных свойств продукции, учитывающий взаимовлияние параметров весомости всех входящих в него единичных (абсолютных или удельных) показателей.

Средний взвешенный арифметический показатель качества вычисляется по формулам:

$$U = \sum_{i=1}^n m_{iU} P_i; \quad U^{(1)} = \sum_{i=1}^n m_{iU} K_i. \quad (4)$$

Средний взвешенный геометрический показатель вычисляется по формулам:

$$V = \prod_{i=1}^n (P_i)^{m_{iV}}; \quad V^{(1)} = \prod_{i=1}^n (K_i)^{m_{iV}}, \quad (5)$$

где P_i – значение i -го показателя качества продукции;

K_i – удельный i -ый показатель качества;

m_{iU} – параметр весомости i -го показателя, входящего в средний взвешенный арифметический показатель;

m_{iV} – параметр весомости i -го показателя, входящего в средний взвешенный геометрический показатель;

n – число показателей качества продукции.

Индекс ⁽¹⁾ означает расчет по удельным коэффициентам весомости.

Итак, уровень качества Y_K или технический уровень Y_T машин, кроме как по формуле (3), может быть оценен как:

$$Y_{\tau U} = Y_{\kappa U} = \frac{U}{U_6} = \frac{U^{(1)}}{U_6^{(1)}} \quad \text{или} \quad Y_{\tau V} = Y_{\kappa V} = \frac{U}{U_6} = \frac{U^{(1)}}{U_6^{(1)}}. \quad (6)$$

Параметры весомости могут быть как размерными, так и безразмерными. В случае принятия условия, что сумма всех параметров весомости равна единице, параметры весомости называют *коэффициентами весомости*.

Вид (формулу) среднего взвешенного показателя и значения параметров (коэффициентов) весомости должны выбираться так, чтобы они наилучшим образом соответствовали целям оценки качества и управления им.

Параметры (коэффициенты) весомости чаще всего определяются с помощью экспертного метода.

Определение коэффициентов весомости.

Коэффициент весомости показателя качества продукции – это количественная характеристика значимости данного показателя среди других показателей качества.

Обычно при расчетах уровня качества используют долевые коэффициенты весомости при условии, что сумма всех значений коэффициентов весомости равна единице, т. е.

$$\sum_{i=1}^n a_i = 1. \quad (7)$$

Однако коэффициенты весомости могут быть выражены также в баллах или процентах. Формулы для расчета коэффициентов весомости выбирают при выполнении условия состоятельности. Для определения значений коэффициентов весомости применяются аналитические и экспертные способы.

Существует пять методов определения коэффициентов весомости:

- метод регрессивного анализа параметрических показателей качества;

- метод определения коэффициентов весомости по стоимостным регрессионным зависимостям;

- метод предельных и номинальных значений;

- метод эквивалентных соотношений;
- экспертный метод.

1. Метод регрессионного анализа параметрических показателей качества

При этом методе первоначально записывают линейные зависимости комплексного показателя от выбранных показателей свойств для соответствующего количества изделий.

Эти зависимости составляют такую систему уравнений:

$$\left. \begin{aligned} K_1 &= a_1 P_{11} + a_2 P_{21} + \dots + a_n P_{n1} \\ K_2 &= a_1 P_{12} + a_2 P_{22} + \dots + a_n P_{n2} \\ &\dots \\ K_r &= a_1 P_{1r} + a_2 P_{2r} + \dots + a_n P_{nr} \end{aligned} \right\}, \quad (8)$$

где K_i – значение комплексного показателя свойств j -го образца продукции ($i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, r; r = n$);

r – количество комплексных показателей образцов продукции;

n – количество показателей свойств продукции;

P_{ij} – значение показателя свойства i -го качества j -го образца;

a_i – коэффициент весомости i -го показателя свойства.

Коэффициенты весомости a_i определяют математическим методом наименьших квадратов из подобной системы уравнений как ее коэффициенты регрессии.

2. Метод определения коэффициентов весомости по стоимостным регрессионным зависимостям

Если, например, стоимостная зависимость продукции от нескольких показателей ее свойств имеет вид

$$\lg \frac{C_{i\text{оп}}}{C_{i\text{баз}}} = \sum_{i=1}^n a_i \lg \frac{P_i}{P_{i\text{баз}}}, \quad (9)$$

где C_i и $C_{i\text{баз}}$ – стоимость (оптовая цена) соответственно оцениваемой продукции и базового образца;

P_i и $P_{i\text{баз}}$ – показатели свойств соответственно оцениваемой продукции и базового образца;

a_i – коэффициент весомости, определяемый методом наименьших квадратов;

n – количество показателей качества продукции.

3. Метод предельных и номинальных значений

Параметр весомости показателя качества при комплексной оценке качества продукции по среднему взвешенному арифметическому показателю определяют по формуле

$$a_i = \frac{\frac{P_i}{P_{in} - P_{ипр}}}{\sum_{i=1}^n \frac{P_i}{P_{in} - P_{ипр}}}, \quad (10)$$

где P_{in} – номинальное значение показателя P_i ;

$P_{ипр}$ – предельно допустимое значение показателя P_i .

Для среднего взвешенного геометрического показателя параметр весомости рассчитывают по формуле

$$m_i = \frac{\frac{1}{\lg(P_{in} / P_{ипр})}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\lg(P_{in} / P_{ипр})}}. \quad (11)$$

4. Метод эквивалентных соотношений

Коэффициенты весомости при использовании метода эквивалентных соотношений рассчитывают по формуле

$$m_i = \frac{\lg\left(1 + \frac{\Delta\xi_i}{\xi_i}\right)}{\lg\left(1 + \frac{\Delta P_i}{P_i}\right)}, \quad (12)$$

где P_i – качество отдельного свойства продукции;

ΔP_i – абсолютное изменение качества отдельного свойства;

ξ – количество продукции, эквивалентное изменению ее качества;

$\Delta\xi$ – абсолютное изменение количества продукции, эквивалентное изменению ее качества.

5. Метод экспертного определения коэффициентов весомости

Коэффициент весомости i -го свойства продукции определяется по следующей формуле:

$$K_i = \frac{A_i}{\sum A_i}, \quad (13)$$

где K_i – коэффициент весомости i -го свойства продукции;

A_i – измеренное значение i -й важности свойства продукции;

ΣA_i – суммарное значение i -х важностей свойств продукции.

Пример экспертного определения коэффициентов весомости представлен в табл. 1.

Таблица 1. Экспертное определение весомости свойств продукции

Свойство продукции	Важность (A_i), баллов из 5	Коэффициент весомости (K_i), относ. ед. изм.
А	2,5	0,25
Б	5,0	0,50
И	2,5	0,25
Сумма:	$\Sigma A_i = 10$	$\Sigma K_i = 1,0$

В представленном примере максимальный коэффициент весомости имеет свойство Б. Коэффициенты весомости свойств А и В равны.

Смешанный метод оценки уровня качества продукции.

При оценке технического уровня сложной продукции, имеющей большую номенклатуру показателей качества, с помощью дифференциального метода практически невозможно сделать строго обоснованный вывод.

Использование только одного комплексного метода в таком случае тоже не позволяет объективно учесть все значимые свойства оцениваемой продукции. Поэтому при оценке технического уровня и качества сложной и особенно многофункциональной технической продукции используется смешанный метод, основанный на совместном применении единичных и комплексных (групповых) показателей качества.

Следовательно, при смешанном методе оценки уровня качества технических изделий одновременно используют дифференциальный и комплексный методы.

Сущность смешанного метода и последовательность действий состоят в следующем.

1. Все единичные показатели качества или их часть объединяют в группы, для которых определяют групповой (комплексный) показатель. Объединение единичных показателей в группы производится в зависимости от цели оценки качества: при проектировании и конструировании изделия, при изготовлении и на различных этапах эксплуатации. Наиболее значимые и характерные единичные показатели можно в группы не включать, а рассматривать их наряду с групповыми.

2. Численные значения полученных групповых (комплексных) показателей и самостоятельно учитываемых единичных показателей сопоставляют с соответствующими базовыми показателями, т. е. приме-

няют принцип дифференциального метода оценки уровня качества продукции.

