

КВАЛІМЕТРИЧНИЙ МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ ВИПРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ НИЗЬКОЇ ЯКОСТІ

Р.М. Тріш¹, М.Ю. Яковлев², В.М. Бурдейна¹, Е.А. Хом'як¹, І.І. Гуртовий¹, А.О. Євтушенко¹

¹Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут», кафедра мехатроніки та електротехніки Харків, Україна, trich_@ukr.net

²Центральний науково-дослідний інститут озброєння і військової техніки Збройних Сил України, Київ, Україна, myug2015@gmail.com

Анотація

Важливою складовою впровадження системи управління якістю на підприємстві являється процедура оцінювання ризиків. На сьогодні не існує універсального методу оцінювання ризиків, тому кожне підприємство самостійно розробляє відповідні методики та приймає управлінські рішення щодо ризиків, у залежності від особливості продукції чи послуг, обсягу наявної інформації та компетентності персоналу. Одним із найвагоміших ризиків виступає ризик випуску продукції недостатньої якості, оскільки він безпосередньо впливає на конкурентоспроможність компанії. У статті проаналізовано наукові дослідження, присвячені оцінюванню якості виробництва продукції, виявлено їх недоліки та обмеження у застосуванні. У статті запропоновано застосовувати функціональні залежності для визначення оцінок показників якості на безрозмірній шкалі. Пропонується побудувати функцію щільності імовірностей випадкових величин оцінок показників якості. Знаючи функцію щільності оцінок показників якості, пропонується розрахувати ймовірності ризиків потрапляння оцінок показника якості в заданий інтервал оцінювання. Запропоновано покрокову методику оцінки ризиків виготовлення продукції неналежної якості.

Ключові слова: кваліметрія; оцінювання ризиків; ризик низької якості; узагальнений показник; багатокритеріальне оцінювання якості; безрозмірна шкала.

1. Вступ

Оцінювання ризиків являється одним із ключових принципів розроблення та впровадження міжнародного стандарту [1] в організаціях та підприємствах будь якого профілю не залежно від виду промисловості, до якої вони мають відношення. Цей принцип передбачає, що підприємства та організації повинні розробляти методики для аналізу, прогнозування та управління ризиками. Міжнародний стандарт [1] включає вимоги щодо оцінювання ризиків та можливостей. При цьому вимагає, щоби процес оцінювання був регулярним, результати якого дадуть можливість отримувати інформацію для своєчасного реагування на можливі загрози щодо якості продукції чи послуг та дозволить зменшити імовірність настання несприятливих ситуацій.

Ризики можуть стосуватися не лише основних процесів, які забезпечують випуск продукції чи послуг, але також супутніх та допоміжних процесів, серед яких можуть бути процеси, пов'язані з фінансовим сектором чи забезпеченням кадрами або матеріалами, процесами логістики та енергозабезпечення. Ефективність управління будь якими процесами залежить від ефективності процесу оцінювання ризиками на усіх етапах виробництва продукції чи надання послуг.

На сьогодні не існує універсального методу оцінювання ризиків, тому кожне підприємство самостійно розробляє відповідні методики та приймає управлінські рішення щодо ризиків, у залежності від особливості продукції чи послуг, обсягу наявної інформації та компетентності персоналу. Кожне підприємство самостійно обирає методи аналізування,

зважаючи на доцільність та складність продукції чи послуги, методи контролю та моніторингу, можливість простежуваності, повторюваності та контрольованості процесів. Оптимальним виходом із такої ситуації може бути розробка типової методики оцінювання ризиків для класифікації різних процесів. Особливу увагу представляють процеси виробничого циклу продукції.

Метою статті являється розроблення універсальної методики оцінювання ризиків виробництва продукції низької якості. Тобто продукції, показники якості якої знаходяться на краях поля допуску, установленого нормативними та конструкторськими документами. Така методика має бути придатною для використання на різних підприємствах незалежно від типу продукції, що дозволить підвищити її універсальність та ефективність у різних галузях виробництва.

2. Матеріали та методи

Традиційно оцінювання ризиків виконують різними методами, які базуються на поєднанні спостережень, аналізі тенденцій та інших даних. Часто застосовуються не складні методи управління ризиками, серед яких блок-схеми та контрольні карти, а також аналіз дерева помилок (FTA), методи аналізу наслідків та критичності відмов (FMEA, FMECA), системи контролю експлуатаційної безпеки, наприклад НАССР, та методи, спрямовані на оцінку працездатності (HAZOP, PHA). Окрім цього, застосовують також ранжування, фільтрацію ризиків і статистичні методи та ін.

