

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОДУКЦІЇ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА

© Геліч Н.В., 2010

Виконано вартісну оцінку системи управління якістю продукції, яка складається із суми витрат на її впровадження та функціонування на всіх стадіях розроблення, виробництва та збуту машинобудівної продукції. Запропоновано мінімізувати сукупні витрати виробництва під час впровадження системи управління якістю продукції, що сприятиме зростанню ефективності діяльності підприємства.

Ключові слова: якість, витрати, система управління якістю продукції, моделювання.

A cost estimation is conducted of control system by quality of products, which consists of sum of charges on its introduction and functioning at all stages of development, production and sale of machine-building products. It is suggested to minimize the combined charges of production at introduction of control system of products which will be instrumental in growth of efficiency of activity of enterprise by quality.

Keywords: quality, charges, control system by quality of products, design.

Постановка проблеми

Упровадження та функціонування системи управління якістю продукції є засобом досягнення стратегічних цілей підприємства щодо випуску конкурентоспроможних виробів. Постійне підвищення якості продукції можливе за допомогою процесного та функціонального підходів, що забезпечить систему управління якістю продукції ресурсами на всіх стадіях її розроблення і реалізації та безпосередньо протягом всього життєвого циклу виробу. Адаптація на практиці досліджуваної системи управління якістю продукції сприятиме наближенню якості виробів машинобудування до міжнародних стандартів.

Аналіз останніх джерел і публікацій

Питання в галузі економіки витрат на якість продукції досліджуються у наукових працях таких зарубіжних та вітчизняних вчених, як Е. Демінг, Дж. Джуран, К. Ісікава, Ф. Кросбі, Г. Тагуті, А. Фейгенбаум, Дж. Харрінгтон, Ю. Бібік, О. Момот, С. Скурлот, М. Шаповал та ін.

Існує декілька класифікацій витрат на якість. Ю. Бібік пропонує структуру витрат на якість, яка має дві групи: витрати на забезпечення відповідності (недопущення невідповідностей, контроль якості), втрати внаслідок невідповідностей (внутрішні, зовнішні, недоотриманий прибуток) [1]. Іншу, але подібну класифікацію витрат на якість запропонувала С. Скурлот, за якою витрати на якість доцільно розділити на такі групи: стратегічні витрати на розвиток якості, поточні оцінювальні витрати на якість продукції, реальні втрати від недосконалої якості продукції [3]. У стандарті ISO 9004-2001 аналізування витрат пов'язане із вживанням запобіжних заходів та оцінюванням, усуненням невідповідностей, відмовами, що сталися в організації чи поза її межами, виявленням витрат на стадіях життєвого циклу [2].

Ми схилиємось до думки А. Фейгенбаума, за оцінкою якого витрати на якість слід поділяти на такі категорії: вживання запобіжних заходів, оцінка якості, відмови, викликані внутрішніми причинами, відмови, зумовлені зовнішніми причинами [4].

Структура витрат на якість в основному умовна. Незначні відмінності в деталях характерні для різних підприємств, проте статті витрат повинні бути постійними, не можуть дублювати одна одну; елемент, що входить в одну статтю, не повинен повторюватись в іншій.

Постановка цілей

Написання статті зумовлене визначенням результативності системи управління якістю продукції, що значною мірою залежить від величини витрат на її впровадження та функціонування.

Виклад основного матеріалу

Кінцевою метою діяльності підприємства є отримання максимально можливого прибутку. Витрати на впровадження системи управління якістю продукції передбачають мінімізацію сукупних витрат виробництва.

Загальна вартість впровадження та удосконалення системи управління якістю машинобудівної продукції визначається за формулою:

$$Z_{\text{впр. СУЯП}} = Z_{\text{кап}} + \sum_{i=1}^n \frac{Z_{\text{пот } i}}{(1+r_q)^i}, \quad (1)$$

де $Z_{\text{впр. СУЯП}}$ – загальна вартість впровадження системи управління якістю продукції, грн.; $Z_{\text{кап}}$ – капітальні витрати на впровадження системи управління якістю продукції, грн.; $Z_{\text{пот } i}$ – поточні витрати у i -му періоді, пов'язані із удосконаленням системи управління якістю продукції, грн.; r_q – мінімальний рівень дохідності витрат підприємства; i – номер періоду; n – кількість періодів.

Капітальні витрати на розроблення та впровадження заходів щодо управління якістю продукції розраховують за формулою:

$$Z_{\text{кап}} = \sum_{j=1}^m Z_{\text{кап } j}, \quad (2)$$

де m – кількість напрямів здійснення інвестицій на розроблення та впровадження системи управління якістю продукції; j – певний вид інвестиційних витрат на впровадження системи управління якістю продукції.

