

АЕРОКОСМІЧНІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА КЕРУВАННЯ

УДК 006.83 (045)

¹ В.П. Харченко, д-р техн. наук
² В.О. Кучеренко, канд. техн. наук
³ А.А. Семенов, канд. техн. наук

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ВИЗНАЧЕННЯ ВІДПОВІДНОСТІ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ

¹ Кафедра аеронавігаційних систем, НАУ, e-mail: kharch@nau.edu.ua² Науково-дослідний інститут авіації, НАУ, e-mail: kucher_volod@ukr.net³ Кафедра радіоелектронних комплексів, НАУ, e-mail: semen_alex@ukr.net

Розглянуто проблему моделювання систем управління якістю продукції в технологічному та експлуатаційному процесах згідно з вимогами стандартів ISO 9000:2000.

Вступ

Вимоги до систем управління якістю (СУЯ) у державних стандартах ISO серії 9000 [1; 2] включають вимоги до СУЯ і вимоги до продукції.

У стандарті [2] викладено вимоги до СУЯ. Вони мають загальний характер і застосовні в усіх галузях промисловості та економіки, незалежно від категорії пропонованої продукції. Цей стандарт не висуває безпосередньо вимог до продукції.

Вимоги до продукції встановлюються замовниками або виробниками з передбаченням вимог замовників, або регламентами.

Вимоги до продукції можуть бути викладені, наприклад, у стандартах, угодах і регламентах.

Базові принципи створення систем управління якістю

У процесі створення та впровадження СУЯ передбачено використання регламентованих стандартами [1; 2] принципів:

- визначення потреб та очікувань замовників;
- визначення політики та цілей підприємства у сфері якості;
- визначення процесів та відповідальності у досягненні висунутих цілей;
- постачання ресурсів для досягнення цілей у сфері якості;
- установлення методів визначення ефективності кожного процесу;
- вимірювання результатів та ефективності кожного процесу;
- визначення засобів запобігання невідповідностей і усунення причин їхньої появи;
- застосування процесу постійного управління якістю.

Ці принципи також можна застосовувати для підтримання та поліпшення наявної організації СУЯ.

Процесний підхід

Будь-яку діяльність або комплекс видів діяльності з використанням ресурсів у перетворенні вхідів на виходи можна розглядати як процес (рис. 1).

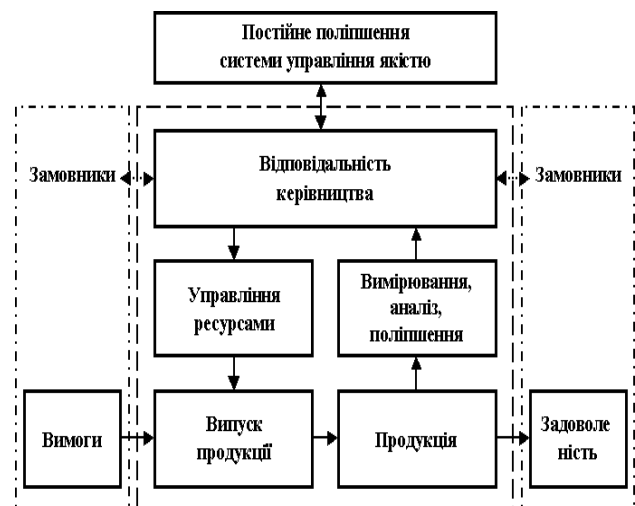


Рис. 1 Базована на процесному підході модель СУЯ згідно з ISO 9000:2000

Основне завдання виробництва – перетворення сировини, що надходить на підприємство, у кінцеву продукцію.

За своєю суттю виробництво є процесом переходу від вимог, що зазвичай висуваються замовником, до його задоволеності відповідно до цих вимог.

Для ефективного функціонування підприємства мають бути визначені численні взаємопов'язані процеси для безперервного управління всіма ними.

Часто вихід одного процесу безпосередньо є входом іншого.

Якщо виходом якогось процесу є продукція, то за допомогою засобів, застосовуваних для вимірювання результативності та ефективності, вимірювання здійснюється не лише на виході процесу, а й на всіх проміжних виходах, бажано безперервних, а не дискретних. Це, безумовно, ускладнює виробництво, але служить поліпшенню продукції.