Наразі методи оцінювання ризиків можна розділити на дві групи, якісні та кількісні. Під якісними методами розуміють отримання оцінок

ризиків, застосовуючи експертів або опитування. Кількісні методи застосовують статистичні підходи для оцінювання ризику в однорідних групах продукції або в певній популяції та розрахункові (індивідуальні) методи для оцінювання ризику конкретної продукції.

Концептуальні підходи до управління ризиками розглядалися багатьма науковцями. Зокрема, О. Білявська відзначає, що через зміну суспільних пріоритетів управлінські структури постійно адаптуються, що зменшує ефективність існуючих методів [2].

Результати досліджень міжнародного досвіду оцінювання ризиками показують, що найбільша увага таким процесам приділяється у державному секторі, де існують аналітичні центри та відповідного рівня фахівці, але у приватному секторі такі можливості обмежені. Тому науковці з різних країн активно працюють над розробленням ефективних методів оцінювання ризиків [3].

Результатом цих досліджень, зокрема в Японії, Новій Зеландії, Австралії та інших країнах світу, стало розроблення міжнародних стандартів ISO 73:2009 «Менеджмент ризику. Словник» та ISO 31000:2009 «Менеджмент ризику. Принципи та керівні вказівки». Ці стандарти є дієвими інструментами, які використовуються підприємствами та організаціями для розроблення своїх методик оцінювання ризиками з метою їх ефективного застосування при розробленні системи управління якістю підприємством [4].

А. Грушевицька та Т. Головач пропонують теоретичне бачення процесу оцінювання ризиками та пропонують практичні рекомендації щодо ризик-менеджменту та реалізації його на підприємствах [5].

Аналізуючи міжнародний стандарт управління ризиками ISO 31000:2009, Н. Стрельбицька вивчає взаємозв'язок між системою і процесом управління ризиками та існуючими принципами. Також досліджує правильність відповідної термінології [6]. У своїх наукових працях О. Непомнящий вивчає та аналізує основні підходи та принципи побудови системи оцінювання та управління ризиками. Він вважає, що ефективність впровадження такої системи пов'язана з кваліфікацією персоналу та наявністю спеціальних аналітичних груп, які займаються моніторингом та збиранням інформації, необхідної для прийняття управлінських рішень [7].

Існує багато підходів до визначення ризику, запропонованих як вітчизняними, так і зарубіжними авторами. Деякі з них розглядають ризик як потенційну можливість втрат, що може бути чисельно виміряною, і пов'язують його з невизначеністю та ймовірністю несприятливих подій під час реалізації проекту. Інші визначають ризик як імовірність виникнення фінансових втрат, недоотримання доходів або прибутків. Наприклад, J.P. Morgan розглядає ризик через призму непевності у можливості отримання прибутків.

Також існує ще одне визначення ризику, акцентує увагу на можливості зменшення ресурсів

(фінансових, матеріальних) через непередбачувані зміни умов, що можуть відрізнятися від запланованих. Окрім того, відповідно до міжнародного стандарту, ризик можна визначити як вплив невизначеності на досягнення мети.

У діяльності підприємства ризики відіграють важливу роль, і хоча фахівці усвідомлюють необхідність їх управління, на практиці виникає багато дискусійних питань. Це пов'язано з відсутністю цілісної теорії ризик-менеджменту та неоднозначним підходом до застосування різних методологій оцінювання ризиків.

З метою ефективного оцінювання ризиків був розроблений міжнародний стандарт [11], що містить рекомендації з управління ризиками, з якими організації стикаються на різних етапах виготовлення продукції та надання послуг. Цей стандарт регламентує універсальний підхід до процесу управління ризиками, який можливо адаптувати під потреби будь-якої організації та не є спеціалізованим чи галузевим, дозволяючи використовувати його на всіх етапах діяльності організації, включно з прийняттям рішень на всіх рівнях.

З метою розширення цього стандарту було розроблено стандарт [12], що надає рекомендації з вибору існуючих методик щодо оцінки ризиків. Він носить рекомендаційний характер і може використовуватися як керівництво для різних типів систем управління, а організації, що створюють системи управління якістю відповідно до [1], мають створювати свої процедури з оцінювання та управління ризиками.

