

Фінанси України. - 2002. - №3. - С.58-64.

3. Закон Украины «О государственном бюджете на 2002 г.» // Голос Украины. - 2002. - № 6. - С.8-10.

4. Вильховый Ю. НДС необходимо законодательное регулирование // Вестник налоговой службы Украины. - 2003. - №1. - С.11-13.

5. Пресс-служба ГНА Украины. В минувшем году “налоговый пресс” составлял только 13 процентов валовых доходов // Вестник налоговой службы Украины. - 2001. - №4. - С.3.

6. Корячкин В. Податкова міліція: виявлення і припинення діяльності фіктивних і «транзитних» фірм // Податковий вісник Донбасу. - 2000. - №27. - С.6-7.

7. Контроль за возмещением НДС – реальное сбережение денежных средств в Государственном бюджете Украины // Вестник налоговой службы Украины. - 2003. - №2. - С.4-5.

8. Куслий В. Основные итоги мобилизации средств в сводный бюджет Украины государственной налоговой службой за 1-е полугодие 2003 года // Налоговый курьер. - 2003. - №29. - С.5-9.

9. Безуглов А. Возмещение НДС: тенденция к увеличению // Налоговый курьер. - 2003. - №29. - С.9.

10. Левченко Е. Акцизний збір // Вісник податкової служби України. - 2002. - № 6. - С.13-15.

11. Статистичний щорічник України за 2001 рік. - Київ: Техніка, 2002. - 646 с.

12. Итоги работы государственной налоговой службы Украины за 2002 год // Вестник налоговой службы Украины. - 2003. - №5. - С.3-8.

Статья поступила в редакцию 05.03.2004

**О.К. ЕЛИСЕЕВА, доцент**

*Днепропетровский национальный университет*

### ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ЗАТРАТ НА КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В современных условиях менеджмент качества для предприятий Украины приобретает первостепенное значение. Качество продукции становится основным фактором конкурентоспособности предприятий [1]. Это связано со структурной перестройкой экономики Украины и ее ориентации на рыночные отношения, вследствие чего предприятиям приходится самостоятельно решать проблемы оптимального распределения средств и адекватного привлечения капитала.

*Особый интерес в исследовании состава и структуры затрат на качество изделий представляет их частица в общем объеме расходов организации. Цель определения и анализа затрат на качество - сократить общие расходы производства. Придерживаясь классификации расходов на качество, можно видеть, что основная масса затрат на брак и его исправление*

*входит в базовые расходы предприятия и, естественно, прямо пропорционально влияет на цену продукции. Затраты на предотвращение дефектов - это дополнительные расходы предприятия, которые должны влиять на цену конечного продукта только обратнопропорционально, т.е. при их росте цена должна снижаться [2].*

Так, например, в США, и в Европе главное внимание отводится не предупредительным мерам (10-15%), а устранению дефектов и отказов по внутренним и внешним причинам (50-75%) и оценке качества (20-25%). Это очень далеко от рекомендаций японских менеджеров-практиков. Расходы на обеспечение необходимого потребителем уровня качества составляют в разных странах и сферах производства от 2 до 25%

общего объема затрат. По данным американских экспертов, затраты на качество достигают 20% от суммы продаж.

Внедрение эффективной системы управления качеством, которое работает по принципу предупреждения, а не выявления дефектов, позволяет снизить уровень затрат на качество до 2,5%. Отечественные исследователи указывают, что затраты на качество от общих расходов на изготовление изделий составляют от 3% на больших мелкосерийных предприятиях, до 12% - на предприятиях серийного производства. При нерациональном распределении расходов по группам затрат их общая величина может достигать значительных сумм. Западными экспертами установлено, что меньшие затраты на предотвращение дефектов (например, 5%) указывают на недостаточность предупреждающих мер, которые в большинстве случаев есть причиной большей части затрат на дефекты - 50%. Среди желательной пропорции затрат на качество некоторые специалисты приводят следующие усредненные рекомендации: на предупреждение дефектов следует выделять 50% от общих затрат на качество, на испытания и контроль (оценку) - 40% и на устранение дефектов — 10%. Таким образом, изменение затрат должно идти по наиболее характерным направлениям увеличения затрат на проведение упреждающих мер, а также снижение затрат на дефекты.