Розроблення та впровадження системи управління якістю продукції передбачає такі види інвестиційних витрат:

- планування та впровадження системи управління якістю продукції;
- створення документації системи управління якістю продукції, внутрішніх стандартів підприємства відповідно до вимог національних та міжнародних нормативних документів;
- дослідження очікувань споживачів щодо якості продукції;
- удосконалення виробничого процесу та технічних характеристик виробів;
- оцінка потенційних постачальників;
- розроблення програми навчання всіх працівників методам управління якістю продукції;
- придбання та перевірка метрологічного устаткування;
- складання звітів та аналізування даних щодо якості виробів;
- внутрішній аудит системи управління якістю продукції;
- виконання зовнішньої перевірки на відповідність вимогам стандартів (національним або міжнародним) та отримання сертифіката відповідності.

На прикладі ВАТ “Луцький автомобільний завод” ідентифіковано та згруповано напрями витрат підприємства при реалізації процесу впровадження системи управління якістю продукції на всіх етапах виробництва. Загальна вартість капітальних витрат на розроблення та функціонування цієї системи становить 720 тис. грн. З них 49 тис. грн. – витрати на планування системи управління якістю продукції, підприємство витратило 52 тис. грн. на маркетингові дослідження щодо відповідності якості мікроавтобусів різних модифікацій побажанням покупців. Витрати на розроблення та формування пакета документів, внутрішніх стандартів відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO серії 9000 щодо системи управління якістю продукції становлять 50 тис. грн. Упровадження системи управління якістю сприяло удосконаленню організації виробничого процесу, що, своєю чергою, спричинило витрати на поліпшення технології виробництва у розмірі 46 тис. грн., перенавчання персоналу – 85 тис. грн., на оцінку якості матеріалів постачальників витрачено 31 тис. грн., придбання метрологічного устаткування вартувало 74 тис. грн. Для отримання наочних результатів аналізування технічних характеристик виробів та отримання оперативної інформації було придбано комп'ютеризовану мережу контролю за якістю продукції, вартість якої – 110 тис. грн. Система управління якістю продукції сертифікована в УкрСЕПРО, згідно з вимогами чинної в національній системі сертифікації нормативно-технічної документації. Підтвердження міжнародного сертифіката якості було здійснено представництвом міжнародної організації ТзОВ “Бюро Веритас”. Підприємство оплатило послуги внутрішнього аудиту в розмірі 73 тис. грн. та зовнішнього 150 тис. грн.

Сума поточних витрат визначається за формулою:

$$Z_{\text{пот } i} = \sum_{k=1}^n \frac{Z_{\text{пот } k, i}}{(1+q)^i} = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^n \frac{Z_{\text{пот } k, i}}{(1+q)^i}, \quad (3)$$

де $Z_{\text{пот } k, i}$ – поточні витрати k -го виду в i -му періоді, грн.; k – вид поточних витрат; K – загальна кількість витрат.

Поточні витрати, пов'язані із функціонуванням та удосконаленням системи управління якістю продукції ВАТ “Луцький автомобільний завод” у 2009 р., становлять 1056 тис. грн. Найбільша частка серед них припадає на оцінку системи управління якістю продукції – 274 тис. грн., витрати на навчання методам забезпечення якості становлять 127 тис. грн., на вхідний контроль сировини й комплектування витрачено 146 тис. грн. Незважаючи на всі впроваджені заходи, витрати, пов'язані із зовнішніми відмовами щодо якості

продукції, становлять 255 тис. грн. Крім того, відходи виробництва та витрати на виправлення недоліків виробництва як з вини робітників, так і через недосконалість комплектування становлять 109 тис. грн. та 41 тис. грн. відповідно.

Результативність системи управління якістю продукції залежить від витрат на її впровадження та функціонування. Основна причина такої ситуації – значні витрати на контроль за якістю продукції та незначні інвестиції у запобіжні заходи. Вирішення проблеми можливе через оптимізацію витрат, пов'язаних із розробленням та впровадженням системи якістю продукції на всіх стадіях виробництва. Оптимізаційна модель використовуватиметься для планування витрат, які входять у систему управління якістю продукції.

Метою оптимізації на основі економіко-математичного моделювання є визначення оптимальної результативності від впровадження системи управління якістю. Економічний ефект розраховуватиметься як сума ефектів від всіх видів продукції, які випускаються на машинобудівному підприємстві на всіх стадіях його виробництва

$$E_{\text{заг}} = \sum_{i=1}^n E_i \rightarrow \max, \quad (4)$$

де $E_{\text{заг}}$ – загальний економічний ефект; E_i – економічний ефект від i -го виду продукції, $i = \overline{1, n}$, де n – кількість видів продукції.