Також, існують кваліметричні методи оцінювання ризиків, які пропонують математичні моделі для отримання оцінок на безрозмірній шкалі. Наприклад, у роботах [13-15] використовувалася подвійна експонентна залежність для обчислення оцінок різнорозмірних показників якості. Інші автори [16-19] застосовували залежності з порядковими статистиками для тієї ж мети.

Деякі дослідники застосовують метод SAW (просте адитивне зважування), який базується на використанні вагових коефіцієнтів для оцінки окремих показників якості [20, 21]. Інший популярний метод - TOPSIS, який забезпечує багатокритеріальне оцінювання за допомогою еталонного значення якості і часто використовується для комплексної оцінки показників [22-25]. У соціальних дослідженнях для оцінювання процесів використовуються методи PROMETHEE, MOORA і WASPAS, які надають можливість багатокритеріального аналізу та рейтингового оцінювання [26-27].

Отже, аналіз досліджень показує, що кваліметричні методи широко застосовуються для оцінки якості об'єктів різного характеру та у різних наукових і практичних сферах, що дозволяє запропонувати їх для розробки методики оцінювання ризиків випуску продукції низької якості.

3. Методика оцінювання імовірності випуску продукції низької якості

Для розроблення універсальної методики оцінювання ризиків виробництва продукції низької якості необхідно вирішити ряд науково-прикладних завдань. Оскільки продукція характеризується не одним, а кількома показниками якості, які можуть мати різні шкали та діапазони вимірювання, важливо визначити функцію залежності між вимірними показниками якості та їх оцінками на безрозмірній шкалі. Це означає, що потрібно встановити функціонально залежні статистики.

Крім того, слід визначити закон розподілу функціонально залежних статистик, розглядаючи їх як випадкові величини. Для цього важливо знати функцію щільності функціонально залежних величин на безрозмірній шкалі. Знаючи закон розподілу цих випадкових величин, можна буде визначити ймовірності того, що випадкова величина потрапить у заданий інтервал оцінювання.

Для вирішення цих задач буде використано математичний апарат кваліметрії, яка є наукою про кількісне оцінювання якості. У кваліметрії важливу роль відіграє вид залежності між вимірюваними показниками якості та їх оцінкою на безрозмірній шкалі, оскільки показники якості не завжди розподілені рівномірно і можуть мати нелінійну залежність від своїх оцінок. При управлінні якістю об'єктів часто використовуються статистичні методи, і для них важливо знати не закон розподілу показника якості в його одиницях вимірювання, а закон розподілу оцінок на безрозмірній шкалі. Тому в рамках цієї статті будуть досліджуватися закономірності розподілу оцінок одиничних безрозмірних показників якості.

Відомо, що технологічний процес є складною системою, стан якої потребує оцінювання, аналізування та прогнозування і, за потреби, коригування для забезпечення якості продукції. У цій роботі під об'єктом кваліметрії розуміється результат технологічного процесу — отримання виробу заданої якості.

Вплив випадкових факторів на показники якості кожного виробу призводить до змінюваності результатів. У таких умовах для управління якістю використовуються методи математичної статистики, зокрема для проведення статистичного аналізу. Метою статистичного аналізу є дослідження властивостей випадкової величини. Ефективність застосування математичної статистики для оцінювання якості залежить від обсягу статистичної інформації, що базується на знанні закону розподілу показників якості як випадкової величини та наявності достатньої кількості вибірових значень.

Якщо розсіювання чисельних значень одиничного показника якості об'єкту кваліметрії X підпорядкована закону нормального розподілу та має зв'язок з випадковою величиною Y у виді залежності $Y = F(x)$:

$$F(x) = \begin{cases} 0 & x_i \leq x_{i\min} \\ \left[\frac{x_i - x_{i\min}}{x_{i\max} - x_{i\min}} \right]^k, & x_{i\min} < x_i < x_{i\max} \\ 1 & x_i \geq x_{i\max} \end{cases}, \quad (1)$$

де x_i — дійсне чисельне значення одиничного показника якості; $x_{i\min}$ та $x_{i\max}$ — відповідно допустимі значення показника якості; k — параметр форми.

Знаючи закон розподілу випадкової величини розсіювання одиничного показника якості та подівавши на функцію щільності даного закону функціональною залежністю (1), можемо отримати функцію щільності ймовірностей безрозмірної випадкової величини Y .