При смешанном методе оценку уровня качества технической продукции рассчитывают по формуле:

$$Y_{\kappa} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{n} \cdot \frac{P_i}{P_{i6}} + \frac{Q}{Q_6} \quad \text{или} \quad Y_{\kappa} = \sum_{i=1}^n m_i \frac{P_i}{P_{i6}} + \frac{U}{U_6} \quad (14)$$

$$\text{или} \quad Y_{\kappa} = \sum_{i=1}^n m_i \frac{P_i}{P_{i6}} + \frac{V}{V_6},$$

где n – число единичных показателей, учитываемых самостоятельно;

m_i – параметр (коэффициент) весомости i -го показателя.

Показатель Y_{κ} полученный смешанным методом оценки уровня качества продукции, является обобщенным и комплексным одновременно.

Метод интегральной оценки уровня качества изделий.

Этот метод используется тогда, когда установлен суммарный полезный эффект от эксплуатации и суммарные затраты на создание и эксплуатацию изделия.

Интегральный показатель уровня качества оцениваемого изделия находят как частное от деления значения интегрального показателя качества оцениваемого изделия на соответствующее базовое значение, т.е.

$$Y_{\text{ин}} = \frac{P_{\text{ин}}}{P_{\text{ин.баз}}}. \quad (15)$$

Итоговым показателем уровня качества продукции, в том числе и технического уровня промышленных изделий, может быть не только интегральный показатель, но и обобщенный или комплексный, учитывающий несколько различных по сути показателей, а также и главный (определяющий) показатель.

Итоговый показатель – это показатель, по которому дается общая оценка уровня качества исследуемой продукции.

Интегральный показатель качества продукции – отношение суммарного показателя эффекта от эксплуатации или потребления продукции W к суммарным затратам на ее создание и эксплуатацию или потребление за весь срок службы:

$$P_{\text{ин}} = \frac{W}{K_c + Z_3}, \quad (16)$$

или как обратное отношение этих затрат к полезному эффекту:

$$P_{\text{ин}} = \frac{K_c + Z_3}{W}, \quad (17)$$

где W – полезный эффект, т.е. количество единиц продукции или выполненной изделием работы за весь срок эксплуатации изделия, например, число произведенных заготовок или деталей, тонн или кубометров переработанного сырья и т.д.;

K_c – суммарные капиталовложения, включающие оптовую цену, а также затраты на установку, наладку и другие работы;

Z_3 – эксплуатационные затраты за весь срок службы изделия.

В первом случае интегральный показатель качества характеризуется полезным эффектом, приходящимся на одну денежную единицу суммарных затрат, а во втором – суммой затрат денежных единиц, приходящихся на единицу полезного эффекта.

Формулы (16) и (17) пригодны для определения интегрального показателя качества изделия со сроком службы до одного года. При сроке службы изделия более одного года интегральный показатель качества $P_{ин}$ вычисляется по формуле:

$$P_{ин} = \frac{W}{K_c \varphi(t) + Z_3}, \quad (18)$$

где $\varphi(t)$ – поправочный коэффициент, зависящий от срока службы изделия, t лет:

$$\varphi(t) = \frac{E_n (1 + E_n)^{t-1}}{(1 + E_n)^t - 1}, \quad (19)$$

где W – нормативный коэффициент окупаемости капиталовложений, обычно принимаемый равным 0,15.

Расчет интегрального показателя по формуле (19) справедлив при следующих условиях:

- ежегодный эффект от эксплуатации или потребления продукции из года в год остается одинаковым;
- ежегодные эксплуатационные затраты тоже одинаковые;
- срок службы составляет целое число лет.

Метод экспертной оценки показателей качества и свойств продукции.

Экспертный метод – это метод решения задач, основанный на использовании обобщенного опыта и интуиции специалистов-экспертов.

Экспертный метод оценки уровня качества продукции используется в тех случаях, когда невозможно или очень затруднительно использовать методы объективного определения значений единичных или комплексных показателей свойств такими методами, как инструментальный, эмпирический или расчетный.

Экспертные методы находят применение при:

- общей (обобщенной) оценке качества продукции;
- классификации оцениваемой продукции;
- определении номенклатуры показателей свойств оцениваемой продукции;
- определении коэффициентов весомости показателей свойств продукции;
- оценивании показателей качества продукции органолептическим методом;
- выборе базовых образцов и безразмерных значений базовых показателей качества;
- определении итогового комплексного показателя качества на основе совокупности единичных и комплексных (обобщенных и групповых) показателей;
- аттестации продукции и сертификации.

Результаты общей экспертной оценки такого сложного комплекса свойств, каким является качество продукции имеют элементы неопределенности и необоснованности. Поэтому экспертная оценка качества продукции в целом является предварительной, ненасыщенной информационно и только в первом приближении, ориентировочно характеризует качество оцениваемого изделия.

На основе такой экспертной оценки качества очевидно нет возможности принимать какие-либо инженерно-технические решения. Этот метод может, например, использоваться при коммерческих сделках, когда нет конкретных (численно выраженных) сведений об уровне качества приобретаемой продукции и т.п.

Однако, следует отметить, что экспертный метод для оценки показателей многих свойств технической и другой продукции является единственно возможным, применяется достаточно широко и для этого разработаны соответствующие методики.

Для оценки уровня качества продукции создается экспертная комиссия, состоящая из экспертной и рабочей групп.

В экспертную группу включаются высококвалифицированные и специально подготовленные работники в области создания и функционирования оцениваемой продукции: исследователи, конструкторы, технологи, дизайнеры, товароведы, экономисты и т.д. Число экспертов, входящих в группу, зависит от требуемой точности средних оценок и должно составлять от семи до двадцати человек. При заочном

опросе верхний предел количества опрашиваемых экспертов не ограничивается.

Экспертный метод «комиссий» заключается в том, что в нем используется как бы голосование. Сначала оценки выставляют эксперты независимо друг от друга. Потом, после открытого обсуждения выставленных оценок, эксперты вновь независимо друг от друга дают оценки каждому объекту.

Впоследствии по скорректированным индивидуальным оценкам рассчитывают экспертную оценку. Эту работу проводит рабочая группа экспертной комиссии. Кроме того, рабочая группа организует процедуру опроса экспертов, анализирует полученные результаты и составляет заключение экспертной комиссии.

При экспертном методе оценку уровня качества или показателя того или иного свойства продукции определяют в безразмерных единицах.

Обычно используют один из двух методов экспертного оценивания качества: метод ранжирования объектов по их качеству или метод оценивания в баллах.

Экспертное оценивание ранжированием.

В случае, если результат оценивания качества эксперты представляют в виде ранжированного ряда, то численное определение итоговых численных оценок качеств состоит в следующем:

1. Все объекты оценивания Q (изделия; свойства) нумеруются произвольно, например, $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5, Q_6, Q_7$, т.е. каждому изделию (свойству) присваивается номер.

2. Эксперты ранжируют объекты по шкале порядка, т.е. по возрастанию уровня качества.

3. Ранжированные ряды объектов, составленные экспертами, сопоставляются.

Например, пусть пять экспертов о семи объектах экспертизы Q составили такие ранжированные ряды по возрастающей шкале порядка (табл. 2).

Таблица 2. Ранжированные ряды, полученные по результатам экспертизы

№ эксперта	Ранг (место объекта в ряду качества по мнению эксперта)						
	1	2	3	4	5	6	7
№ 1	Q_5	Q_3	Q_2	Q_1	Q_6	Q_4	Q_7
№ 2	Q_5	Q_3	Q_2	Q_6	Q_4	Q_1	Q_7
№ 3	Q_3	Q_2	Q_5	Q_1	Q_6	Q_4	Q_7
№ 4	Q_5	Q_3	Q_2	Q_1	Q_4	Q_6	Q_7
№ 5	Q_5	Q_3	Q_1	Q_2	Q_6	Q_4	Q_7

Место объекта в ранжированном ряду называется его *рангом*.

