

регулювання. Определены задачи системы технического регулирования, стандартизации, метрологии Украины на ближайшую перспективу.

Ключевые слова: международный стандарт, техническое регулирование, стандартизация, метрология.

L. Vitkin

INTERNATIONAL STANDARDIZATION OPEN FOR CHANGE

The main directions of the ISO Action Plan are outlined, the results of the Plan and the main principles and criteria for making changes to the ISO core documents are analyzed. The basic strategic programs of the specified strategy in the prism of implementation of the provisions of these programs in the Ukrainian system of technical regulation are analyzed. The tasks of the system of technical regulation, standardization, metrology of Ukraine for the near future are determined.

Key words: international standard, technical regulation, standardization, metrology.

УДК 006.83

Володарський Є. Т., Аксьонова Л. І.

СТАТИСТИЧНА МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ПРОДУКЦІЇ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА

У статті розглядають актуальність та необхідність оцінювання результативності процесів життєвого циклу продукції (ЖЦП), враховуючи при цьому особливості машинобудівного підприємства. Пропонують метод оцінювання результативності цих процесів, спрямований на підвищення об'єктивності одержуваних оцінок та достовірності прийнятих рішень про їх результативність.

Ключові слова: оцінювання результативності процесів, система управління якістю, машинобудівне підприємство, статистична модель, життєвий цикл продукції.

Постановка проблеми в загальному вигляді. Впровадження сучасних систем управління якістю (СУЯ), що відповідають міжнародним стандартам серії ISO 9000 [1], на вітчизняних підприємствах набувають останнім часом усе ширшого характеру. Це зумовлено реалізацією стратегічного напрямку України, спрямованого на підвищення конкурентоспроможності вітчизняних підприємств та є необхідною умовою виходу їх на світовий ринок. Особливістю стандартів серії ISO 9000 є те, що вони ставлять вимоги не до якості продукції безпосередньо, а до якості результатів процесів СУЯ, які мають забезпечувати її передбачуваний та стабільний рівень. У зв'язку з цим актуальним є питання оцінювання результативності СУЯ з метою її постійного поліпшення.

Ключова роль у забезпеченні конкурентоспроможності товаровиробників на внутрішньому й зовнішньому ринках належить підприємствам машинобудівної галузі, частка яких у вітчизняній промисловості становить 17,4%. На сьогодні машинобудівні підприємства характеризуються малосерійним та одиничним виробництвом продукції, що передбачає вимоги до якості продукції визначати у вигляді контрактних вимог замовника. Ці вимоги для подальшої оцінки рівня їх виконання пов'язані з процесами життєвого циклу продукції (ЖЦП), оскільки вони своїми результатами формують проміжні характеристики

майбутньої продукції [2]. Машинобудівні підприємства належать до найскладніших промислових підприємств, оскільки асортимент їх продукції різноманітний, а отже велика кількість нормативно-технічної документації, яка потребує швидкої зміни; характерні різні основні та допоміжні процеси СУЯ, а також складність зв'язків між ними, що неминує спричиняє помилки в результатах роботи. Перелічені особливості підприємства також сприяють створенню неритмічності виробництва, а отже збільшують ризики щодо своєчасного виготовлення продукції. Тому постає питання враховувати особливості цих підприємств для здійснення об'єктивного оцінювання результативності СУЯ.

Одним з підходів до вирішення цього питання є застосування процесної моделі СУЯ, яка побудована, враховуючи принцип орієнтації на споживача [3]. Суть цього принципу полягає в тому, що взаємодія між структурними підрозділами підприємства або передача результатів виконаної роботи має здійснюватися за схемою «процес–постачальник» та «процес–споживач». Наприклад, процес «Проектування й розроблення продукції» – це «процес–постачальник» для процесу «Виробництво» («процес–споживач»). Такий спосіб взаємодії між структурними підрозділами дає можливість застосовувати системний підхід до оцінювання результативності СУЯ. Треба зазначити, що системний підхід до оцінювання результативності процесів СУЯ у поєднанні зі статистичними методами є найперспективнішим згідно з концепцією постійного поліпшення, що дає можливість їх об'єктивнішої оцінки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Необхідною умовою для оцінювання результативності будь-якого процесу СУЯ є його стабільність, при цьому має бути враховано, що результати цих процесів схильні до мінливості (варіації). Стабільність процесу забезпечується правильністю його побудови (відповідно до встановлених вимог стандарту [1]) та досягається, коли персонал підприємства неухильно керується стандартними методиками, які описують порядок здійснення процесу [4, 5].