Оптимізація у нашому випадку буде досягнута, якщо економічний ефект досягне максимуму, а це, своєю чергою, сприятиме зростанню ефективності діяльності підприємства, яка безпосередньо залежить від результативності роботи системи управління якістю продукції. Тому як цільову функцію використаємо відношення прибутку від реалізації продукції до витрат виробництва, що і є результативністю виробництва.

$$\varepsilon = \sum_{i=1}^n \frac{\sum_{l=1}^k P_{il}}{\sigma_i + \sum_{j=1}^m (C_{ij} - c_{ij}) \times N_i + \sum_{l=1}^k V_l} \rightarrow \max, \quad (5)$$

де ε – результативність діяльності підприємства; P_{il} – прибуток від продажу i -го виду продукції на l -му ринку, $l = \overline{1, k}$, де k – кількість ринків; σ_i – витрати на розроблення та впровадження системи управління якістю; C_{ij} – сукупні операційні витрати на i -й вид продукції, j -ї стадії виробництва, $j = \overline{1, m}$, де m – кількість стадій; c_{ij} – витрати від браку i -го виду продукції; N_i – обсяг збуту i -го виду продукції; V_l – накладні витрати на l -му ринку.

Сумарні витрати на реалізацію системи управління якістю продукції дають тільки загальну характеристику затрат за кожним окремим підрозділом (створення, виробництво і використання (споживання)). Недоліком є те, що загальні (сумарні) витрати не дають оцінки ефективності їх використання. Тому необхідно враховувати їх частку в загальній результативності з урахуванням чинника часу. Оскільки розрахунковий період має певну тривалість, то результати й витрати за кожний його рік треба визначати з урахуванням фактора часу, тобто приводити витрати і результати до єдиного для всіх варіантів періоду – розрахункового року – за допомогою спеціального коефіцієнта приведення α . Для ВАТ “Луцький автомобільний завод” розраховано абсолютні значення (табл. 1).

Таблиця 1

Абсолютні значення коефіцієнтів приведення для відповідних років розрахункового періоду

Кількість років, що передують розрахунковому періоду	αt	Кількість років, що йдуть за розрахунковим періодом	$A t$
10	2.5937	1	0.9091
9	2.3579	2	0.8264
8	2.1436	3	0.7513
7	1.9487	4	0.6830
6	1.7716	5	0.6209
5	1.6105	6	0.5645
4	1.4641	7	0.5132
3	1.3310	8	0.4665
2	1.2100	9	0.4241
1	1.1000	10	0.3855
0	1.0000	15	0.2394

Пояснимо зміст введених позначень відомих (змінних) величин:

1. Сукупні операційні витрати складатимуться із постійних витрат, які є сталими (const), та змінних витрат, до яких належать витрати на придбання комплектування, розмір заробітної плати робітників відповідної кваліфікації та інші витрати. Витрати на комплектування, своєю чергою, – це добуток обсягу комплектування на його ціну.

$$C = C_0 + C_z, \quad (6)$$

C_0 – постійні витрати, const; C_z – змінні витрати.

$$C_z = \sum_{t=1}^s C_{tg} \times y_{ij} + \sum_{r=1}^6 C_r + \dots + C_p, \quad (7)$$

де C_{tg} – витрати на придбання t -го виду комплектування; $t = \overline{1, s}$, де s – кількість видів комплектування; g – індекс постачальника; $g = \overline{1, w}$, де w – кількість постачальників; y_{ij} – потреба у комплектуванні (матеріалах) на j -й стадії виробництва; C_r – витрати на заробітну плату робітників; r – розряд робітників, $r = \overline{1, 6}$; C_p – інші змінні витрати, які впливають на ефективність впровадження якості продукції.

2. Накладні витрати складаються з V_i^u – витрат на рекламу, V_i^c – витрат на проходження процедури стандартизації, V_i^t – транспортних витрат та V_i^n – інших. Відповідно, якщо:

$$V_i^u = a_s^u N_i, \quad V_i^c = a_s^c N_i, \quad V_i^t = a_s^t N_i, \quad V_i^n = a_s^n N_i, \quad (8)$$

де a_s – множник s -го виду, $s = \overline{1, 5}$, $0 \leq a_s \leq 1$, то

$$V_i = \sum_{l=1}^k a_s \times N_i. \quad (9)$$

3. Витрати на впровадження системи управління якістю продукції, як зазначалось вище, складаються із капітальних витрат, пов'язаних із впровадженням системи управління якістю продукції та витрат на її впровадження:

$$s_i = s_0 + \sum_{p=1}^h \frac{s_p}{(1+r)^p}, \quad (10)$$

де s_0 – капітальні витрати, пов'язані із розробленням та впровадженням системи управління якістю; s_p – збільшення поточних витрат у p -му періоді, пов'язане із впровадженням системи управління якістю продукції, грн.; $p = \overline{1, h}$, де h – кількість періодів; r – мінімальний рівень витрат підприємства.

Для визначення обмежень в оптимізаційному моделюванні врахуємо такі умови.