Численное значение ранга в ряду возрастающей шкалы порядка увеличивается от 1 до m (m – количество оцениваемых объектов, в данном примере $m = 7$).

4. Определяются суммы рангов каждого из объектов экспертной оценки.

В рассматриваемом примере они следующие:

$$Q_1 \rightarrow 4 + 6 + 4 + 4 + 3 = 21;$$

$$Q_2 \rightarrow 3 + 3 + 2 + 3 + 4 = 15;$$

$$Q_3 \rightarrow 2 + 2 + 1 + 2 + 2 = 9;$$

$$Q_4 \rightarrow 6 + 5 + 6 + 5 + 6 = 28;$$

$$Q_5 \rightarrow 1 + 1 + 3 + 1 + 1 = 7;$$

$$Q_6 \rightarrow 5 + 4 + 5 + 6 + 5 = 25;$$

$$Q_7 \rightarrow 7 + 7 + 7 + 7 + 7 = 35.$$

5. На основании полученных сумм рангов строят обобщенный ранжированный ряд.

Следовательно, в итоге ранжированный ряд, полученный всеми экспертами группы, имеет вид:

$$Q_5 < Q_3 < Q_2 < Q_1 < Q_6 < Q_4 < Q_7.$$

6. Обобщенные экспертные оценки качества рассматриваемых объектов экспертизы, т.е. коэффициенты их весомости рассчитываются по формуле:

$$g_i = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{i,j}}{\sum_{i=1, j=1}^{n,m} Q_{i,j}}, \quad (20)$$

где n – количество экспертов;

m – число оцениваемых показателей;

$Q_{i,j}$ – коэффициент весомости j -го показателя в рангах (баллах), который дал i -й эксперт.

Расчеты по формуле (20) для рассматриваемого примера дают следующие результаты:

$$g_1 = \frac{21}{140} = 0,15; \quad g_2 = \frac{15}{140} = 0,11; \quad g_3 = \frac{9}{140} = 0,06; \quad g_4 = \frac{28}{140} = 0,20;$$

$$g_5 = \frac{7}{140} = 0,05; \quad g_6 = \frac{25}{140} = 0,18; \quad g_7 = \frac{35}{140} = 0,25; \quad \sum_{i=1}^7 g_i = 1.$$

Анализируя полученные экспертным методом оценки качества, можно не только указать, какой объект лучше или хуже других, но и насколько.

7. Точность экспертных оценок определяют по согласованности мнений экспертов. Степень совпадения оценок экспертов, входящих в комиссию, характеризует качество экспертизы и выражается **коэффициентом конкордации**

$$W = \frac{12S}{n^2(m^3 - m)}, \quad (21)$$

где S – сумма квадратов отклонений рангов или баллов каждого объекта от среднего арифметического значения;

n – количество экспертов;

m – количество оцениваемых объектов.

Сумма квадратов отклонений рангов (S) от среднеарифметического их значения (Q_{cp}) по всем объектам и экспертам находят по формуле:

$$S = \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^m Q_{ij} - Q_{cp} \right]^2, \quad (22)$$

где Q_{ij} – оценка в рангах, данная i -му объекту j -м экспертом;

Q_{cp} – среднеарифметическое значение рангов.

Полная запись формулы коэффициента конкордации имеет следующий вид:

$$W = \frac{12 \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^m Q_{ij} - Q_{cp} \right]^2}{n^2(m^3 - m)}. \quad (23)$$

При $W = 0$ – абсолютная несогласованность, а при $W = 1,0$ – полное совпадение мнений (оценок). Следовательно, $0 \leq W \leq 1$.

В рассматриваемом примере среднее арифметическое значение рангов Q_{cp} равно:

$$Q_{cp} = \frac{21 + 15 + 9 + 28 + 7 + 25 + 35}{7} = 20.$$

Сумма квадратов отклонений от среднего арифметического значения рангов

$$S = 1^2 + 5^2 + 11^2 + 13^2 + 5^2 + 15^2 = 630.$$

Следовательно, коэффициент конкордации составит

$$W = \frac{12 \cdot 630}{25(343 - 7)} = \frac{7560}{8400} = 0,9.$$

Метод попарного сопоставления объектов – метод предпочтений.

Экспертное оценивание при попарном сопоставлении рассматриваемых объектов осуществляют, если количество объектов четное. В этом случае эксперт обозначает номер предпочтительного объекта в соответствующей графе таблицы сопоставления, как это показано в табл. 3.

Таблица 3. Результаты попарного сопоставления объектов экспертом

Номер экспертизы	Номер объекта						К-во предпочтений i -го объекта N_i
	1	2	3	4	5	6	
1	×	1	1	1	5	1	4
2		×	2	2	5	2	3
3			×	3	5	3	2
4				×	5	4	1
5					×	5	5
6						×	0

Максимально возможное число предпочтений любого из рассматриваемых объектов, полученных от одного из экспертов, составляет

$$N_{\max} = m - 1, \quad (24)$$

где m – количество оцениваемых объектов.

Частота этих предпочтений F_i находится как частное от деления N_i на N_{\max} , т. е.

$$F_i = \frac{N_i}{N_{\max}} = \frac{N_i}{m-1}. \quad (25)$$

Используя данные табл. 3, получаем $N_{\max} = 6 - 1 = 5$, а частоты предпочтений, данные экспертом, равны

$$F_1 = 4/5 = 0,8; F_2 = 3/5 = 0,6; F_3 = 2/5 = 0,4; \\ F_4 = 1/5 = 0,2; F_5 = 5/5 = 1; F_6 = 0/5 = 0.$$

Общее число суждений одного эксперта C , связанное с количеством объектов экспертизы m , находят из соотношения

$$C = \frac{m(m-1)}{2}. \quad (26)$$

При шести объектах экспертизы

$$C = \frac{6(6-1)}{2} = 15.$$

Определенный одним экспертом показатель i -го объекта или весомость по сравнению с другими объектами рассчитывают по формуле

$$g_i = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{i,j}}{\sum_{i=1, j=1}^{n,m} Q_{i,j}}, \quad (27)$$

где n – количество экспертов;

m – число оцениваемых показателей;

Q_i, j – коэффициент весомости j -го показателя в рангах (баллах), который дал i -й эксперт, преобразованной к виду

$$Q_i = \sum_{i=1, j=1}^{m,n} \frac{F_{i,j}}{C}, \quad (28)$$

где n – число экспертов в группе.

Пусть число экспертов в группе равно пяти ($n = 5$), их F_i сведены в табл. 4.

В данном случае результаты экспертизы по определению показателей объектов таковы:

Таблица 4. Частоты предпочтений объектов, данные экспертами

Номер эксперта	Частоты предпочтений объектов					
	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6
1	0,8	0,6	0,4	0,2	1,0	0
2	0,7	0,7	0,4	0,3	0,9	0,1
3	0,8	0,5	0,5	0,3	1,0	0,1
4	0,9	0,5	0,6	0,2	0,8	0
5	0,8	0,5	0,5	0,2	0,9	0
Итого ΣF_{ij}	4,0	2,8	2,4	1,2	4,5	0,2

$$Q_1 = \frac{4}{15} = 0,27; \quad Q_2 = \frac{2,8}{15} = 0,18; \quad Q_3 = \frac{2,4}{15} = 0,16;$$

$$Q_5 = \frac{4,5}{15} = 0,3; \quad Q_6 = \frac{0,2}{15} = 0,01.$$

Найдем сумму значений показателей весомости:

$$\sum_{i=1}^m Q_i = 0,27 + 0,18 + 0,16 + 0,08 + 0,3 + 0,01 = 1,0.$$

Этот результат свидетельствует о том, что показатели оценены экспертами достаточно точно. Поэтому итоговый ранжированный ряд объектов по их показателям имеет вид

$$\text{№ 6} < \text{№ 4} < \text{№ 3} < \text{№ 2} < \text{№ 1} < \text{№ 5}.$$

Если сумма показателей весомости существенно отличается от 1, то, чтобы увеличить достоверность оценивания, проводят повторное сопоставление объектов, используя для этого свободную часть таблицы попарного сопоставления (см. табл. 3).