Рівняння визначення функції щільності ймовірності $q(y)$ випадкової величини Y має вид:

$$q(y) = f(\psi(y)) \left| \psi'(y) \right|,$$

де $f(x)$ — щільність ймовірностей випадкової величини X ; $\psi(y)$ — зворотна функція до $y = F(x)$.

Знайдемо функцію, обернену до:

$$y = \left[\frac{x_i - x_{i\min}}{x_{i\max} - x_{i\min}} \right]^k, \quad x_{i\min} < x_i < x_{i\max}$$

Алгебраїчні перетворень дозволяють отримати:

$$x = \psi(y) = y^{\frac{1}{k}} (x_{i\max} - x_{i\min}) + x_{i\min},$$

Похідна функції $x = \psi(y)$:

$$x' y = (\psi(y))' = \frac{1}{k} y^{\frac{1}{k}-1} (x_{i\max} - x_{i\min}),$$

$$x' y = \frac{x_{i\max} - x_{i\min}}{k} \left(\frac{1}{y^{\frac{1}{k}-1}} \right),$$

Отже, якщо функція щільності ймовірності випадкової величини X має вид:

$$f(y) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m_x)^2}{2\sigma_x^2}}, \quad (2)$$

то функція щільності ймовірностей $q(y)$ випадкової величини Y матиме такий вигляд:

$$q(y) = \left| \frac{x_{i\max} - x_{i\min}}{k y^{\frac{1}{k}-1}} \right| \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_x^2}} e^{-\frac{\left[y^{\frac{1}{k}}(x_{i\max} - x_{i\min}) + x_{i\min} - m_x \right]^2}{2\sigma_x^2}}, \quad (3)$$

де m_x — математичне сподівання, а σ_x — середнє квадратичне відхилення значень одиничних показників якості.

У результаті проведених досліджень, можна запропонувати методику оцінювання ризиків випуску продукції низької якості, яка складається з кількох ключових етапів. Першим кроком є визначення показників якості продукції, які необхідно оцінити для отримання об'єктивної інформації про її властивості. Наступним етапом є встановлення допустимих меж для цих показників, які можуть бути визначені на основі відповідних нормативних документів. Це забезпечить основу для подальшого аналізу ризиків, пов'язаних із випуском продукції, яка не відповідає встановленим стандартам.

Визначити $x_{i\min}$ та $x_{i\max}$ мінімально та максимально-допустимі значення показників якості;

Отримати значення дійсного показника якості виробу x_i ;

Для оцінювання безрозмірного показника якості Y використовуємо формулу (1). Вона дозволяє перевести значення, отримані у вимірювальних одиницях, у безрозмірний формат, що спрощує подальший аналіз. Знаючи функцію щільності закону розподілу випадкової величини X , знаходимо функцію щільності випадкової величини Y на безрозмірній шкалі. У тому випадку, коли функція щільності відповідає нормальному закону розподілу (2), то функція щільності ймовірностей $q(y)$ випадкової величини Y матиме вид, зазначений у формулі (3).

Визначивши функцію щільності для безрозмірного показника якості, ми можемо обчислити ймовірності того, що випадкова величина потрапить у заданий інтервал на безрозмірній шкалі, використовуючи формулу (4). Це дає змогу оцінити ризики, пов'язані з випуском продукції, що не відповідає встановленим критеріям якості.

Для апробації запропонованої методики доцільно використовувати моделювання процесу розсіювання показників якості продукції, що представляють собою випадкові величини. Для цього можна застосувати метод Монте-Карло, що дозволяє отримати статистично значущі результати. Наприклад, було отримано 500 значень випадкових величин, які відповідають нормальному закону розподілу з функцією щільності (2) та заданими параметрами. Це дасть змогу більш точно аналізувати ризики і робити прогнози щодо якості продукції: $m_x=2,5$; $\sigma_x=0,8$.

4. Результат

З використанням методики оцінювання ризиків випуску продукції низької якості були отримані наступні результати, які наведені нижче. Представимо графічний вид функції щільності ймовірностей $q(y)$, при цьому параметри мають такі значення: $m_x=2,5$; $\sigma_x=0,8$, а параметр форми k змінюється.