Державний стандарт [1] спонукає підприємства систематично визначати процеси та їх взаємодію, тобто впроваджувати процесний підхід до управління якістю продукції. Схема СУЯ, базованої на процесах, наведена на рис. 1 та 2.

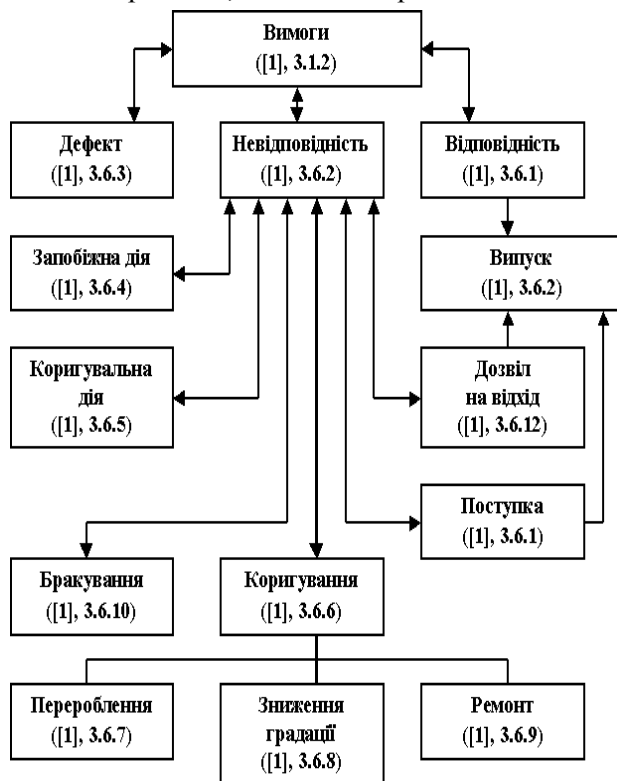


Рис. 2. Структурна схема процесів стосовно визначення відповідності за ISO 9000:2000

Схема СУЯ описана в стандартах ISO серії 9000. Схеми показують, що зацікавлені сторони відіграють суттєву роль у забезпеченні вхідних елементів для організації.

Моніторинг задоволеності замовників вимагає оцінювання інформації щодо сприйняття цими сторонами ступеня задоволення їхніх потреб та очікувань. Однак наведена модель не деталізує процеси. Фактично ця схема поділяє процес виробництва на деяку сукупність сопроцесів. Після порівняння показників якості продукції з висунутими кількісними вимогами на предмет відповідності вся продукція у тій чи іншій пропорції розподіляється на визнану якісною, дефектною та невідповідною.

Якісна продукція далі прямує до випуску з підприємства. Дефектна продукція не підлягає ніяким виробничим виправленням і зазвичай утилізується. Невідповідна продукція знов таки розподіляється за чотирма напрямками:

- брак;
- коригування;
- поступка;
- дозвіл.

Продукція, що була визнана на першому етапі моніторингу лише невідповідною, після подальшого аналізу визнається дефектною. Це – брак. Деяку частину продукції з несуттєвими відхиленнями від вимог визнають за якісну і дають дозвіл на випуск. Ще для частини невідповідної продукції робиться поступка – часткове зниження вимог, що переводить її у розряд якісної. Коригувальні дії також передбачають деякі операції з невідповідною продукцією: ремонт та переведення у випускную продукцію, перероблення неякісної продукції та зниження градації.

Фактично це означає, що продукція матиме деякий розподіл своєї якості від прийнятних найменшого показника до найбільшого, але під однією маркою і без наведення градацій сортності. Інтервальна оцінка кількісних показників якості разом із довірчою ймовірністю показує той розбіг якості, який сприймається замовником за задоволеність своїх вимог.

Мета статті – розроблення логічної схеми застосування методів теорії автоматичного регулювання у моделюванні СУЯ для процесів визначення відповідності (рис. 2) для різноманітних виробничих та експлуатаційних процесів функціонування підприємств.

Це відкриває великі перспективи для забезпечення стрімкого зростання ефективності діяльності підприємств різного спрямування, а також оптимізації у сфері стандартизації і сертифікації виробництва, моделювання процесів на етапах проектування з метою прогнозування характеристик виробництва, оптимізації процесів управління, програмування комп'ютерно-інтегрованих виробництв з урахуванням сучасних потреб у сфері управління якістю.