При этом повторное сопоставление производят в хаотическом порядке. В таком случае каждая пара объектов сопоставляется дважды.

Такое полное, или двойное, сопоставление объектов существенно уменьшает вероятность случайных ошибок экспертов. Следовательно, двойное сопоставление обладает более высокой достоверностью, чем однократное.

После двойного сопоставления и установления предпочтений получены результаты оценок одного эксперта, представлены в табл. 5.

Таблица 5. Результаты двойного попарного сопоставления объектов экспертом

Номер экспертизы	Номер объекта						К-во предпочтений i -го объекта N_i
	1	2	3	4	5	6	
1	×	1	1	1	5	1	4
2	1	×	2	2	5	2	3
3	3	2	×	3	5	3	2
4	1	2	4	×	5	4	1
5	5	5	5	4	×	5	5
6	1	2	3	0	5	×	0

Примечание. Если сопоставляемые объекты одинаковы (равны между собой), то это обозначается цифрой «0», но обоим объектам дается по 0,5 предпочтения.

Возможное наибольшее количество предпочтений одного объекта

$$N_{\max} = 2(m - 1), \quad (29)$$

а частота предпочтений

$$F_i = \frac{N_i}{N_{\max}} = \frac{N_i}{2(m-1)}. \quad (30)$$

По данным табл. 5 находим, что при $N_{\max} = 10$

$$F_1 = \frac{7}{10} = 0,7; \quad F_2 = \frac{6}{10} = 0,6; \quad F_3 = \frac{3}{10} = 0,3;$$
$$F_4 = \frac{3,5}{10} = 0,35; \quad F_5 = \frac{8}{10} = 0,8; \quad F_6 = \frac{0,5}{10} = 0,05.$$

Показатели оцениваемых объектов находим по формуле

$$Q_i = \sum_{i=1, j=1}^{m,n} \frac{F_i}{C}, \quad (31)$$

где n – число экспертов в группе.

В случае двойного попарного сопоставления количество возможных суждений одного эксперта $C = m(m - 1)$. В рассматриваемом нами примере $C = 6(6 - 1) = 30$.

Полученные результаты являются *приведенными* значениями оценок фактического реального попарного сопоставления рассматриваемых объектов.

Сумма значений всех показателей

$$\sum_{i=1}^m Q_i = 0,23 + 0,2 + 0,1 + 0,12 + 0,27 + 0,002 = 0,922.$$

Ранжированный ряд объектов, составленный по оценкам первого эксперта, таков:

$$Q_6 < Q_3 < Q_4 < Q_2 < Q_1 < Q_5.$$

Если остальные четыре эксперта дадут такие же оценки, как приведены в табл. 4, то в табл. 6 будет изменена, по сравнению с табл. 4, только первая строка.

Получим следующие показатели оцениваемых объектов:

$$Q_1 = \frac{3,9}{15} = 0,26; \quad Q_2 = \frac{2,8}{15} = 0,19; \quad Q_3 = \frac{2,3}{15} = 0,15;$$
$$Q_5 = \frac{4,4}{15} = 0,29; \quad Q_6 = \frac{0,25}{15} = 0,02.$$

Таблица 6. Свод частот предпочтений объектов, данных экспертами

Номер эксперта	Частоты предпочтений объектов					
	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6
1	0,7	0,6	0,3	0,35	0,8	0,05
2	0,7	0,7	0,4	0,3	0,9	0,1
3	0,8	0,5	0,5	0,3	1,0	0,1
4	0,9	0,5	0,6	0,2	0,8	0
5	0,8	0,5	0,5	0,2	0,9	0
Итого $\Sigma F_{i,j}$	3,9	2,8	2,3	1,35	4,4	0,25

Сумма всех показателей весомости или значимости (качества)

$$\sum_{i=1}^m Q_i = 0,26 + 0,19 + 0,15 + 0,09 + 0,29 + 0,02 = 1.$$

Следовательно, ранжированный ряд по данным экспертизы имеет вид

$$Q_6 < Q_4 < Q_3 < Q_2 < Q_1 < Q_5.$$

Таким образом получают результаты экспертизы при двойном попарном сопоставлении оцениваемых объектов.

Как видно из выше представленного примера, метод ранжирования постоянно реализуется в процессе применения метода попарного сопоставления.

Метод экспертного оценивания в баллах.

При экспертизе качества продукции наиболее часто используют балльные оценки. Балльные оценки даются непосредственно экспертами или получаются в результате формализации процесса оценки. Эта формализация бывает эвристической или экспериментальной.

Непосредственное назначение балльных оценок производится экспертами независимо друг от друга или в процессе обсуждения. Количество баллов в принимаемой оценочной шкале может быть разным. Для оценки показателей качества обычно используют 5-, 7- и 10-балльные шкалы (табл. 7).

Обобщенный показатель качества, определяемый экспертным методом по балльной системе исчислений, находят как среднее арифметическое значение оценок, поставленных всеми экспертами, т. е. вычисляют по формуле

$$K_{\text{экс}} = \frac{\sum_{i=1}^a Q_i}{a}, \quad (32)$$

где a – количество экспертов;

Q_i – оценки в баллах, поставленные экспертами.

Таблица 7. Примеры оценочной шкалы

Оценка	Число баллов
Пятибалльная шкала	
Отличное качество	5
Хорошее качество	4
Вполне удовлетворительное качество	3
Удовлетворительное качество	2
Плохое качество	1
Семибалльная шкала	
Качество очень высокое	7
Качество высокое	6
Качество выше среднего	5
Качество среднее	4
Качество ниже среднего	3
Качество низкое	2
Качество очень низкое	1

Если при экспертизе качества проводят несколько туров опросов, то значение показателя качества определяют как среднее арифметическое значение оценок, полученных в каждом туре опроса экспертов по выражению

$$K'_{\text{экс}} = \frac{\sum_{i=1}^m K_{\text{экс},i}}{m}, \quad (33)$$

где $K_{\text{экс},i}$ – значение показателя качества, полученное в каждом туре;

m – число туров опроса.

В тех случаях, когда единичные показатели качества неравноценно влияют на общий уровень, целесообразно использовать коэффициенты весомости:

$$K_{\text{экс}} = \frac{\sum_{i=1}^a Q_i \cdot n_i}{a}, \quad (34)$$

где n_i – коэффициент весомости i -го единичного показателя качества.

Экспертным методом часто пользуются при выборе техники, представленной несколькими предприятиями на тендерные конкурсы (торги).

Эвристическая формализация экспертных оценок заключается в определении зависимости между значениями параметрических показателей и их оценками в баллах. На основании этого строится график или разрабатывается (пишется) математическая формула, которые позволяют выражать балльную оценку показателей качества в натуральных единицах измерения.

При *экспериментальной формализации* устанавливают соотношение значений балльных оценок со значениями показателей, определяемыми в результате эксперимента. Такой метод является более объективным.

Существует еще и так называемый *социологический метод оценки качества* продукции. Этот метод, как и экспертный, основан на опросах, на мнениях, но не экспертов, а обычных потребителей оцениваемой продукции. Поэтому социологический метод относят к разновидности экспертного.

Сбор мнений потребителей производится методом опроса или с помощью распространения и заполнения специальных анкет-вопросников, а также путем организации конференций, выставок, аукционов, опытно-показательной эксплуатации и т. п.

2. ЗАДАНИЯ НА ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Практическое занятие № 1. **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПО ВАЖНЕЙШЕМУ И ОБОБЩЕННОМУ ПОКАЗАТЕЛЯМ**

Цель работы: изучить методы расчета по важнейшему и обобщенному показателям.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с методами определения уровня качества с помощью важнейшего и обобщенного показателей. Изученный материал представить в виде ответов на вопросы в табл. 8.

2. Провести оценку качества продукции, используя обобщенный показатель группы свойств.

Рассмотрим качество концевой фрезы из быстрорежущей стали. Главный показатель, характеризующий качество концевых фрез из

быстрорежущей стали это ее стойкость (время работы в часах до переточки).