Знання функції щільності ймовірностей випадкових величин дає можливість вирішення практичних задач з оцінювання ризиків, наприклад визначення ймовірності попадання значень випадкових величин Y в будь який проміжок. (c ; d):

$$P(c < y < d) = \int_c^d q(y) dy = F(d) - F(c),$$

де $q(y)$ - функція розподілу випадкової величини Y .

У якості прикладу можна привести деяку практичну задачу, а саме знаходження ймовірності потрапляння випадкової величини Y в заданий проміжок (c ; d). Для цього необхідно обчислити інтеграл:

$$P(c < y < d) = \int_c^d q(y) dy. \quad (4)$$

Внаслідок розрахунків отримали результати, представлені в таблиці 1.

З таблиці видно, що, знаючи параметр форми k , можна визначити ймовірності попадання

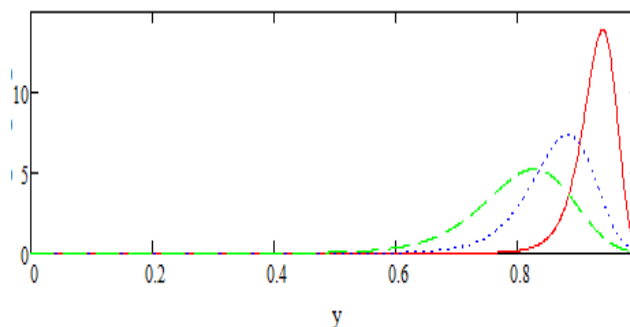


Рис. 1. Графічний вид функції щільності випадкової величини Y з параметрами: $k = 0,1; 0,2; 0,3$

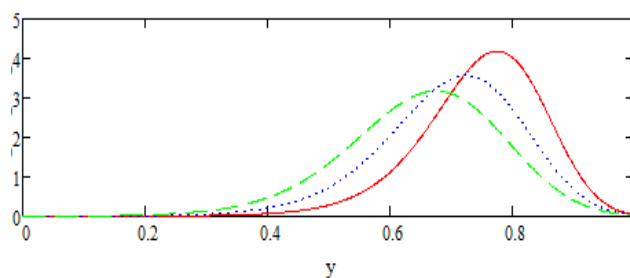


Рис. 2. Графічний вид функції щільності випадкової величини Y з параметрами $k = 0,4; 0,5; 0,6$

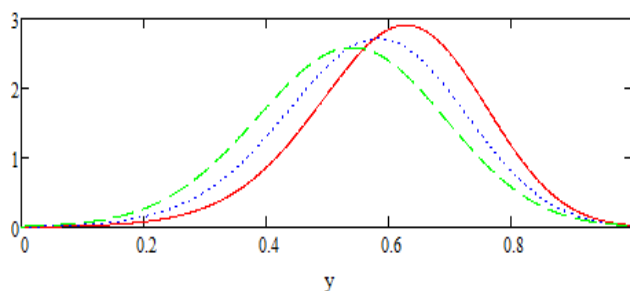


Рис. 3. Графічний вид функції щільності випадкової величини Y з параметрами: $k = 0,7; 0,8; 0,9$

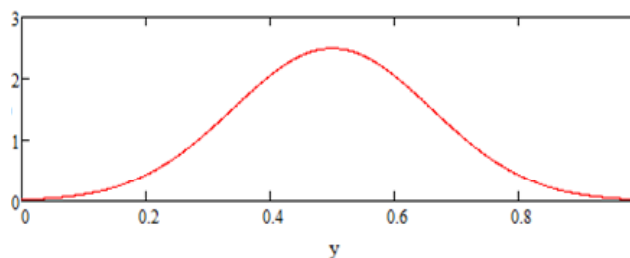


Рис. 4. Графічний вид функції щільності випадкової величини Y з параметрами: $k = 1$

безрозмірного значення оцінки показника якості в будь-який інтервал на безрозмірній шкалі. Наприклад, користуючись таблицею (1), ми можемо знайти ймовірність того, що оцінка показника якості продукції буде меншою за 0,8 при $k=0,3$. Отже, $P(0 < y < 0,8) = 0,44$. Таким чином, можна розрахувати ймовірності попадання безрозмірної оцінки показника якості в будь-який заданий інтервал на безрозмірній шкалі.