Натепер оцінювання функціонування підприємств провадиться як за об'єктивними, так і за суб'єктивними показниками – ергономічність та екологічність виробництва, кваліфікація персоналу, конкурентоспроможність – або за кількісними спеціалізованими показниками.

Це – бездефектність виробництва, надійність і собівартість продукції, економічні та матеріальні витрати.

Між цими показниками існує тісний зв'язок, часом невизначений, що ускладнює прийняття керівництвом підприємства оперативної оцінки якості функціонування виробництва, що заважає виробленню і прийняттю управлінських рішень, спрямованих на оптимізацію виробничого процесу в реальному часі. Створення адекватної математичної моделі СУЯ надасть керівництву ефективний інструмент оцінювання та прийняття виважених рішень щодо підтримування та вдосконалення виробничих процесів на рівні, який забезпечить досягнення високих показників діяльності цих підприємств.

На схемі рис. 2 систематизовано ті складові, з яких складається процес визначення відповідності у СУЯ, наводить асоціативні та частинні зв'язки. Але на схемі не показані зворотні зв'язки між цими складовими, що спрощує її і не дозволяє у повному обсязі сформулювати уявлення про виробничі процеси у реальному часі. До того ж параметри цієї схеми не визначені. Наведена схема лише визначає послідовність тих операцій, які властиві виробництву, але не дає уяви про сам виробничий процес, основним пріоритетом якого є задоволення вимог замовника.

У системах без зворотного зв'язку функціонування не залежить від результату дії. Незалежно від того, відповідає вихідний ефект бажаному чи ні, характер функціонування системи буде незмінним. У такої системи відсутнє коло передачі інформації про результати дії, тобто коло зворотного зв'язку.

Необхідно визначити вхід та вихід системи та з'єднати її складові частини так, щоб можна було аналізувати її ефективність за допомогою математичного моделювання.

Вихідний параметр ефективності СУЯ має позитивний характер – функціонування СУЯ призводить до збільшення вихідного параметра [3].

До опису функціонування СУЯ можна застосувати теорію систем автоматичного регулювання. Це системи, в яких здійснюються цілеспрямовані дії відповідно до уведеної до них інформації без активного втручання з боку оператора. Керуюча інформація міститься у керуючих впливах, які надходять до входів системи управління.

Безумовно досліджувана СУЯ належить до групи систем зі зворотним зв'язком. Такі системи призначені для підтримування однієї або декількох фізичних величин на певному рівні або їхньої зміни згідно з керуючими впливами (рис. 3).

Особливістю цієї схеми є високий рівень її формалізації. Блоки на початку та кінці схеми хоча і визначають теоретично один і той самий об'єкт, але їхні завдання різні.

На початку виробництва замовник висуває вимоги, тобто є генератором вхідного сигналу X . Це може бути як одиничний, так і узагальнений показник якості. Після виконання всіх виробничих процесів унаслідок впливу різноманітних чинників маємо вихідний показник якості Y , який принципово ніколи не дорівнює показнику вимоги X , але вся проектна та виробнича діяльність спрямована на досягнення тотожності цих показників.

Перевірку показників Y на відповідність вимогам X здійснює суматор.

Результат розбіжності між цими показниками на схемі визначений як Z . Цей показник розбіжності Z надається замовнику для оцінювання ним відповідності Q показника якості Y висунутим вимогам X , який у різних випадках набуватиме таких значень:

$$Q = \begin{cases} 1, & \text{якщо } Y \geq X, \\ 0, & \text{якщо } Y < X. \end{cases} \quad (1)$$

У разі відповідності показників, висунутих замовником та досягнених на виробництві, продукція визнається відповідною.

Треба додати, що у “чистому” вигляді таке порівняння (1) нездійснене. У реальних процесах виробничої діяльності існує розподіл показників якості на певному інтервалі. Тому кожний з вхідних і вихідних показників X і Y мають власні розподіли ймовірностей із математичними сподіваннями показників вимог $X_{\text{ВІМ}}$ та результатів виробництва $Y_{\text{ВІР}}$. Тоді для оцінювання відповідності мають бути висунуті два чи більше порогових показників відповідності.

Це, по-перше, поріг відповідності $X_{\text{ВІД}}$ із власною довірчою ймовірністю й ризиком замовника прийняти партію з невідповідною продукцією. Ризик замовника полягає у тому, що у прийнятих партіях частина продукції має відхилення показників від висунутих вимог $X < X_{\text{ВІМ}}$, що безумовно впливає негативним чином на імідж підприємства.