Таблица 8. Особенности оценки по важнейшему показателю и обобщенным методом

№ вопроса	Ответ	Обоснование
1		
2		
3		
4		
...		

Стойкость фрезы определяется показателями, приведенными в табл. 9.

Таблица 9. Базовые и оценочные значения концевой фрезы по ГОСТ 17026-71 «Фрезы концевые с коническим хвостовиком» и ГОСТ 19265-73 «Прутки и полосы из быстрорежущей стали»

№ п/п	Наименование показателя	Условное обозначение показателя	Базовое значение	Оценочное значение
1	Твердость инструмента	HRC	64	62
2	Шероховатость поверхности режущей кромки	Ra	0,63	1,25
3	Коэффициент шероховатости режущей кромки	σRa		
4	Угол заточки (передний угол), град.	φ_1	15	13
5	Коэффициент отклонения переднего угла	$\Delta\varphi_1$		
6	Угол заточки (задний угол), град.	φ_2	14	18
7	Коэффициент отклонения заднего угла	$\Delta\varphi_2$		
8	Скорость вращения фрезы об/мин	$V_{\text{ф}}$	600	560
9	Скорость подачи станка, мм/мин	$V_{\text{п}}$	125	130
10	Коэффициент скорости подачи станка	$\lambda V_{\text{п}}$		
11	Глубина резания, мм	T	5	6
12	Коэффициент глубины резания	λT		
13	Усредненный коэффициент твердости обрабатываемых материалов (металла)	μ		

Расчет коэффициента отклонения угла заточки осуществляется по формуле:

$$\Delta\varphi = \frac{\varphi_{\text{получ.}}}{\varphi_{\text{базов.}}} \quad (35)$$

Усредненный коэффициент μ находится по среднему арифметическому значению твердостей различных металлов: черных (конструкционных и легированных сталей без закалки) и цветных металлов (сплавов меди и алюминия), а также чугуна (табл. 10).

Для уменьшения коэффициента полученное значение делим на 100. Коэффициент шероховатости обработанной режущей кромки, σRa вычисляется делением 100 на значение шероховатости поверхности. Данная методика применяется для уменьшения общего значения главного показателя в случае повышенного значения шероховатости, которое определяет низшее качество обработки.

Таблица 10. Твердость металлов, определенная по способу Родмана

Металл	Твердость металла
Мягкий серый чугун	1000
Сталь	958
Железо	940
Медь	301
Алюминий	271

Увеличение скорости вращения фрезы увеличивает стойкость, а увеличение подачи и глубины резания – наоборот уменьшает. Поэтому, для уменьшения оценочного значения введем коэффициенты подачи и глубины резания делением 100 на фактические значения.

Главный показатель качества фрезы будет равен:

$$W_{\phi} = HRC \cdot \sigma Ra \cdot (\phi/\Delta\phi) \cdot V_{\phi} \cdot \lambda V_{п} \cdot \lambda T \cdot \mu. \quad (36)$$

Контрольные вопросы

1. Что такое важнейший показатель?
2. Когда применяется оценка качества по важнейшему показателю?
3. Привести примеры товаров, для которых можно рассчитать уровень качества по важнейшему показателю (не менее трех).
5. Что такое обобщенный показатель?
4. В каких случаях применяется оценка качества по обобщенному показателю?
6. Привести примеры обобщенных показателей для различных товаров (не менее трех).

Практическое занятие № 2:
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА

Цель работы: изучить дифференциальный метод оценки качества продукции.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с дифференциальным методом оценки качества продукции. Изученный материал представить в виде ответов на вопросы в табл. 11.

Таблица 11. Особенности оценки качества дифференциальным методом

№ вопроса	Ответ	Обоснование
1		
2		
...		

2. Провести оценку качества продукции дифференциальным методом на основании показателей качества трех тракторов (табл. 12).

Таблица 12. Показатели свойств тракторов и их численное значение

Показатель	Значение показателей аналогов			Отклонение показателя трактора типа Т от аналогов	
	Трактор типа Т	Комацу Д-155А-1 (Япония)	Катерпиллер Д-9Н (США)	Комацу Д-155А-1 (Япония)	Катерпиллер Д-9Н (США)
Номинальная мощность двигателя, кВт	246	235	302		
Скорость движения при номинальном тяговом усилии, м/с	0,45	0,5	0,55		
Наработка на отказ, ч	70	184	355		
Ресурс до первого капитального ремонта, ч	6000	10000	10000		
Удельный расход топлива, г/кВт-ч	258	238	258		
Удельная суммарная оперативная трудоемкость технического обслуживания, чел.-ч	0,18	0,06	0,067		

Оценить уровень качества трактора типа Т в сравнении с японским и американскими образцами дифференциальным методом.

Провести все этапы оценки (наглядная таблица, циклограмма, итоговый расчет).

Контрольные вопросы

1. Что означает дифференциальный метод?
2. В каких случаях применяется дифференциальный метод оценки качества продукции?
3. Выделите основные этапы осуществления дифференциального метода оценки.
4. Почему в ряде случаев применяется обратное соотношение при расчете уровня качества (базовый образец делится на оцениваемый)?
5. Когда в расчете используются предельные значения показателей?
6. Что такое квалификационная оценка?
7. Что такое циклограмма?
8. Что характеризует окружность на циклограмме?
9. Какое направление могут иметь оси на циклограмме?

Практическое занятие № 3: КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА

Цель работы: изучить комплексный метод оценки качества продукции.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с комплексным методом оценки качества продукции. Ответы на вопросы представить в виде в табл. 13.

Таблица 13. Особенности оценки качества комплексным методом

№ вопроса	Ответ	Обоснование
1		
2		
...		

2. Провести оценку качества ПВХ конструкции комплексным методом (табл. 14).

Таблица 14. Показатели качества продукции – ПВХ конструкции из профиля VEKA Softline (Германия) в сравнении с ПВХ конструкциями Thyssen (Бельгия)

Показатели качества оцениваемой продукции	VEKA Softline (Германия)	Thyssen (Бельгия)
Ширина профиля	70 мм	71 мм
Количество камер	5	5
Уплотнитель	черный/серый	черный/серый
Армирование	замкнутое	S-образное
Толщина стеклопакета	36 мм	34 мм
Фурнитура	любая	Винтхаус, Рото
Область применения	-65...+80	-60...+75
Наружный скос, град.	45	45
Теплоизолирующие характеристики	По DIN 4108 и EnEV	По DIN 4108 и EnEV
Класс шумозащиты	2 – 4	2 – 3
Противовзломные характеристики	DIN V ENV 1627–1630	DIN V ENV 1627–1630

Контрольные вопросы

1. В каких случаях применяется комплексная оценка качества?
2. Почему в комплексном методе при расчете уровня качества используются коэффициенты весомости?
3. Приведите примеры к каждому из требований, предъявляемых к комплексной оценке качества.
4. Чем линейная зависимость отличается от нелинейной?
5. Когда применяется средневзвешенная арифметическая, а когда средневзвешенная геометрическая?

Практическое занятие № 4:

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА

Цель работы: изучить интегральный метод оценки качества продукции.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с интегральным методом оценки качества продукции. Изученный материал представить в виде ответов на вопросы в табл. 15.

Таблица 15. Особенности оценки качества комплексным методом

№ вопроса	Ответ	Обоснование
1		
2		
...		

2. Провести оценку качества продукции интегральным методом на примере металлорежущего станка (табл. 16).

Таблица 16. Основные расчетные данные качества металлорежущего станка

Показатель качества	Значение показателя	
	оцениваемого станка	базового станка
Годовая производительность при безотказной работе, тыс. изготовленных деталей	20	20
Время простоев из-за отказов, %	3	6
Стоимость станка, тыс. руб.	200	50
Годовые затраты на ремонт, тыс. руб.	2	4
Прочие годовые эксплуатационные расходы, тыс. руб.	40	40
Срок службы, лет	12	3

Необходимо определить интегральный технико-экономический показатель уровня качества улучшенной модели металлорежущего станка, сравнив его с базовой моделью.