По оценке японских экспертов, увеличение затрат на предупреждение дефектов с 1 до 7% ведет к общему снижению затрат на контроль качества — с 34 до 28%, на устранение заводского брака и на переработки - с 35 до 20%, на ремонт после окончания процесса производства - с 30 до

20%. В результате экономия затрат, связанных с низким качеством изделия, может составить около 20% [3,4].

Для эффективного функционирования системы управления качеством продукции необходимо определить оптимальный уровень затрат, разработать систему информации, создать экономические рычаги и стимулы, которые заставят аппарат управления искать наилучшие решения. В соответствии с этим целью данной статьи является обоснование информационной модели, обеспечивающей оптимизацию затрат по обеспечению качества продукции.

Для анализа управления качеством продукции были выбраны два предприятия - польское Gorazdze Cement S.A. и украинское Криворожский Цементно-Горный Комбинат (КЦГК). Изучена система затрат предприятий, структуры служб, ответственных за качество продукции, рассмотрено состояние разработки проблемы автоматизации.

На предприятиях предложено оценивать качество работы при помощи показателя, который соответствует показателю оценки совокупного качества продукции [5]:

$$K_{\Pi} = 1 - (A + B)b_{\Pi}, \quad (1)$$

где  $K_{\Pi}$  — комплексный показатель снижения качества работы промышленного предприятия;

$B$  — подотраслевой показатель снижения качества производства;

$b_{\Pi}$  - отраслевой коэффициент качества работы предприятия.

Комплексный показатель снижения качества работы рассчитывается как:

$$A = \sum_{i=1}^n k_i a_i = k_1 a_1 + k_2 a_2 + \dots + k_{15} a_{15}, \quad (2)$$

где  $a_1$  —  $a_{15}$ , — соответственно единичные показатели отношения изделий высшей категории качества к числу изделий, которые подлежат аттестации, сдачи продукции сборочных цехов с первого предъявления заказчику; количество при-

нятых рекламаций на продукцию, количество изделий, требующих ремонта; количество принятых претензий на основную продукцию, то же - на спецпродукцию; потери от брака, ритмичность выпуска продукции; соблюдение технологической

дисциплины; суммы штрафов, связанных с качеством продукции; количество изделий, отремонтированных по гарантии;

$k_1 - k_{15}$  — коэффициенты весо-  
мости единичных показателей.

Показатель  $B$  принимается в пре-  
делах от 0 до 1. Показатель  $b_n$  изменяется от  
0.7 до 1.3.

Рассогласование показателей качест-  
ва работы предприятия равно:

$$\delta = 1 - K_{\text{п}} \quad (3)$$

Анализ расчетных значений экономи-  
ческого эффекта и величин рассогласова-  
ния показателей качества продукции пока-  
зал, что существующая между указанными  
величинами связь носит экспоненциаль-  
ный характер:

$$y = ae^{-kx}, \quad (4)$$

где:  $y$  — экономический эффект за счет  
обеспечения качества, в процентах к об-  
щим затратам на производство;

$x$  — величина рассогласования пока-

зателей качества продукции, в процентах;

$k$  — коэффициент регрессии  $x$  на  $y$ ;

$a$  — базовое значение функции.

При разработке модели оптималь-  
ного уровня затрат использовался метод  
суммарного экономического эффекта.

При оптимальном рассогласова-  
нии и соответствующих ему затратах эконо-  
мия в фиксированных условиях изго-  
товления и потребления продукции есть  
максимальной.

Таким образом, на основе приведен-  
ных соображений можно построить ин-  
формационную модель формирования оп-  
тимальной величины затрат на обеспече-  
ние качества продукции (таблица 1).