По-друге, це поріг $X_{\text{БР}}$ відхилення показників якості продукції від висунутих вимог, що визначає її як браковану, також із власною довірчою ймовірністю та ризиком виробника. Тут ризик виробника має конкретний кількісний показник, який характеризується тією частиною продукції з прийнятними показниками $X > X_{\text{ВІМ}}$, що бракується.



Рис. 3. Схема механізму оцінювання відповідності продукції вимогам

Між порогами $X_{бр}$ і $X_{від}$ існує зона невизначеності, в якій не можна точно із висунутими ймовірностями ризиків визначити приналежність продукції до якісної чи неякісної категорії.

До продукції, що потрапляє у цю зону невизначеності, висуваються нові умови визначення відповідності (рис. 4).

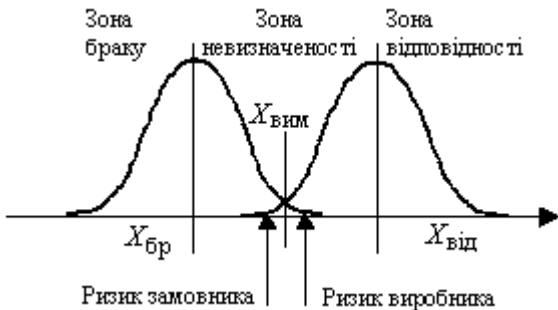


Рис. 4. Зони визначеності якості продукції у процесі оцінювання відповідності продукції

На рис. 5 наведена загальна схема виробництва, яка ілюструє етапність виробничого процесу. Між етапами висунення замовником вимог та прийняття ним продукції – його задоволеністю – увімкнені етапи проектування, підготовки виробництва та власне виробництва.

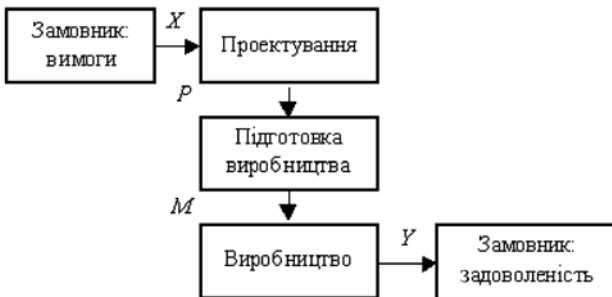


Рис. 5. Узагальнена структурна схема виробництва

Вимоги визначають початкові показники якості продукції, що є вхідним сигналом для схеми і зазвичай мають векторний вигляд

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\},$$

компоненти якого – показники якості окремих характеристик продукції.

Для спрощення моделювання необхідно перейти від багатовимірного векторного до одно- чи двовимірного показника.

Висунуті показники якості передаються на етап проектування. На цьому етапі здійснюється перетворення показників вимог у запроєктовані показники:

$$X = X(P, t);$$

$$P = f(x, \beta, t) + n(t),$$

де показники якості X визначені через показники проектування P у часі t .

Власне запроєктовані показники якості P залежать як від висунутих замовником показників x , так і від параметрів проектування β та часу t . До них додаються неточності та похибки процесу проектування $n(t)$.

На наступному етапі підготовки виробництва до сигналу додаються ще деякі параметризовані чинники:

$$M = \{R, E, X, n_m, t, D\},$$

де R – потік матеріальних ресурсів:

$$R = k_{пер} X + n_R;$$

$k_{пер}$ – коефіцієнт перетворення інформаційного потоку визначених вимог у матеріальний; X – заданий показник якості; n_R – похибки, що виникають під час трансформації потоків; E – складова, що визначає енергетичний потік переходу від інформаційно визначеного кількісного критерію якості до матеріальної реалізації:

$$E = k_{Е пер} X + n_E;$$

$k_{Е пер}$ – коефіцієнт перетворення інформаційного потоку визначених вимог у матеріальний; n_E – похибки, що виникають під час трансформації потоків; n_m – загальна похибка перетворення; t – час; D – додаткові параметри специфіки виробництва.

У загальному векторі показників проектування та підготовки виробництва сигналу M є складова X , яка характеризує задані показники, але вже після перетворень, що поспіль внесені етапами, а також похибки, внесені “шумами” етапів.