Контрольные вопросы

1. Что такое интегральный показатель качества?
2. В каких случаях применяется интегральный метод оценки качества?
3. Что такое суммарный полезный эффект и как он определяется?
4. От чего зависит поправочный коэффициент?
5. Что такое нормативный срок использования изделия?

Практическое занятие № 5: ОЦЕНКА УРОВНЯ КАЧЕСТВА РАЗНОРОДНОЙ ПРОДУКЦИИ

Цель работы: изучить методы оценки уровня качества разнородной продукции.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с методами оценки качества разнородной продукции. Изученный материал представить в виде ответов на вопросы в табл. 17.

Таблица 17. Особенности оценки качества разнородной продукции

№ вопроса	Ответ	Обоснование
1		
2		
3		
4		
...		

2. Провести оценку качества продукции предприятия, используя метод оценки уровня качества разнородной продукции.

Цех выпускает автомобильные шины двух типов. Нужно оценить уровень их качества в текущем интервале времени. Показатель качества – ходимость шин в тыс. км.

За базовое значение принимается значение ходимости шин, выпущенных в прошлом году (табл. 18).

Таблица 18. Значение ходимости шин, выпущенных в прошлом году

Тип шины	Ходимость, тыс. км.		Кол-во шин, шт.	Опт. цена, руб.
	базовая	оцениваемая		
1	60	64	5	50
2	50	60	36	40

Индекс качества вычисляется по формуле:

$$U_k = \frac{\sum_{i=1}^S N_i K_i C_i}{\sum_{i=1}^S N_i C_i}, \quad (37)$$

где K_i – относительный показатель качества i -го вида продукции;

N_i – количество изделий i -го вида или объем i -й продукции в текущем периоде;

C_i – оптовая цена продукции i -го вида, руб. для нескольких S видов продукции.

Контрольные вопросы

1. Чем однородная продукция отличается от разнородной?
2. Приведите примеры разнородной продукции (не менее трех).
3. Какие методы обычно применяются для оценки качества разнородной продукции?

4. В каких единицах измерения могут быть коэффициенты весомости при оценке качества разнородной продукции?

5. Что такое коэффициент дефектности? Применительно к какой продукции его рассчитывают?

Практическое занятие № 6:
ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА
РАНЖИРОВАНИЯ

Цель работы: изучить экспертный метод оценки качества продукции с помощью ранжирования.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с экспертным методом оценки качества продукции. Изученный материал представить в виде ответов на вопросы в табл. 18.

Таблица 18. Особенности экспертной оценки

№ вопроса	Ответ	Обоснование
1		
2		
...		

2. Отобразить графически (в виде схемы) основные этапы проведения экспертной оценки методом ранжирования.

Контрольные вопросы

1. Что такое ранжированный ряд?
2. Что такое ранг?
3. В каких случаях применяется метод оценки ранжированием?
4. Почему важно определять точность экспертных оценок?
5. Какова должна быть численность экспертной группы?
6. Какой показатель обычно рассчитывают для определения уровня репрезентативности полученных данных?
7. Что значит полная согласованность мнений экспертов? От чего зависит такой результат?
8. Каким образом можно повысить точность экспертных оценок?

Практическое занятие № 7:
ПОПАРНОЕ СОПОСТАВЛЕНИЕ В ЭКСПЕРТНОМ МЕТОДЕ

Цель работы: изучить метод попарного сопоставления.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с методом попарного сопоставления. Изученный материал представить в виде ответов на вопросы в табл. 19.

Таблица 19. Особенности экспертной оценки

№ вопроса	Ответ	Обоснование
1		
2		
3		
...		

2. Графически (в виде схемы) отобразите основные этапы проведения экспертной оценки методом попарного сопоставления.

Контрольные вопросы

1. Когда применяется метод попарного сопоставления?
2. Условия применения метода попарного сопоставления.
3. Что такое двойное попарное сопоставление объектов?
4. Почему сумма показателей весомости должна быть равна единице?
5. Как связаны методы ранжирования и попарного сопоставления?

Практическое занятие № 8:
**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНИКИ
И ОБОРУДОВАНИЯ**

Цель работы: изучить методы экономической оценки новой сельскохозяйственной техники.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с методами экономической оценки новой сельскохозяйственной техники.

Основной целью проведения экономической оценки новой сельскохозяйственной техники, комплексов машин, машинных технологий

является выявление экономической эффективности новой продукции по сравнению с аналогами.

Методика экономической оценки устанавливает порядок расчета показателей экономической эффективности новой сельскохозяйственной техники, комплекса машин, машинных технологий при их использовании в крупном, среднем и малом (фермерском) производстве; влияния техники на конечные результаты (себестоимость, чистый доход, рентабельность, затраты труда на единицу продукции).

Экономическая оценка проводится для решения следующих проблем:

на этапе проектирования – для технико-экономического обоснования эффективности новой продукции в области предполагаемого применения;

на этапе приемочных испытаний – для выработки конкретных рекомендаций по применению новой техники, обеспечению ее эффективной работы.

Экономическую оценку машин (комплексов машин, машинных технологий) проводят по результатам их эксплуатационно-технологической оценки в соответствии с ГОСТ 24055 – ГОСТ 24059, а также другой НД, отражающей надежность машин, условия труда механизаторов.

Критерием экономической эффективности машин является экономический эффект, суммарно определяемый разностью приведенных затрат сравниваемыми машинами на выполнение годового объема работ, а также количество и качество сельскохозяйственной продукции, полученные от улучшения технических параметров новой техники.

Базой для сравнения, в зависимости от состояния разработки, создания и производства новой машины, служат:

- показатели лучших отечественных или зарубежных машин;
- показатели заменяемой машины (аналога).

На всех стадиях создания и внедрения комплексов машин для сравнения используют оптимальные структуры машинно-тракторных парков.

Экономическая оценка новых машин, комплексов машин, машинных технологий проводится в соответствии со следующими стандартами:

- ГОСТ 23728 «Основные положения и показатели экономической оценки»;

- ГОСТ 23729 «Методы экономической оценки специализированных машин»;

- ГОСТ 23730 «Методы экономической оценки универсальных машин и технологических комплексов».

Показателями сравнительной экономической эффективности машин являются:

- годовой экономический эффект с учетом количества и качества продукции, высвобождения трудовых ресурсов, улучшения условий труда;

- экономический эффект от производства и использования машины за срок службы;

- лимитная цена;

- срок окупаемости полных капиталовложений;

- годовая экономия затрат труда.

При необходимости определяют также прибыль и рентабельность производства сельскохозяйственной продукции в условиях использования нового комплекса машин.

Показатели сравнительной экономической эффективности формируются на основе определяемых предварительно: приведенных затрат; прямых экономических затрат; капитальных вложений; затрат труда; себестоимости производства сельхозпродукции (при оценке комплексов машин).

В качестве исходных данных, используемых для определения экономических показателей применяют:

L – количество обслуживающего персонала, чел;

τ – часовые тарифные ставки оплаты труда обслуживающего персонала, руб./ч;

$W_{см}$, $W_{эк}$ – производительность машины в час сменного и эксплуатационного времени, ед. наработки/ч;

q – удельный расход топлива смазочных материалов, электроэнергии, кг/ед. наработки;

Π – цена 1 кг топлива, 1 кВт-ч электроэнергии, руб./кг, руб./кВт-ч;

B – балансовая цена машины, энергосредства, руб.;

T_3 – годовая зональная загрузка машины, энергосредства, часы эксплуатационного времени;

T_n – годовая нормативная загрузка машины, энергосредства, часы эксплуатационного времени;

a – коэффициент отчислений на реновацию машины, энергосредства;

r_t – коэффициент отчислений на ремонт и техническое обслуживание машины, энергосредства;

h – удельный расход основных и вспомогательных материалов (семян, удобрений, гербицидов, проволоки, шпагата, тары и т. п.), кг/ед. наработки, м/ед. наработки, шт./ед. наработки;

$\Pi_{\text{м}}$ – оптовая цена единицы расходуемого материала, руб.