Входная информация для определе-  
ния оптимальных затрат на качество пред-  
ставляет собой:

- 1) статистический ряд значений за-  
трат на качество;
- 2) статистический ряд значений  
эффективности за счет обеспе-  
чения качества;
- 3) статистический ряд показателей  
качества работы предприятия

Таблица 1

**Информационная модель формирования оптимальной величины затрат на обеспече-  
ние качества продукции**

Адреса вы- ходной ин- формации	Выходная информация	Оптимальные расходы на качество продукции	Потребители
		ПВМ	
Отдел каче- ства про- дукции	Экономический эффект за счет обес- печения качества на предприятиях- потребителях продукции	$f_2(\delta) = a \cdot e^{-k \cdot \delta} = E_c$	Отдел ка- чества продукции
	Показатели качества работы пред- приятия Суммарный экономический эффект	$E_{\text{сум}} = a \cdot \delta^{-k} + a \cdot e^{-k \cdot \delta} = E_b + E_c$	
Результат расчетов	Оптимальное значение рассогласо- вания	$\delta_{\text{опт}}$	
	Оптимальная величина затрат на качество	$Z_{\text{опт}}$	

На основе разработанной программы определяется экстремум функции; оптимальное рассогласование, что соответствует наибольшему значению суммарного экономического эффекта, а также оптимальному значению затрат.

Потребителями информации является планово-экономический отдел и отдел качества продукции. В компетенцию первого входит экономический анализ соответствия фактических затрат на качество оптимальным, а второй использует оптимальные затраты и оптимальное рассогласование как инструмент обратной связи для подачи сигнала другим службам о необходимости мероприятий регулирующего влияния.

Соответственно требованиям модели оптимизации выделены три элемента:

- рассогласование показателей качества работ в системе управления качеством продукции;
- затраты на обеспечение качества, рассчитанные на годовой объем работ;
- экономический эффект за счет обеспечения качества.

Качество работы - совокупность свойств работы, обеспечивающих выпуск продукции заданного уровня. Такими свойствами работы являются производительность труда, бездефектность и организационно-технический уровень.

Под производительностью труда имеется в виду способность коллектива выпускать продукцию без дефектов, которая характеризуется коэффициентом  $P$ , что измеряется отношением количества бездефектной продукции к общему количеству пригодной продукции [5].

Бездефектность ( $B$ ) - свойство работы, связанное с бездефектным выполнением функций, присущей работе:

$$B = 1 - \sum_{i=1}^s m_i b_i, \quad (5)$$

где  $s$  - число видов дефектов;  $m_i$  - число дефектов  $i$ -го вида,  $b_i$  коэффициент весомости дефекта  $i$ -го вида.

Организационно-технический уровень работы характеризуется совокупностью свойств работы, которые определяют ритмичность ее выполнения, меру ее автоматизации и механизации, уровень квалификации работников. Этот показатель измеряется сложным коэффициентом, который может определяться по формуле

$$K_{OT} = \sqrt[3]{K_p K_M K_K}, \quad (6)$$

где  $K_p$ ,  $K_M$ ,  $K_K$  - соответственно коэффициенты ритмичности, меры механизации и автоматизаций работы, опыта и квалификации работников, которые выполняют данную работу.

Таким образом, рассмотрение работы как сложного понятия, а качества работы - как совокупности указанных свойств, позволяет показатель качества работы  $Q$  определить по формуле:

$$Q = P \left( 1 - \sum_{i=1}^s m_i b_i \right) \sqrt[3]{K_p K_M K_K} \quad (7)$$

Использование приведенного соотношения как показателя качества работы требует проведения определенных организационных мероприятий. На предприятиях формируется документ, который отражает функции обеспечения качества отдельными службами. Использование этих данных позволяет определить среднее значение показателя бездефектности в любом временном измерении - за месяц, квартал, год.

Среднегодовой коэффициент ритмичности определяется как:

$$K_{K.sp} = \frac{\sum_{i=0}^{12} P_i}{12}, \quad (8)$$

где  $P_i$  - среднемесячные коэффициенты ритмичности.