Таблиця 2 – Імовірність влучення значення випадкової величини Y в проміжок $(c; d)$ за умови, що k змінюється від 0,1 до 1 з кроком 0,1

Проміжок $c - d$											
k	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5-0,6	0,6-0,7	0,7-0,8	0,8-0,9	0,9-1	0-1
Імовірність $P(c < y < d)$											
0,1	$1,9 \cdot 10^{-12}$	$1,9 \cdot 10^{-9}$	$1,09 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-6}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-4}$	$5,5 \cdot 10^{-3}$	0,165	0,827	1
0,2	$1,9 \cdot 10^{-7}$	$5,9 \cdot 10^{-6}$	$4 \cdot 10^{-5}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$5,9 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	0,015	0,122	0,573	0,285	1
0,3	$8,8 \cdot 10^{-6}$	$8,4 \cdot 10^{-5}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$1,03 \cdot 10^{-3}$	$3,8 \cdot 10^{-3}$	0,017	0,087	0,328	0,46	0,1	1
0,4	$6,2 \cdot 10^{-5}$	$3,4 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	0,015	0,062	0,203	0,388	0,279	0,046	1
0,5	$2,09 \cdot 10^{-4}$	$9,2 \cdot 10^{-4}$	$3,2 \cdot 10^{-3}$	0,012	0,042	0,132	0,284	0,334	0,164	0,025	1
0,6	$5,04 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$	$7,7 \cdot 10^{-3}$	0,027	0,085	0,2	0,303	0,255	0,101	0,016	1
0,7	$1,03 \cdot 10^{-3}$	$4,3 \cdot 10^{-3}$	0,016	0,053	0,136	0,244	0,28	0,186	0,066	0,011	1
0,8	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$8,3 \cdot 10^{-3}$	0,03	0,087	0,182	0,26	0,24	0,136	0,045	$8,4 \cdot 10^{-3}$	1
0,9	$3,2 \cdot 10^{-3}$	0,015	0,05	0,124	0,215	0,254	0,198	0,1	0,032	$6,6 \cdot 10^{-3}$	1
1	$5,3 \cdot 10^{-3}$	0,024	0,075	0,16	0,234	0,234	0,16	0,075	0,024	$5,3 \cdot 10^{-3}$	1

5. Висновки

Результатом цієї статті є методика оцінки ймовірності випуску продукції низької якості. Для розробки методики було виконано кілька етапів:

1. Обґрунтування функції залежності між вимірними показниками якості та їх оцінками на безрозмірній шкалі, що дозволило отримати функціонально залежні статистичні дані.

2. Визначення функцій щільності (див. рисунки 1–4) для функціонально залежних випадкових величин оцінок показників якості, за умови, що ці показники підпорядковуються нормальному закону розподілу..

3. Апробація методики та визначення ймовірностей попадання випадкової величини в заданий інтервал оцінювання (див. таблицю 1).

Список літератури

1. EN ISO 9001:2015 Quality management systems – Requirements.
URL: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:en> (дата звернення: 20.10.2024).
2. Білявська О. Б. Концептуальні принципи управління ризиками в державному управлінні. Державне управління: удосконалення та розвиток. 2010. № 6.
URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Duur_2010_6_5 (дата звернення: 20.10.2024).
3. Михно П. Державне управління ризиком як механізм мінімізації невизначеності. Збірник наукових праць Національної академії державного управління при Президенті України. 2012. Вип. 2. С. 90–100.
URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpnadu_2012_2_12 (дата звернення: 20.10.2024).
4. Лутанюк Н. В., Годіна Н. Ф. Новый стандарт ISO 31000 по управлению риском. История создания и особенности применения. Використання міжнародних стандартів ISO в цілях підвищення ефективності діяльності підприємств – 2010: матеріали міжвузів. студ. конф. Донецьк: ДонНТУ, 2010. С. 8–11.
5. Головач Т. В., Грушевицька А. Б., Швид В. В. Ризик менеджмент: зміст і організація на підприємстві. Вісник Хмельницького національного університету. 2009. № 3. Т. 1. С. 157–163.
6. Стрельбицька Н. Уніфікований міжнародний стандарт ризик-менеджменту як відповідь на виклики глобалізації. Соціально-економічні проблеми і держава. 2011. Вип. 2 (5).
URL: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2011/11snynvh.pdf> (дата звернення: 01.03.2018).
7. Непомнящий О. М. Інжиніринг: деякі аспекти підвищення кваліфікації ключового персоналу. Актуальні проблеми державного управління. 2017. Вип. 2 (52).
URL: <http://www.kbua.kharkov.ua/e-book/apdu/2017-2/doc/5/01.pdf> (дата звернення: 20.10.2024).
8. Дуднева Ю. Е. Стандартизація ризик-менеджменту як шлях підвищення його ефективності. Ринкова трансформація економіки: стан, проблеми, перспективи: матеріали V між нар. наук.-практ. інтернет-конф. (Харків, 8-10 квітня 2014 р.). ХНТУСГ, 2014. С. 84-86.
9. Лагунова І. А. Сутність та принципи концепції ризик-менеджменту. Актуальні проблеми державного управління. 2018. № 1. С. 44-51.
10. Morgan J., Reuters P. RiskMetrics – Technical Document.
URL: <http://www.jpmorgan.com/RiskManagement/RiskMetrics/RiskMetrics.html> (дата звернення: 20.10.2024).
11. ISO 31000:2018 Risk management – Guidelines.
URL: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:31000:ed-2:v1:en> (дата звернення: 20.10.2024).
12. ISO 31010:2019 Risk management - Risk assessment techniques.
URL: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iec:31010:ed-2:v1:en,fr> (дата звернення: 20.10.2024).
13. Trishch R., Maletska O., Cherniak O., Semionova Ju., Jancis V. Analysis of the requirements of international and national standards for measurement methods and metrological equipment. Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, 2020, vol. 1 (11), pp. 156–162. doi: 10.30837/2522-9818.2020.12.075.