Формулы для расчета экономических показателей

Затраты труда, чел-ч/ед. наработки:

$$Z_t = \frac{L}{W_{\text{см}}}$$

Затраты на оплату труда, руб./ед. наработки:

$$Z = \frac{1}{W_{\text{см}}} \sum \Pi_j \tau_j k_d,$$

где k_d — коэффициент, учитывающий доплаты по расчету за продукцию, премии, надбавки за классность и стаж работы, квалификацию, оплату отпусков и начисления по социальному страхованию.

Затраты на топливо-смазочные материалы, руб./ед. наработки:

$$Г = q\Pi.$$

Затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт определяют по нормативам отчислений от балансовой цены машины, энергосредства:

$$P = \frac{B r_t}{W_{\text{эк}} T_3}$$

Затраты на реновацию (полное восстановление) определяют так же, как и вышеприведенный показатель, по нормативам отчислений от балансовой цены машины, энергосредства:

$$A = \frac{B a}{W_{\text{эк}} T_3}$$

При этом коэффициент отчислений a имеет обратную связь со сроком службы машины, энергосредства; например, при сроке службы в 7 лет коэффициент $a = 1/7 = 0,143$.

Балансовую цену машины определяют умножением оптовой цены на коэффициент, учитывающий затраты на доставку машины в хозяйство или на ее монтаж $\delta = 1,1 \dots 1,2$. При отсутствии оптовой цены но-

вой машины допускается определять балансовую цену через стоимость 1 кг массы машины-аналога.

Прочие прямые затраты на основные и вспомогательные материалы, руб./ед. наработки:

$$\Phi = \sum_i h_i \Pi_{\text{MI}}.$$

Капиталовложения на единицу наработки по машине определяют по формуле

$$K = \frac{B}{W_{\text{ЭК}} T_3}.$$

Зональная годовая наработка машины, единица наработки:

$$B_3 = W_{\text{ЭК}} T_3.$$

Приведенные затраты на единицу наработки определяют как сумму эксплуатационных затрат и нормативной прибыли:

$$\Pi = И + K E_n,$$

где И — прямые эксплуатационные затраты на единицу наработки, руб./ед. наработки;

К — капитальные вложения на единицу наработки, руб./ед. наработки;

E_n — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложение — 0,15 (представляет собой минимальную норму прибыли на каждую единицу капитальных вложений).

Прямые эксплуатационные затраты на единицу наработки, руб.:

$$И = З + Г + Р + А + \Phi,$$

где З — затраты на оплату труда обслуживающего персонала;

Г — затраты на горюче-смазочные материалы и электроэнергию;

Р — затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт;

А — затраты на реновацию;

Φ — прочие прямые затраты на основные и вспомогательные материалы.

Годовой экономический эффект от эксплуатации новой машины, руб.:

$$\mathcal{E}_r = B_3(\Pi_6 - \Pi_n + \mathcal{E}),$$

где Π_6 , Π_n — приведенные затраты на единицу наработки по заменяемой и новой машинам;

\mathcal{E} — экономический эффект от высвобождения рабочей силы, достигнутых условий труда, от изменения количества и качества продукции на единицу наработки;

B_3 — годовая наработка новой машины в условиях данной природно-климатической зоны.

Экономический эффект от производства и использования за срок службы новой машины, руб.:

$$\mathcal{E}_{c.c} = \frac{\mathcal{E}_r}{a_n E_n},$$

где a_n — коэффициент отчислений на реновацию новой машины;

E_n — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (0,15).

Лимитная цена новой машины, руб.:

$$Ц_n = Ц_{вп} \cdot \sigma,$$

где $Ц_{вп}$ — верхний предел цены новой машины, руб.;

σ — коэффициент гарантии потребителю экономического эффекта от использования новой машины.

Коэффициент гарантии, обеспечивающий потребителю экономический эффект от использования новой машины, принимают равным 0,80. По новой технике, высвобождающей трудовые ресурсы (энергонасыщенные тракторы, высокопроизводительные уборочные комбайны; машины, заменяющие ручной труд) коэффициент гарантии может быть принят равным 0,91...0,95.

Верхний предел цены новой машины, руб.:

$$Ц_{вп} = \left(\frac{\mathcal{E}_r}{a_n E_n} + B_n \right) \cdot \frac{1}{\delta},$$

где B_n — балансовая цена новой машины;

δ — коэффициент перевода оптовой цены в балансовую (1,1...1,2).

Годовая экономия затрат труда при эксплуатации новой машины, чел-ч:

$$Z_r = (Z_{тб} - Z_{тн}) \cdot B_3,$$

где $Z_{тб}$, $Z_{тн}$ — затраты труда на единицу наработки заменяемой, новой машины.

Степень изменения эксплуатационно-экономических показателей новой машины в сравнении с заменяемой, %:

$$C = \frac{Z'_{гб} - Z'_{гн}}{Z'_{гб}} \cdot 100,$$

где $Z'_{гб}$, $Z'_{гн}$ — годовые затраты (затраты труда, прямые эксплуатационные затраты, капитальные вложения, приведенные затраты) соответственно по заменяемой и новой машине, рассчитанные на годовой объем работ новой машины.

Срок окупаемости полных капиталовложений представляет собой период, в течении которого экономия на прямых эксплуатационных затратах, полученных в результате указанных капиталовложений, достигает размера этих вложений.

Срок окупаемости полных капитальных вложений, лет:

$$T_{ок.л} = \frac{B_n}{\mathcal{E}'_г},$$

где B_n — балансовая цена новой машины (полные капитальные вложения на приобретение новой машины);

$\mathcal{E}'_г$ — годовая экономия эксплуатационных затрат от использования новой машины.

Особенности экономической оценки универсальных машин и технологических комплексов

Экономическая оценка универсальных машин и комплексов проводится по ГОСТ 23730 «Методика экономической оценки универсальных машин и технологических комплексов». Стандарт устанавливает методы определения показателей экономической оценки тракторов, транспортных средств, универсальных самоходных машин, технологических мобильных и стационарных комплексов.

Годовой экономической эффект от эксплуатации нового комплекса определяют в модельном хозяйстве как разность приведенных затрат на годовой объем работ, выполняемый соответственно базовым и новым комплексом, с добавлением экономического эффекта от высвобождения рабочей силы, достигнутых условий труда, изменения количества и качества продукции:

$$\mathcal{E} = \Pi_б - \Pi_n + \mathcal{E}, \text{ руб.}$$

В дополнение к показателям сравнительной экономической эффективности, определяемым при оценке отдельных специализированных машин, стандарт предусматривает расчет прибыли от производства

продукции комплексом машин (M) и рентабельности производства продукции этим же комплексом (R) по формулам

$$M = \sum_i (\Pi_i - C_i) S_i; \quad R = \frac{M}{\sum_i C_i S_i},$$

где Π_i — цена реализации i -го вида продукции;

C_i — себестоимость производства i -го вида продукции;

S_i — объем производства i -го вида продукции.

Показатели комплекса машин определяют при формировании оптимальной структуры МТП. Критерием формирования оптимальной структуры машинно-тракторного парка (МТП) является минимум комплексных затрат, включающих приведенные затраты с учетом достигнутых условий труда, потерь, количества и качества продукции от использования комплекса машин, затрат на трудовые ресурсы, необходимых для выполнения годового объема работ в модельном хозяйстве.

Порядок проведения работ при оценке комплексов машин способом наложения на хозяйство включает:

- выбор хозяйства;
- сбор и подготовку информации по рассчитываемому хозяйству;
- определение оптимального базового и нового состава МТП.

Выбор хозяйств для экономической оценки машин должен быть увязан со специализацией хозяйств и назначением новых машин. Сбор и обработка информации заключается в определении номенклатуры, объемов, сроков и условий выполнения работ в хозяйстве. Эти операции выполняются на основе агротехнических карт на возделывание и уборку культур, планов завоза и вывоза продуктов животноводства, планов материально-технического снабжения и капитального строительства.