Уровень механизации работ рассчитывается как:

$$K_M = \frac{t_M}{t_0} \quad (9)$$

где  $t_M, t_0$  - соответственно трудоемкость механизированных процессов выполнения данной ( $t_0$ -ой) работы, общая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы. Уровень квалификации работы определяется по формуле

$$K_K = \frac{K_{\text{раб}}}{K_{\text{общ}}} \quad (10)$$

где  $K_{\text{раб}}, K_{\text{общ}}$  - соответственно количество работников, уровень квалификации которых отвечает уровню квалификации работы, общее количество работников, занятых на данной работе.

Использование рассогласования показателей качества работ как параметра регулирования затрат предопределяет выбор стоимостного функционала для расчета весовости показателей качества по их среднему вкладу в затраты. Исходя из того, что уровень производительности труда является определяющим составного показателя качества работы и что стоимостной вклад каждой работы в обеспечение качества определяется затратами на устранение дефектов, установим корреляционную связь между затратами на обеспечение качества и дефектами. Полученные значения коэффициентов регрессии  $x$  на  $y$  (дефектов на затраты) были использованы для определения коэффициентов весовости показателей качества работ.

Удельные коэффициенты весовости частных коэффициентов качества работ, которые формируют обобщенный показатель качества, а тем самым и обобщенный коэффициент рассогласования.

На данном временном интервале изменений  $\delta$ , можно предположить существование линейной зависимости затрат от дефектов по видам работ. Таким образом, функция затрат в определенной области изменения факторов описывается уравнением линейной регрессии

$$y = a_0 + \sum a_i x_i \quad (11)$$

где  $y$  - функция затрат на обеспечение качества;  $x_i$  -  $i$ -й фактор, который влияет на величину затрат (дефекты  $i$ -го вида);  $a_i = \partial y / \partial x_i$  - коэффициент, характеризующий степень влияния  $i$ -го фактора на величину затрат;  $n$  - количество неучтенных факторов;  $a_0$  - некоторая фиктивная величина затрат.

При этом «весовые» показатели работ определяются по формуле:

$$l_i = |a_i| x_{i\text{ср}} / \sum |a_i| x_{i\text{ср}} \quad (12)$$

Окончательная формула имеет вид:

$$l_i = |a_i| x_{i\text{ср}} / \sum |a_i| x_{i\text{ср}} \cdot (1 - l_0), \quad (13)$$

где  $l_0$  - весовой коэффициент неучтенных факторов

Основным фактором формирования экономического эффекта есть обеспечение качества на всех стадиях процесса производства. Условиями проявления эффекта за счет обеспечения качества является достижение заданной ритмичности, повышение квалификационного уровня и уровня механизации работ.

Для регулирования затрат на качество сравниваются фактические и оптимальные затраты и по коэффициентам весовости работ оценивается, какие работы являются объектами регулирования, устанавливается регламент их регулирования. Анализ коэффициентов весовости показателей качества работ свидетельствует, что наиболее значительным в стоимостном отношении является входной контроль материалов и комплектующих изделий, операционный контроль, условия хранения (специфическое условие для цементной промышленности).

Специфика затрат на качество состоит в том, что при всей их экономической самостоятельности они приобретают значение лишь в связи с фактами появления дефектов в продукции. При решении задачи оптимизации затрат на качество использовался метод множителей Лагранжа. Применение его позволяет минимизиро-

вать общие затраты на качество, перераспределяя их между указанными работами таким образом, чтобы достичь заданного, близкого к оптимальному значению показателя качества работ.

$$Y = 188420 + 341,60 x_1 + 54,64 x_2 - 71,06 x_3 + 2,77 x_4 - 9,45 x_5 - 77,01 x_6 + 360,25 x_7 - 141,48 x_8 + 25,96 x_9 \quad (14)$$

Аналогично для Gorazdze Cement S.A. уравнение регрессии будет иметь вид:

$$Y = 338086 - 80,80 x_1 + 129,32 x_2 + 488,40 x_3 - 180,29 x_4 - 34,83 x_5 + 730,71 x_6 - 107,74 x_7 - 2096,46 x_8 + 462,57 x_9 \quad (15)$$

Анализ коэффициентов регрессии для КЦГК показал, что совокупность факторов, которые влияют на качество, можно разбить на две группы. К первой относятся факторы, которые отрицательно скоррелированы на функцию затрат. По своей природе эти факторы обнаруживаются как рассогласование от заданного уровня. Характерной их особенностью есть то, что они обнаруживаются непосредственно в процессе изготовления продукции.