У разі застосування системного підходу до оцінювання результативності процесів ЖЦП має бути враховано, що попередній «процес–постачальник» може впливати на результати наступного «процесу–споживача». Наприклад, несвоєчасно розроблена конструкторська документація, яка містить помилки, призупиняє розробку технологічного процесу та виконання робіт у виробничому цеху через нестачу ресурсів на вході цих процесів, тобто створює неритмічність виробництва. Цей вплив можна охарактеризувати як вплив невинних причин або особливі причини варіації, що саме визначають стабільність процесу [6]. Виходячи з [6], кожен з процесів ЖЦП має свої «індивідуальні» причини варіацій, які можуть змінюватися як протягом доби, так і від одного дня до другого. Це може бути обумовлено впливом зміни умов і режиму роботи (неритмічне або нерівномірне надходження ресурсів з попереднього процесу тощо).

Як було показано вище, ритмічне виробництво є важливою умовою своєчасного та безпомилкового виготовлення продукції. Під ритмічністю розуміють рівномірний випуск продукції за декадами місяця, відповідно до графіка в обсязі та асортименті, передбачених планом. Тому виникає питання попередньо визначати (оцінювати), наскільки процес ЖЦП є стійким відносно впливових факторів, тобто його можливості бути результативним у разі виникнення неритмічних умов виробництва. Теоретично можна побудувати математичну модель традиційними методами, яка б враховувала всі перелічені вище фактори впливу. Для цього треба проводити багатоступеневий експеримент, отримати достатній масив даних, за якими можливо було б дати достовірну оцінку параметрів такої моделі. Але навіть в разі виконання всіх цих умов залишається складним питання про перевірку адекватності моделі.

Наявні підходи до оцінювання результативності процесів СУЯ, які застосовують статистичні методи, полягають у використанні середнього значення показника їх результатів (або показник результативності) та встановленні довірчого інтервалу для нього. Середнє значення показника результативності процесу є неінформативним, оскільки воно характеризує процес у цілому, а замовника продукції цікавить якість кожного виробу.

Об'єктивною характеристикою в цьому разі може слугувати не середнє значення показника результативності процесів в деякому інтервалі із заданою ймовірністю, а його можливе розсіювання (дисперсія) під час переходу з одного режиму роботи (нестабільний чи навантаження) в інший. Тому доцільно побудувати статистичну модель оцінювання результативності процесів ЖЦП, яка базується на оцінюванні дисперсії його показника результативності та визначити граничні значення, в яких допустимо його відхил в допустимих нормах. Це дасть можливість об'єктивно оцінювати рівень виконання контрактних зобов'язань замовника продукції, враховуючи при цьому особливості машинобудівного підприємства та схильність результатів його процесів до мінливості.

Метою статті є побудування статистичної моделі оцінювання результативності процесів ЖЦП, враховуючи особливості машинобудівного підприємства.

Виклад основного матеріалу. Як уже було показано, наявною основною ознакою результативності процесів СУЯ (зокрема й процесів ЖЦП) є їх стабільність, яка характеризується середнім значенням його результатів і визначається як показник результативності. Миттєвою об'єктивною характеристикою процесу є дисперсія показника його результативності, що залежить від відтворюваності процесу. Відтворюваність результативності процесу, в свою чергу визначається своєчасністю (ритмічністю) вхідних і вихідних величин процесу. Таким чином, оцінкою результативності процесу ЖЦП має бути оцінка дисперсії його показника результативності, яка характеризує здатність цього процесу забезпечувати виконання вимог замовника продукції (або бути результативним) за неритмічних умов машинобудівного підприємства.

На розсіювання (варіації) результатів процесу ЖЦП можуть впливати три групи величин. Зокрема, це випадкові величини (умови реалізації процесу), обумовлені як навколишнім середовищем, так і біоритмами персоналу, який виконує операції процесу згідно з СТП. Невипадкові величини розсіювання результатів процесу (умови праці під час реалізації процесу) обумовлені можливим недотриманням вимог СТП, яке виражається в нерівномірному надходженні ресурсів з попереднього процесу і як наслідок надмірне навантаження на персонал, який виконує операції наступного процесу. Умови праці можуть змінюватися в різні дні тижня й різні декади місяця (планування виготовлення продукції здійснюють за декадами). Крім того, кожний процес через різне поєднання впливових величин, що характеризують його стабільність (наприклад, процес може бути по-різному побудовано [4]), має «власну» результативність, яка може бути в певних межах.