Планирование машинно-тракторных агрегатов и их эксплуатационно-экономических показателей включает определение их состава на каждом виде работ, часовой сменной производительности и расхода топлива, продолжительности рабочего дня, количества обслуживающего персонала. Устанавливаются также балансовые цены, годовые нормативные загрузки, отчисления на ремонт и техническое обслуживание, реновацию, затраты на заработную плату. Оптимальным считают такой состав МТП, который обеспечивает выполнение всего объема работ в растениеводстве и при транспортировании грузов с минимальными приведенными затратами.

Показатели экономической эффективности внедрения новых машин определяют путем сопоставления соответствующих показателей оптимального базового парка с показателями парка, и состав которого входят новые машины. В случаях, когда новые машины предназначены для полной замены конкретных марок других машин, экономические показатели их использования сравниваются, кроме показателей, определяемых с использованием оптимального базового парка, также с показателями заменяемых машин.

Оформление и анализ результатов экономической оценки

Исходные данные для расчета экономических показателей, а также сами экономические показатели записывают по форме табл. 20.

Таблица 20. Исходные данные и расчет экономических показателей выполнения процесса с применением новой и базовой машины

Показатели	Значение показателей	
	по испытываемой машине	по сравниваемой машине
1	2	3
Сельскохозяйственной операции	Вспашка стерни	Вспашка стерни
Состав агрегата, марка:		
машин	ПОГП-6-40	ПКГ-5-40В
трактора	Беларус-1523	Беларус-1221
Обслуживающий персонал, количество/разряд		
тракторист	I/V	I/VI
Производительность за 1 ч, времени, га:		
сменного	1,29	1,18
эксплуатационного	1,29	1,16
Затраты труда на выполнение основной операции, чел-ч/га	0,78	0,86
Балансовая цена, руб.:		
машин	101962	63054
трактора	350000	379600
Коэффициент отчислений на:		
реновацию:		
по машине	0,13	0,13
по трактору	0,09	0,09
капитальный и текущий ремонт и периодическое техническое обслуживание:		
по машине	0,40	0,40
по трактору	0,10	0,10

1	2	3
Годовая загрузка, ч:		
машины		
нормативная	150	150
зональная	150	150
трактора		
нормативная	1300	1000
зональная	1300	1000
Годовой объем работы, га	193	174
Расход топлива, кг/га	11,2	15,7
Прямые эксплуатационные затраты, руб./га по элементам:		
зарплата	1,8	2,7
реновация	89	78
капитальный и текущий ремонт и периодическое техническое обслуживание		
топливо.	35	49
всего	357	310
Удельные капитальные вложения, руб./га	736	690
Сумма приведенных затрат, руб./га	467	414
Дополнительный эффект (от количества и качества продукции, экономии трудовых ресурсов и улучшения условий труда)	Не определялся	

В качестве примера в обеих формах приведены исходные данные и сравнительные показатели испытываемого плуга ПОГП-6-40 и базового плуга ПКГ-5-40В. Анализ полученных показателей может быть примерно следующим.

В качестве исходных данных использованы эксплуатационно-технологические оценки на вспашке стерни испытываемого шестикорпусного плуга ПОГП-6-40 в агрегате с трактором Беларус-1523 и пятикорпусного серийного плуга ПКГ-5-40В, агрегируемого с трактором Беларус -1221.

Балансовая цена базового плуга ПКГ-5-40В, а также тракторов Беларус -1523 и Беларус -1221 принята по данным Белагроснаба, балансовая цена испытываемого плуга ПОГП-6-40 рассчитана по стоимости 1 кг массы плуга ПКГ-5-40В по формуле

$$B_{\text{нов}} = \frac{B_{\text{баз}}}{M_{\text{баз}}} M_{\text{нов}} = \frac{63054 \text{ тыс. руб.}}{2010 \text{ кг}} \cdot 3520 \text{ кг} = 101962 \text{ тыс. руб.}$$

Часовые тарифные ставки механизаторов на вспашке приняты в соответствии с действующими на предприятиях Минсельхозпрода размерами. В зависимости от разряда работы, группы тракторов (последние группируются по мощности двигателя и виду ходовой системы). Цена топлива принята фактической по товарно-транспортным накладным опытного хозяйства Белорусской МИС. Разряд работы на вспашке, коэффициенты отчислений на реновацию, ремонт и техническое обслуживание тракторов и плугов, зональные и нормативные их загрузки взяты из «Нормативно-справочного материала для экономической оценки сельскохозяйственной техники», ч.1.

В результате расчетов показателей установлено, что степень снижения затрат труда при использовании плуга ПОГП-6-40 составила 8,5% при годовой экономии трудовых затрат 14 чел-ч, что обусловлено его более высокой производительностью в час сменного времени: 1,29 га/ч против 1,18 га/ч у плуга ПКГ-5-40В.

Годовая экономия топлива составила 871 кг вследствие меньшего расхода топлива на 1 га агрегатом с новым плугом.

По всем видам финансовых затрат (прямые эксплуатационные затраты, удельные капиталовложения, приведенные затраты) отмечается повышение значений показателей вследствие значительного превышения балансовой цены новой машины над балансовой ценой базовой в 1,6 раза. Рост затрат от превышения балансовой цены не компенсируется ростом производительности новой машины, всего в 1,1 раза превышающей производительность базовой, убыток составляет 10195 руб. Лимитная цена новой машины – 47953 руб., т.е. значительно ниже балансовой (101962 руб.), что свидетельствует как о некупаемости капитальных вложений (из-за отсутствия экономии прямых эксплуатационных затрат), так и об экономической неэффективности плуга ПОГП-6-40 при данном уровне балансовой цены и производительности.

По всем видам финансовых затрат (прямые эксплуатационные затраты, удельные капиталовложения, приведенные затраты) отмечается повышение значений показателей вследствие значительного превышения балансовой цены новой машины над балансовой ценой базовой в 1,6 раза. Рост затрат от превышения балансовой цены не компенсируется ростом производительности новой машины, всего в 1,1 раза превышающей производительность базовой, убыток составляет 10195 руб. Лимитная цена новой машины – 47953 руб., т.е. значительно ниже балансовой (101962 тыс. руб.), что свидетельствует как о некупаемости

капитальных вложений (из-за отсутствия экономии прямых эксплуатационных затрат), так и об экономической неэффективности плуга ПОГП-6-40 при данном уровне балансовой цены и производительности.

Сравнительной экономической эффективности записывают по форме табл. 21.

Таблица 21. Показатели сравнительной экономической эффективности

Показатели	Значение показателей
Годовая экономии труда, чел-ч	14,0
Годовой экономический эффект, руб.	10195 (убыток)
Экономический эффект от производства и использования за срок службы, руб.	36025
Лимитная цена, руб.	47953
Проект оптовой цены, руб.	92693
Срок окупаемости полных капитальных вложений, лет	-11,5 (затраты не окупаются)

Контрольные вопросы

1. Назовите задачи и критерий экономической оценки машин.
2. Перечислите показатели сравнительной экономической эффективности машин.
3. Укажите особенности экономической оценки универсальных машин и технологических комплексов.
4. Каким образом выполняется оформление и анализ результатов экономической оценки?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федюкин, В. К. Квалиметрия. Измерение качества промышленной продукции: учеб. пособие / В. К. Федюкин. – Москва: КноРус, 2013. – 316 с.
2. Оглезнева, Л. А. Квалиметрия: учеб. пособие / Л. А. Оглезнева. – Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2012. – 215 с.
3. Михеева, Е. Н. Управление качеством: учеб. / Е. Н. Михеева, М. В. Сероштан. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Дашков и К, 2011. – 532 с.
4. Огвоздин, В. Ю. Управление качеством. Основы теории и практики: учеб. пособие / В. Ю. Огвоздин. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Дело и сервис, 2009. – 297 с.
5. Управление качеством: учеб.-метод. пособие / ред. В. Е. Сычко. – Минск: Выш. школа, 2008. – 192 с.
6. Миронов, М. Г. Управление качеством: учеб. пособие / Н. Г. Миронов. – Москва: Проспект, 2007. – 286 с.
7. Карпенко, Е. М. Менеджмент качества: учеб. пособие / Е. М. Карпенко, С. Ю. Комков. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 207 с.