Вторая группа факторов положительно скоррелирована на величину затрат.

Анализ величин  $a_1, a_2, \dots, a_9$  и их знаков показывает, что заданное уменьшение дефектов вызовет рост затрат по всем работам, кроме дефектов факторов  $x_1, x_2, x_4, x_7, x_9$ .

Мерой тесноты связи между включенными в модель факторами – дефектами, с одной стороны, и зависимой переменной – с другой, затратами на качество является коэффициент множественной корреляции. Значение  $r=0.98$  показывает, что между затратами и дефектами продукции существует тесная связь. Наличие тесной корреля-

При обработке статистических данных были полученные коэффициенты линейной регрессии для КЦГК.

При этом уравнение регрессии имеет вид:

ционной связи между ними является важным условием для применения метода вычисления коэффициентов весомости, основанного на определении стоимостного вклада каждого фактора в суммарное значение функции.

Как показал анализ, все связи между факторами существенны ( $r_{x_1x_2}=0,90$ ;  $r_{x_1x_3}=0,86$ ;  $r_{x_1x_4}=0,87$ ;  $r_{x_2x_3}=0,96$ ;  $r_{x_3x_4}=0,96$ ;  $r_{x_4x_5}=0,96$ ;  $r_{x_5x_6}=0,89$ ;  $r_{x_6x_7}=0,84$ ;  $r_{x_7x_8}=0,91$ ).

Удельные коэффициенты весомости частных коэффициентов качества работ, которые формируют обобщенный показатель качества, а тем самым и обобщенный коэффициент рассогласования  $\delta$ , предлагается определять по степени влияния отдельных видов работ, связанных с выявлением и устранением дефектов, на величину затрат.

Используя статистические показатели работы предприятия КГЦК, проанализировав количество важных и неучтенных факторов, рассчитаем обобщенный показатель качества работ  $K_{об}$  и рассогласование  $\delta$  по формуле:

$$K_{об} = Q_1^{l_1} \cdot Q_2^{l_2} \cdot Q_3^{l_3} \dots Q_{27}^{l_{27}} = 0,862 \text{ или } 86,2\% \quad (16)$$

$$\delta = 1 - K_{об} = 1 - 0,862 = 0,138 \text{ или } 13,8\%$$

где  $l_1, l_2, \dots, l_{27}$  — соответственно показатели весомости важных (девяти) и несущественных (семнадцати) факторов.

Для польского предприятия Gorazdze Cement S.A :

$$K_{об} = Q_1^{11} \cdot Q_2^{12} \cdot Q_3^{13} \dots Q_{27}^{127} = 0,961 \text{ ли } 96,1\% \quad (17)$$

$$\delta = 1 - K_{об} = 1 - 0,862 = 0,039 \text{ ли } 3,9\%$$

При определении зависимости между эффектом и рассогласованием используется математический аппарат парной корреляции. Эмпирический ряд значений рассогласования и экономического эффекта за счет обеспечения качества (% к себестоимости изделий), которые были исследованы, а также эмпирический ряд значений рассогласования и затрат на обеспечение качества на цементных заводах. Все эти данные были получены экспериментальным путем. Для этого были определены затраты на качество, рассогласования между оптимальным значением показателя качества работ и его фактическим значением и рассчитан экономический эффект на базе этих данных, собранных за три последних года, по месяцам, на 2-х предприятиях.