14. Черняк О. М., Багаєв І. О., Катрич О. О., Теслов О. А., Косиченко О. М., Шевченко В. П. Визначення мінімальної кількості періодів для оцінювання індексів сталого розвитку країн ЄС методами порядкових статистик. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. 2024. № 1 (27). С. 215–225. doi: 10.30837/ITSSI.2024.27.215
15. Trisch R., Gorbenko E., Dotsenko N., Kim N., Kiporenko A. Development of qualimetric approaches to the processes of quality management system at enterprises according to international standards of the ISO 9000 series. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2016, Vol. 4/3, no. 82, pp. 18–24, doi: 10.15587/1729-4061.2016.75503.
16. Ginevičius, R., Trishch, H. Petraškevičius, V. Quantitative assessment of quality management systems' processes. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 2015, vol. 28, no. 1, pp. 1096-1110. doi:10.1080/1331677X.2015.1087676.
17. Trishch R., Cherniak O., Zdenek, D., Petraskevicius V. Assessment of the occupational health and safety management system by qualimetric methods. *Engineering Management in Production and Services*, 2024, vol. 16, no.2, pp. 118-127. doi: 10.2478/emj-2024-0017.
18. Черняк О. М., Сороколат Н. А., Багаєв І. О., Фатєєва Л. Ю. Застосування функціональної залежності для багатокритеріального оцінювання безпеки праці, як об'єкта кваліметрії. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. 2022. № 1 (19). С. 76–84. doi: 10.30837/ITSSI.2022.19.076.
19. Кім Н. І. Узагальнений показник якості об'єктів кваліметрії різної природи. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2021. Вип. 1. С. 94–101. doi: 10.31521/2313-092X/2021-1(109)-12.
20. Черняк О. М., Сороколат Н. А., Каницька І. В. Графоаналітичний метод визначення комплексного показника якості об'єктів кваліметрії. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. 2020. № 4 (14). С. 169–175. doi: 10.30837/ITSSI.2020.14.169.
21. Ginevičius R., Podvieszko A. The evaluation of financial stability and soundness of Lithuanian Banks. *Ekonomska istraživanja: znanstveno stručni časopis*, 2013, Vol. 26. no. 2, pp. 191–208.
22. Ginevičius R., Suhajda K., Šimkūnaitė J. Lithuanian experience of quantitative evaluation of socioeconomic system position by multicriteria methods. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2014. vol. 110. P. 952–960, doi:10.1016/j.sbspro.2013.12.941.
23. Šimelytė A., Antanavičienė J. The effect of investment promotion on FDI flows: A case of the Baltic States. *Business: Theory and Practice*, 2013, vol. 14, no. 3, pp. 200–208. doi:10.3846/btp.2013.21.
24. Beinoraitė Š., Drejeris R. Model for measuring the entrepreneurship of the population. *Business: Theory and Practice*, 2014, vol. 15, no. 2, pp. 199–209. doi: 10.3846/btp.2014.20.
25. Krivka A. Complex evaluation of the economic crisis impact on Lithuanian industries. *Journal of Business Economics and Management*, 2014, vol. 15, pp. 299–315. doi: 10.3846/16111699.2013.867277.
26. Brauers W., Ginevičius R., Podvieszko A. Development of a methodology of evaluation of financial stability of commercial banks. *Panoeconomicus*, 2014, Vol. 61, no. 3, pp. 349–367. doi: 10.2298/PAN1403349B.
27. Hashemkhani Zolfanir S., Maknoon E., Zavadskas K. Multiple Nash equilibriums and evaluation of strategies. New application of MCDM methods. *Journal of Business Economics and Management*, 2015, vol. 16, no. 2, pp. 290–305. doi 10.3846 / 16111699.2014.967715.