Проведений аналіз засвідчив, що можливе розсіювання показника результативності процесу ЖЦП встановлюється (нормується) з заданою ймовірністю в певних межах та визначається трьома факторами:

- мінливість умов реалізації процесу протягом дня, що обумовлені як навколишнім середовищем, так і біоритмами персоналу, який виконує операції процесу згідно з СТП;
- мінливість умов праці під час реалізації процесу, обумовлена можливим недотриманням СТП на процеси;
- мінливість, обумовлена різним поєднанням величин під час реалізації процесу.

Отже, є три фактори, один з яких (перший) можна пояснити випадковістю. Інші два фактори для кожного конкретного окремого процесу не можна пояснити тільки впливом випадковості. Маючи фізичну модель (сукупність процесів ЖЦП, які мають необхідний рівень результативності деякий час), необхідно визначити допустимі границі відхилення перелічених вище впливових величин (факторів). Завдання складається з оцінювання суттєвості впливу вказаних вище факторів на розсіювання показника результативності процесу. Для цього необхідно:

- оцінити вплив кожного фактора;
- порівняти зі «зразковими опорними» допустимими відхиленнями.

Для порівняння можливих відхилень показників результативності процесу аналізують однотипні процеси ЖЦП, які є деякий час результативними, але мають його різний рівень і їх

результати розглядають в різні дні. Тому для виявлення та оцінювання сукупного впливу випадкових величин треба отримати дані про зміну результатів процесу (k_1, k_2, \dots, x_i) протягом усього робочого дня (j -й день), які аналізують через рівні проміжки часу. Наприклад, через одну годину з початку роботи, за годину до обідньої перерви, за годину до кінця робочого дня. Для цього розглядають кожний (i -й) процес ЖЦП. Особливою вимогою є те, що процеси ЖЦП вже мають необхідний рівень результативності деякий час у визначених умовах неритмічного виробництва. Для цього спочатку утворювалися умови, за яких забезпечувалася результативність цих процесів. Оскільки кожний процес має «свою» результативність, яка відрізнятиметься від попереднього та наступного (передача результатів виконаної роботи має здійснюватися за схемою «процес–постачальник» та «процес–споживач»), тому доходимо до необхідності, під час експериментального формування фізичної моделі відтворюваності (сукупність процесів ЖЦП) аналізувати три процеси – N_3 .

Отже, треба досліджувати (оцінювати) i -й процес протягом N_2 дні ($j=1, \overline{N_2}$). Кількість днів вибирають експерти, користуючись досвідом, набутим на виробництві та керуючись науково-технічними джерелами.

Для вилучення суб'єктивізму під час формування висновків аудиторів для експерименту залучали ту саму групу фахівців. Кожна з цих груп фахівців протягом дня проводила операції процесу згідно з СТП й отримувала їх результати ($k=1, \overline{N}$). Така схема проведення дослідження дає можливість протягом дня оцінити мінливість, обумовлену

поєднаннями різних значень випадкових величин, та знайти середню результативність в j -й день $\bar{x}_{ij} = \frac{1}{N_3} \sum_{k=1} x_{ijk}$ і суму квадратів цих розсіювань для i -го процесу в j -й день

$$\sum_{k=1}^{N_3} (x_{ijk} - \bar{x}_{ij})^2.$$

Для аналізу отриманих результатів дослідження маємо масив даних: $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iN_2}$, на основі якого можна оцінити розсіювання, обумовлене можливою зміною умов праці під час реалізації:

$$\sum_{j=1}^{N_2} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2, \quad (1)$$

де \bar{x}_i – середнє значення показника результативності процесу, отримане протягом усього дослідження.

Характеристикою процесу, що характеризує його відтворюваність (стабільність), буде розсіювання:

$$\sum_{i=1}^{N_1} (\bar{x}_i - \bar{x})^2, \quad (2)$$

де $\bar{x} = \frac{1}{N_1} \sum_{i=1}^{N_1}$ – усереднене значення результативності процесу.

Отже, приходимо до двухфакторного дисперсійного аналізу, де впливовими величинами можуть бути день проведення робіт і можливий розкид показників результативності процесу. На рисунку 1 схематично подано реалізацію такого двофакторного ієрархічного аналізу.