1. Максимізації ефекту діяльності машинобудівного підприємства можна досягти за рахунок збільшення обсягу збуту продукції, але він не повинен перевищувати попиту, що і буде балансовою умовою оптимізаційної моделі:

$$N_b \leq \sum_{i=1}^n N_i \leq P^*, \quad (11)$$

де P^* – попит на продукцію машинобудівного підприємства; N_b – виробнича програма (максимальний обсяг продукції, який можна виконати на власних потужностях).

2. Обсяг постачання комплектування не повинен перевищувати потреби у комплектуванні на j -й стадії:

$$0 \leq y_i \leq A^* \quad (12)$$

де A^* – максимальна потреба у t -му виді комплектування.

3. Витрати на брак i -го виду продукції не повинен перевищувати норми по машинобудівному підприємству:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} \leq b_n, \quad (13)$$

де b_n – норма втрат від браку по підприємству.

Отже, модель можна відобразити у вигляді системи рівнянь та обмежень (14). Наведена математична модель є задачею лінійного програмування. Її розв'язання доцільно здійснювати з використанням прикладних програм з ПЕОМ. Наприклад, підпрограми “Пошук рішення” офісного пакета Microsoft Excel. Апробацію оптимізаційної моделі (14) виконано на основі даних ВАТ “Луцький автомобільний завод”.

$$\begin{aligned}
\varepsilon &= \sum_{i=1}^n \frac{\sum_{l=1}^k P_{il}}{s_i + \sum_{j=1}^m (C_{ij} - c_{ij}) \times N_i + \sum_{l=1}^k V_l} \rightarrow \max ; \\
C &= C_0 + C_z, \tilde{N}_z = \sum_{i=1}^s C_{tg} \times y_{ij} + \sum_{r=1}^6 C_r + \dots + C_p ; \\
V_l &= \sum_{i=1}^k a_s \times N_i, \\
V_i^u &= a_s^u N_i, V_i^c = a_s^c N_i, V_i^t = a_s^t N_i, V_i^n = a_s^n N_i; \\
s_i &= s_0 + \sum_{p=1}^h \frac{S_p}{(1+r)^p}; \\
N_b &\leq \sum_{i=1}^n N_i \leq P^*; \\
0 &\leq y_i \leq A^*; \\
\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} &\leq b_n.
\end{aligned} \tag{14}$$

У результаті впровадження системи управління якістю продукції протягом періоду 2009–2013 рр. прибуток від реалізації автомобілів збільшиться на 2641 тис. грн.; мікроавтобусів торгової марки “IVAN” на 1700 тис. грн.; мікроавтобусів “БОГДАН” на 700,5 тис. грн. Загальний ефект від впровадження системи управління якістю досягне 7193,9 тис. грн. Прибуток зросте за рахунок оптимізації змінних витрат, зменшення витрат на впровадження та удосконалення системи управління якістю продукції із 1776 тис. грн. у 2009 р. до 70,5 тис. грн. у 2013 р. Найвпливовішими складовими системи управління якістю продукції, які забезпечують оптимальне значення прибутку, є якість комплектування, яке використовується у виробництві продукції, капітальні витрати на формування технологічної бази, рівень кваліфікації працівників.

Висновки

Отже, запровадження на вітчизняних підприємствах системи управління якістю продукції дає змогу не тільки підвищити якість виробів, а й значною мірою зміцнити конкурентоспроможність машинобудівного підприємства на світовому та національному ринках, що, своєю чергою, сприятиме зростанню прибутку, зниженню витрат, підвищенню економічної ефективності підприємства.

Перспективи подальших досліджень

Потребують подальшого дослідження витрати на якість з метою уточнення їхньої структури. Для удосконалення системи управління якістю продукції доцільно обґрунтувати напрями капіталовкладень в її розвиток та визначити способи залучення інвестицій для забезпечення високої якості виробів.

1. Бібік Ю.В. *Економічні аспекти сертифікації продукції та систем управління якістю за міжнародними стандартами* : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук: спец. 08.06.01 “Економіка, організація і управління підприємствами” / Ю.В. Бібік. – Харків, 2003. – 20 с. 2. *Системи управління якістю. Настанови щодо поліпшення діяльності* : ДСТУ ISO 9004-2001. – [Чинний від 2001-01-10]. – К.: Держстандарт України, 2001. – VIII, 44 с. – (Державний стандарт України). 3. Скуртол С.Д. *Управління якістю продукції молокопереробних підприємств* : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук: спец. 08.00.04 “Економіка та управління підприємством (за видами економічної діяльності)” / С.Д. Скуртол. – Житомир, 2007. – 21 с. 4. Фейгенбаум А. *Контроль качества продукции* / А. Фейгенбаум [сокр. пер. с англ. / авт. предисл. и науч. ред. А. В. Гличев] – М. : Экономика, 1986. – 471 с.