Таким чином, на виході цих етапів присутня головна похибка, що складається з чотирьох похибок етапів:

$$n_m = n_R + n_E + n_X + n,$$

серед яких відхилення вхідного сигналу n_X та похибка перетворень n .

Наступний етап – власне виробництво – характеризується високою складністю, ієрархічністю, розподілом окремих потоків у часі, а також багатовимірністю тих сигналів, які надходять до входу блоку.

У зв'язку з цим вихідний сигнал нестиме у собі як параметри вхідного попереднього сигналу, так і власні поправки та похибки, які виникли під час перетворення матеріальних та енергетичних потоків:

$$Y = Y(M, \eta, n_Y, t),$$

де η – параметр особливостей виробництва; n_Y – власні етапні похибки, що виникають у процесі виробництва як відхилення від заданих показників якості.

Цей сигнал можна вважати вихідним сигналом всієї організаційно-технічної системи виробництва і подати у вигляді

$$Y = Y(M, X^*) + n_Y,$$

де X^* – реальний узагальнений показник якості готової продукції.

Саме цей показник є для замовника критерієм оцінювання відповідності продукції висунутим вимогам.

Головне завдання оцінювання – порівняння заданого показника якості X і реального X^* :

$$\zeta = |X - X^*|.$$

Системи управління якістю є системами регулювання і мають бути спроектованими найкращим чином, що досягається вибиранням параметрів та структури системи.

Оскільки характеристики зовнішніх (керівних та заводських) впливів змінюються протягом функціонування, то системи для досягнення найкращих результатів мають також змінюватися – налаштовуватися на нові умови функціонування.

Аналіз системи виконується для визначення та покращання основних динамічних характеристик системи.

Синтез виконується на базі попереднього аналізу з урахуванням можливостей реальної системи, відшуканих попереднім дослідженням типових систем різних класів.

Процес оптимізації, тобто відшукування найкращих у певному сенсі параметрів та синтез за певних умов функціонування на практиці носить ітеративний характер.

Після прийняття вихідних умов будується структурна схема досліджуваної СУЯ.

Завдяки різноманітності складових ланок можна зобразити схему будь-якої складної системи, що дає змогу дослідити загальні закономірності функціонування систем. Структурна схема з використанням властивостей з'єднаних ланок зводиться до слідкуючої системи найпростішого вигляду, знаходиться її передавальна функція.

Аналізується отримана функція: досліджуються умови стійкості системи, а також якість процесу регулювання за різних впливів.

Висновок

Застосування методів теорії автоматичного регулювання у моделюванні СУЯ для процесів визначення відповідності стосовно різноманітних виробничих та експлуатаційних процесів функціонування підприємств згідно з вимогами міжнародних стандартів ISO 9000 дозволяє формалізувати алгоритми визначення процесів та їх взаємодію. Тобто у математично-аналітичному вигляді дозволяє застосувати процесний підхід до управління якістю продукції, який відкриває значні перспективи у сфері математичного моделювання процесів ще на етапах маркетингу, розроблення та проектування, та створити динамічну саморегулюючу модель СУЯ продукції в реальному часі, а це у свою чергу забезпечить функціонування підприємств з найбільшою ефективністю.

Література

1. ДСТУ ISO 9000 – 2001. Системи управління якістю. Основні положення та словник. – Чинний від 01.10.2001.
2. ДСТУ ISO 9001 – 2001. Системи управління якістю. Вимоги. – Чинний від 01.10.2001.
3. Харченко В.П., Кучеренко В.О., Семенов А.А. Впровадження систем управління якістю авіаційної галузі // Вісн. НАУ. – 2004. – № 3 (20). – С. 61–65.

Стаття надійшла до редакції 17.03.05.

В.П. Харченко, В.А. Кучеренко, А.А. Семенов

Моделирование процессов определения соответствия систем управления качеством

Рассмотрена проблема моделирования систем управления качеством продукции в технологическом и эксплуатационном процессах согласно требованиям стандартов ISO 9000:2000.

V.P. Kharchenko, V.A. Kucherenko, A.A. Semenov

Simulation of processes for determining the correspondence of Quality Management Systems

Problems of simulation of Quality Management Systems with the purpose of providing the quality of products in technological and operational processes according to the requirements of standards ISO 9000:2000 have been considered.