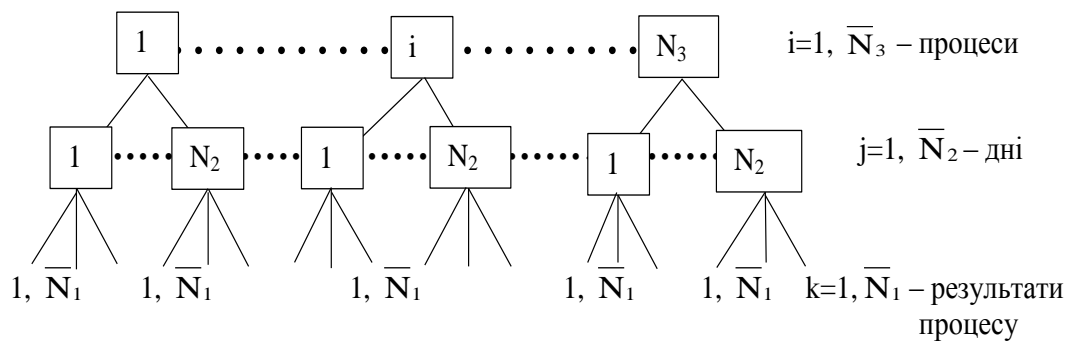


Рисунок 1. Структурна схема здійснення двофакторного ієрархічного аналізу

Вихідним для аналізу є масив даних, отриманих під час проведення дослідження x_{ijk} , де $i = 1, \bar{N}_1, j = 1, \bar{N}_2, k = 1, \bar{N}_3$.

Загальне розсіювання результату процесу подано виразом:

$$Q^{SS} = \sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j=1}^{N_2} \sum_{k=1}^{N_3} (x_{ijk} - \bar{x}_{ij})^2, \quad (3)$$

де $\bar{x} = \frac{1}{N_1 N_2 N_3} \sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j=1}^{N_2} \sum_{k=1}^{N_3} x_{ijk}$ – середня результативність процесу, яка характеризує теперішні його можливості.

Введемо піддужки в правій частині виразу (3) $\pm \bar{x}_i, \pm \bar{x}_{ij}$ і подамо його в згрупованому вигляді:

$$Q^{SS} = \sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j=1}^{N_2} \sum_{k=1}^{N_3} [(x_{ijk} - \bar{x}_{ij}) + (\bar{x}_{ij} - \bar{x}_i) + (\bar{x}_i - \bar{x})]^2 = Q_\varepsilon + Q_{y1} + Q_{y2}. \quad (4)$$

Оскільки складники, що стоять у круглих дужках, не корельовані, то останній вираз можна остаточно записати у вигляді:

$$Q^{SS} = \sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j=1}^{N_2} \sum_{k=1}^{N_3} (x_{ijk} - \bar{x}_{ij})^2 + \sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j=1}^{N_2} \sum_{k=1}^{N_3} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 + \sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j=1}^{N_2} \sum_{k=1}^{N_3} (x_i - \bar{x})^2. \quad (5)$$

Як бачимо, перший складник у правій частині обумовлено впливом випадкових величин, другий – умовами праці в різні дні. Третій – обумовлений різним поєднанням можливих значень показників результативності під час реалізації процесу. Розсіювання результатів процесів під час їх реалізації відносно загального \bar{x} середнього, яке є опорним значенням, відображає стабільність процесів. Враховуючи перший складник виразу (5), можна визначити дисперсію повторюваності результативності $\tilde{\sigma}_r^2$, яка характеризує організацію здійснення процесу ЖЦП на тепер:

$$\tilde{\sigma}_r^2 = \frac{Q_\varepsilon}{\nu_\varepsilon}, \quad (6)$$

де $\nu_\varepsilon = N_1 N_3 (N_3 - 1)$ – кількість степенів свободи.

Це значення приймають за нормоване й використовують для поточного контролю стабільності виконання процесу, зважаючи на таке співвідношення:

$$CD_{0,95} = f(n) \cdot \tilde{\sigma}_r, \quad (7)$$

де $CD_{0,95}$ – критичний діапазон, який є мірою можливої розбіжності між двома будь-якими вибірковими значеннями з імовірністю 0,95. Значення $f(n)$ табульоване і для двох значень $n = 2$ з вибірки $f(n) = 2,8$.