Надійшла (Received) 08.10.2024

Прийнята до друку (accepted for publication) 25.10.2024

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ/ABOUT THE AUTHORS

Тріщ Роман - Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри Мехатроніки та електротехніки, Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут», E-mail: trich_@ukr.net, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9503-8428>

Trishch Roman - Doctor of Sciences (Engineering), Professor, Head at the Department of Mechatronics and Electrical Engineering, National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", E-mail: trich_@ukr.net, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9503-8428>

Яковлев Максим – Доктор технічних наук, професор, Центральний науково-дослідний інститут озброєння і військової техніки Збройних Сил України, E-mail: myyg2015@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3009-0719>

Yakovlev Maxym – Doctor of Sciences (Engineering), Professor, The Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, E-mail: myyg2015@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3009-0719>

Бурдейна Вікторія - Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри Мехатроніки та електротехніки, Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут», E-mail: v.burdeina@khai.edu, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5065-4007>

Burdeina Viktoriia - Candidate of Technical Sciences, Docent, Associate Professor at the Department of Mechatronics and Electrical Engineering, National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", E-mail: v.burdeina@khai.edu, ORCID: <http://orcid.org/https://orcid.org/0009-0005-5065-4007>

Хом'як Едуард - Ph.D, старший викладач кафедри Мехатроніки та електротехніки, Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут», E-mail: e.khomiak@khai.edu, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2579-2986>

Khomiak Eduard - Ph.D, Senior Lecturer at the Department of Mechatronics and Electrical Engineering, National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", E-mail: e.khomiak@khai.edu, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2579-2986>

Гуртовий Іван - аспірант кафедри Мехатроніки та електротехніки, Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут», E-mail: i.i.hurtovyi@student.khai.edu, ORCID: <http://orcid.org/>

Hurtovyi Ivan - Postgraduate Student at the Department of Mechatronics and Electrical Engineering, National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", E-mail: i.i.hurtovyi@student.khai.edu, ORCID: <http://orcid.org/0009-0000-3425-6272>

Євтушенко Андрій – аспірант кафедри Мехатроніки та електротехніки, Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут», E-mail: a.o.yevtushenko@khai.edu, ORCID: <http://orcid.org/0009-0000-7334-6430>

Yevtushenko Andrii- Postgraduate Student at the Department of Mechatronics and Electrical Engineering, National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", E-mail: a.o.yevtushenko@khai.edu, ORCID: <http://orcid.org/0009-0000-7334-6430>

Qualimetric method of assessing the risks of producing poor-quality products

Roman Trishch, Maxym Yakovlev, Viktoriia Burdeyna, Eduard Khomyak, Ivan Gurtovyi, Andrii Yevtushenko

Abstract

An important component of implementing a quality management system at an enterprise is the risk assessment procedure. Today, there is no universal method of risk assessment, so each company independently develops appropriate methods and makes management decisions regarding risks, depending on the nature of the product or service, the amount of available information and the competence of the staff. One of the most important risks is the risk of producing products of insufficient quality, since it directly affects the company's competitiveness. The article analyses scientific studies on assessing the quality of production, identifies their shortcomings and limitations in application. The article proposes to use functional dependencies to determine the estimates of quality indicators on a dimensionless scale. It is proposed to build a probability density function of random variables of quality indicators. Knowing the density function of quality indicator assessments, it is proposed to calculate the probabilities of risks of falling into a given assessment interval. A step-by-step methodology for assessing the risks of manufacturing products of inadequate quality is proposed.

Key words: qualimetrics; risk assessment; risk of poor quality; generalised indicator; multicriteria quality assessment; dimensionless scale.