На основе этой информации с помощью математического аппарата парной корреляции были построены следующие модели:

Для предприятия КЦГК:

Экономический эффект за счет обеспечения качества:

$$y_1 = E_B = -5,41 \cdot x^{-0,427} \quad (18)$$

Зависимость величины затрат на качество от рассогласования показателей качества работ:

$$(Y_{sum})' = (-2,43) \cdot 79,529 \cdot e^{-2,43x} - (-0,427) \cdot 5,41 \cdot x^{-1,427} = 0$$

$x = 0,83$ , то есть  $b_{опт} = 8,3\%$

Подставляя  $b_{опт}$  в уравнения (18) получаем:

$$Y_1 = E_B = Z_{опт} = -5,41 \cdot 0,83^{-0,427} = 0,219 \text{ ли } 2,19\%$$

То есть, что оптимальная часть затрат на качество должна составлять 2,19% от общих затрат.

$$y_2 = E_C = 79,529 e^{-2,43x} \quad (19)$$

Суммарный экономический эффект:

$$Y_{sum} = E_C + E_B = 79,529 \cdot e^{-2,43x} - 5,41 \cdot x^{-0,427} \quad (20)$$

Коэффициенты корреляции уравнений – высокие, что говорит о том, что фактор рассогласования определяет изменения параметра затрат:

$$R_1 = 0,9452, R_2 = 0,9446$$

Аналогично для предприятия Gorazdze Cement S.A.:

$$y_1 = E_B = -8,41 \cdot x^{-0,25} \quad (21)$$

$$y_2 = E_C = 35,88 \cdot e^{-1,423x} \quad (22)$$

$$Y_{sum} = E_B + E_C = 35,88 \cdot e^{-1,423x} - 8,41 \cdot x^{-0,25} \quad (23)$$

$$R_1 = 0,9688, R_2 = 0,9322$$

Для нахождения оптимального значения показателя рассогласования необходимо определить экстремум функции, то есть определить ее производную и приравнять ее 0:

1) КЦГК:

2) Gorazdze Cement S.A.  
Аналогично определим:

$$(Y_{\text{sum}})' = (-1.423) \cdot 35,88 e^{-1,423x} - (-0.25) \cdot 8,41 \cdot x^{-1,25} \quad (24)$$

$$b_{\text{опт}} = 3,51\%$$

$$Y1 = E_b = Z_{\text{опт}} = -8,41 \cdot 0,351^{-1,25} = 0,651 \text{ ли } 6,51\% \quad (25)$$

Анализ затрат на качество продукции на предприятиях польского и украинского промышленных предприятий по производству цемента: Gorazdze Cement S.A. и Криворожский Цементно-горный Комбинат (КЦГК) показал, что структура затрат на качество на КЦГК отличается от мировых стандартов, а на Gorazdze Cement S.A. приближается к ним.

Проведена оптимизация затрат на качество на украинском предприятии соответственно разработанной оптимизационной модели, указаны основные статьи затрат, в которых наблюдается перерасход средств. Разработаны соответствующие рекомендации относительно перераспределения затрат на качество на КЦГК на основе корректирующих влияний на его финансовую и производственную сферу, а также за счет инвестиций на реконструкцию и приобретения нового оборудования.

Также была проведена оценка экономической эффективности разработанной информационной системы распределения средств на качество выпускаемой продукции. Спрогнозирован объем продаж и

прибыль предприятия КЦГК на следующий год.

### Литература

1. Швец В.Е. Менеджмент качества в системе современного менеджмента // Стандарты и качество.-1997.- № 6.
2. Структура затрат на обеспечение качества продукции и услуг в компаниях стран с развитой рыночной / Методы менеджмента. - 2001.- №10. -С.12-13
3. Браун С.М. Управление качеством продукции в капиталистических фирмах. - Киев: УкрНИИТИ, 1989. - 32 с.
4. Джуран Д. Все о качестве: За рубежомный опыт. Выпуск 2. Высший уровень руководства и качество.- М.,1993.
5. И.А. Будищева, Я.Д. Плоткин Регулирование затрат на обеспечение качества продукции. -М.: Издательство стандартов, 1989.-184с.

Статья поступила в редакцию 04.03.2004