Отже, встановлюють нормоване зменшення розбіжності, обумовлене впливом випадкових величин. Значення $CD_{0,95}$ можна зменшити, наприклад, введенням додаткових короткочасних технічних перерв для персоналу. Розсіювання Q_{y2} , поділене на кількість ступенів свободи $(N_1 - 1)$, характеризує відтворюваність процесу, тобто його дисперсію $\tilde{\sigma}_R^2$. Отримане значення $\tilde{\sigma}_R^2$ показує можливість відтворювати результативність процесу на момент дослідження. Це значення може бути визначено як нормоване для подальшого «робочого» використання. У разі, якщо вимоги замовника продукції стають жорсткіші, необхідно шукати шляхи його зменшення.

Для виявлення суттєвості впливу такого фактора, як «день роботи» (залежно від дня тижня/місяця) необхідно використовувати критерій Фішера [8]:

$$F_p = \frac{S_{y1}^2}{S_\varepsilon^2}, \quad (8)$$

де $S_{y1}^2 = \frac{1}{N_2(N_1 - 1)} \cdot Q_{y1}$; $\nu_1 = N_2(N_1 - 1)$.

Якщо $F_p > F_{kp.}(0,95; V_1, V_\varepsilon)$, тоді вплив дня роботи на забезпечення результативності процесу суттєвий.

У цьому разі необхідно з'ясувати, чи виконуються умови стабільності/результативності процесу в цілому. Для цього необхідно перевірити виконання цих умов співвідношенням:

$$(p - 1) \cdot S_{y2} \leq \tilde{\sigma}_R^2 \cdot \chi_{(0,95)}^2, \quad (9)$$

де p – кількість процесів ЖЦП, порівняння з яким їх результативність приводиться;

$S_{y2}^2 = \frac{1}{p - 1} \sum_{i=1}^p (\bar{x}_i - \bar{x})^2$ та $\bar{x} = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p \bar{x}$ – значення, обчислене під час контрольної перевірки виконання заданих норм на результативність процесу.

Методика оцінювання результативності процесів ЖЦП здійснюється в два етапи: попереднє визначення стану стабільності процесу, тобто оцінка відхилення від допустимих норм та безпосереднє оцінювання рівня його результативності (порівняння фактичного і запланованого рівня, встановленого в СТП). Оскільки оперативне оцінювання результативності процесів СУЯ базується на вибірках малих об'ємів, тому для підвищення статистичної надійності одержуваних оцінок, а, отже, і підвищення достовірності прийнятих рішень про результативність процесів доцільно використовувати робастні процедури, стійкі до квазівикидів, які базуються на медіанному абсолютному відхиленні. Використання такої моделі дає змогу, з одного боку, зберегти зручний розподіл усіх допущень про однорідність гіпотетичної генеральної сукупності, і з іншого боку – не відкидаються дані, які під час традиційного підходу визнавалися б викидами [9]. Попередньо необхідно оцінити однорідність отриманих результатів, наприклад, за критерієм Кохрена [10].

Висновки. Наявні підходи до оцінювання результативності процесів СУЯ, що застосовують статистичні методи, полягають у використанні середнього значення показника їх результатів (або показник результативності), яке є не інформативним в умовах складного виробництва машинобудівного підприємства.

У роботі пропонується статистичний підхід до оцінювання результативності процесів ЖЦП, який здійснюють у два етапи, де на першому етапі аналізують стан стабільності

процесу визначенням допустимих норм його варіацій. Загальною оцінкою результативності процесу є не середнє значення його результатів, а дисперсія його показника результативності, яка й характеризує організацію виконання процесу (або можливості процесу забезпечувати якісні результати) в умовах неритмічного виробництва машинобудівного підприємства. Це дасть змогу об'єктивно оцінювати рівень виконання контрактних зобов'язань замовника продукції, враховуючи при цьому особливості машинобудівного підприємства та схильність результатів процесів СУЯ до варіацій.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ ISO 9001:2015 Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2015, IDT); ДСТУ ISO 9001:2016.– Чинний від 2009-07-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2016. – 22 с. – (Національний стандарт України).
2. Аксенова Л. И. Внутренний аудит системы менеджмента качества. Количественная оценка процессов / Л. И. Аксенова, Г. М. Коваль // Технологічний аудит та резерви виробництва. – 2013. – № 4/1. – С. 3–6.
3. Нарівський О. Е. Вимірювання та оцінювання процесів життєвого циклу продукції для забезпечення стабільності показників якості продукції / О. Е. Нарівський, Л. І. Аксьонова // Системи розробки та постановки продукції на виробництво: матеріали наук.-практ. конф., 17–20 травня 2016 р. – Суми, 2016 – 300 с.
4. Горбунов А. В. Практический менеджмент качества / А. В. Горбунов // Менеджмент сегодня № 05 (41) – 2007– С. 304 – 313.
5. Масааки И. Гемба кайдзен: Путь к снижению затрат и повышению качества: пер. с англ. / И. Масааки. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. — 346 с.
6. ГОСТ Р 50779.11–2000 (ИСО 3534.2–93) Статистические методы. Статистическое управление качеством. Термины и определения [Текст]. — Введ. с 01.07.2001. — М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. — 41с.
7. Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювання. Частина 1. Основні положення та визначення (ISO/IEC 5725-1:1994, IDT): ДСТУ ГОСТ ИСО 5725-1:2005. – Чинний від 2006-07-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 31с. – (Національний стандарт України).
8. Володарський Е. Т. Статистична обробка даних: навч. посібник. / Е.Т. Володарський, Л.О. Кошева. – Київ: НАУ, 2008. – 308 с.
9. Володарский Е. Т. Применение робастных методов при оценивании результатов экспериментальных исследований / Е. Т. Володарский, Л. А. Кошечая // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. ВНТУ, 2014. – № 3 (25). – С. 34–38.
10. Freund, J.E. Mathematical Statistics 4th Ed. / J.E. Freund, R.E. Walpole. – N.-Y.: Prentice-Hall, Inc., 1987.

Володарский Е. Т., Аксенова Л. И.

СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОДУКЦИИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В статье рассматривается актуальность и необходимость оценки результативности процессов жизненного цикла продукции (ЖЦП), учитывая при этом особенности машиностроительного предприятия. Предлагается метод оценки результативности этих процессов, направленный на повышение объективности получаемых оценок и достоверности принятых решений про их результативность.

Ключевые слова: *оценка результативности процессов, система управления качеством, машиностроительное предприятие, статистическая модель, жизненный цикл продукции.*

Y. Volodarskiy, L. Aksionova

STATISTICAL MODEL OF EVALUATING EFFECTIVENESS LIFECYCLE PROCESSES FOR MACHINE-BUILDING ENTERPRISE

The article considers the relevance and necessity of evaluating the effectiveness of the processes of the product life cycle, taking into account the features of the machine-building enterprise. A method is proposed to evaluate the effectiveness of these processes, aimed at increasing the objectivity of the evaluations received and the reliability of the decisions taken about their effectiveness.

Key words: *evaluation of the effectiveness of processes, quality management system, machine-building enterprise, statistical model, product life cycle.*

Рецензент: Кошева Л. О., д-р техн. наук,
професор, Національний авіаційний
університет, м. Київ

УДК 005.334:658.562

Петришин Н. І.

УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ТА МОЖЛИВОСТЯМИ ПРОЦЕСУ ВИБОРУ ЕТАЛОНІВ ПІД ЧАС КАЛІБРУВАННЯ ЛІЧИЛЬНИКІВ ГАЗУ

У статті запропоновано застосування системного підходу та ризик-орієнтованого мислення до процесу вибору еталонів порівняння. За результатами роботи групи експертів встановлено, що номенклатури витратовимірювальних приладів доцільно обрати лічильники газу роторного типу. За допомогою методу аналізу ієрархій проводилось дослідження трьох зразків роторних лічильників, найвищий технічний рівень з яких має лічильник Delta S-Flow і може бути застосований як еталон порівняння під час калібрування лічильників газу в робочих умовах.

Ключові слова: *системний підхід, ризик-орієнтоване мислення, метод аналізу ієрархій, роторний лічильник газу, еталон порівняння.*

Постановка проблеми в загальному вигляді. Оскільки еталони порівняння під час передавання одиниці працюватимуть в умовах реального газового середовища за певного надлишкового тиску, необхідно сформулювати підходи до процесу вибору типу лічильників газу, які здатні забезпечити вимоги до еталонів порівняння [2], основними з яких є довготермінова стабільність та відтворюваність їх метрологічних характеристик, а також надійність в експлуатації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В літературі [1] наведено концепцію побудови національного ланцюга калібрування засобів вимірювання об'єму та об'ємної витрати газу в умовах, що максимально відповідають умовам їхньої експлуатації на вимірювальних станціях природнього газу. Передача одиниці від первинного еталона, побудованого на базі поршневої установки до вторинних еталонів та калібрувальних установок, максимальна витрата яких значно перевищує максимальну витрату, що відтворюється первинним еталоном, здійснюється за допомогою застосування паралельного набору еталонів порівняння, тобто лічильників або витратомірів газу, кожен з яких