

1. Науменко М.О. Управління якістю обслуговування споживачів в підприємствах ресторанного господарства / М.О.Науменко, О.І. Бляшенко Вісник економіки транспорту і промисловості. – 2011. – № 33. – С. 121–213. 2. П'ятницька Г.Т. Менеджмент громадського харчування: [підручн. для вузів] [Текст] / Г.Т. П'ятницька, Н.О. П'ятницька // – К.: КНТЕУ, 2001. – 655 с. 3. Топольник В.Г. Управління якістю продукції ресторанного господарства: навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. / В.Г. Топольник ; Донецький національний ун-т економіки і торгівлі ім. Михайла Туган-Барановського. – Донецьк : ДонНУЕТ, 2007. – 174 с. 4. Архіпов В.В. Ресторанна справа: асортимент, технологія і управління якістю продукції в сучасному ресторані: [навч. посіб.] / В.В. Архіпов, Т.В. Іванникова, А.В. Архіпова. – К.: Центр учбової

літератури фірма “Інкос”, 2007 – С. 341–356. 5. Ратушиний А.С., Топольник В.Г. К вопросу систематизации показателей безопасности кулинарной продукции. Режим доступа [Електронний ресурс] http://www.nbuv.gov.ua/PORTAL/soc_gum/Vdnuet/tehn/2010_1/24.pdf. 6. Бичківський Р.В. Метрологія, стандартизація, управління якістю і сертифікація: [підручник] / Бичківський Р.В., Столярчук П.Г., Гамула П.Р. – Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2002. – С.188-189. 7. Крайнюк Л., Касилова Л., Дроменко Е., Лысенко Л. Экспертный анализ рецептов кулинарной продукции // Ресторанная жизнь. – 2005 С. 26–27. 8. СП № 42–123–5777–91 Санитарные правила для предприятий общественного питания, включая кондитерские цехи и предприятия, вырабатывающие мягкое мороженое.

УДК 006.015.5+510.6

ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ В КВАЛІМЕТРІЇ

© Гоц Наталія, Мельник Володимир, 2012

Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра метрології, стандартизації і сертифікації,
вул. С. Бандери, 12, 79013, Львів, Україна

Якість є досить складним, але дуже важливим поняттям. Для її визначення є багато методів, але у кожного з них є певні недоліки, переважно через нечіткість даних про різні впливні характеристики. В цьому випадку можна скористатися математичним апаратом нечіткої логіки. Саме цей апарат дає змогу проводити обчислення, узагальнення, аналіз, графічну інтерпретацію нечітких даних. Тому в статті розглянемо і проаналізуємо існуючі методи оцінки якості, проаналізуємо математичний апарат нечіткої логіки на застосування його до оцінювання якості і запропонуємо алгоритм оцінки якості продукції і послуг.

Качество – очень сложное, но очень важное понятие. Для его определения разработано много методов, но у каждого из них есть некоторые недостатки, в основном из-за нечёткости данных о разных влияющих характеристиках. В этом случае можно использовать математический аппарат нечёткой логики. Именно этот апарат даёт возможность выполнять расчет, обобщения, анализ, графическую интерпретацию нечётких данных. Поэтому в статье мы рассмотрим и проанализируем существующие методы оценки качества, проанализируем математический аппарат нечёткой логики на возможность его использования в оценивании качества и предложим алгоритм оценки качества продукции и услуг.

Quality is a difficult but very important concept. For its evaluation is a lot of ways, but each one has a certain number of drawbacks, mainly due to unclear information about the different influence upon performance. In this case you can use the mathematical apparatus of fuzzy logic. This apparatus allows calculation, synthesis, analysis, graphical interpretation of fuzzy data. Therefore in this work we review and analyze existing methods of quality assessment, analyze the mathematical apparatus of fuzzy logic to use it to evaluate the quality and offer an algorithm for evaluating the quality of products and services.

Постановка проблеми. Однією з найважливіших характеристик будь-якої продукції є її якість. Причому, якщо на етапі виробництва можна говорити про технічний рівень якості продукції, то з виходом

продукції на масовий ринок для споживачів поняття якості все більше переходить в область невимірних характеристик. Врешті-решт під якістю продукції починають розуміти загальну міру задоволеності

споживача. Тому актуальним є завдання контролю суб'єктивної задоволеності клієнта через оцінку об'єктивних показників якості.

Як відомо, кожний предмет має практично нескінченну кількість властивостей, з яких складається його якість загалом. Але із цієї нескінченної кількості характеристик якості продукції необхідно виділити лиш ті властивості, котрі саме тепер викликають інтерес з погляду задоволення особистих або суспільних потреб. Тому поняття “якість продукції” завжди пов'язане зі ступенем задоволення певних потреб індивідуума чи суспільства [1].

Аналіз останніх досліджень. Ми розглянули і проаналізували основні відомі нині методи оцінки якості продукції, які подано в табл. 1. Кожен з розглянутих методів має певні недоліки, а саме: диференційний метод не дає загальної оцінки якості продукції; комплексний метод показує оцінку тільки за однією характеристикою; економічний метод відображає тільки рентабельність продукції. Ці методи дозволяють оцінити лише технічний рівень продукції порівняно з іншою продукцією. Лише експертний метод дає змогу врахувати, крім технічних показників продукції, також естетичні, ергономічні, орґано-

лептичні тощо, які практично неможливо оцінювати іншими методами, але основним недоліком експертного методу є притаманний йому суб'єктивізм, а також явище конформізму – вплив, що переважає в групі, на думку експерта [2].

Можна зробити висновок, що всі ці методи дають змогу оцінити тільки технічний рівень продукції, а отже, тільки відповідність технічним вимогам, тобто виконати оцінку продукції з боку виробника.

Категорія “якість” істотно залежить від суб'єктивного задоволення споживачів. Якість – це ступінь відповідності НД, функціональному призначенню і задоволеності споживача. В умовах сучасних ринкових відносин саме споживач визначає якість товару. Тому нашим завданням стало розроблення методу оцінювання якості продукції та послуг, який би дав змогу оцінити якість продукції з урахуванням потреб споживача [3].

Виклад основного матеріалу. Для цього доцільно використати математичний апарат нечіткої логіки, який дозволяє оперувати нечіткими вхідними даними. Дамо короткі пояснення до основних понять нечіткої логіки, які використовуватимемо: нечітка множина та лінгвістична змінна.

Таблиця 1

**Порівняльна характеристика
відомих методів оцінки якості**

№	Метод оцінювання якості	Особливості застосування
1	Диференційний	Кількісно оцінюються окремі властивості виробу, що дозволяє приймати конкретні рішення з управління якістю продукції. В результаті використання цього методу відбувається порівняння рівня якості за різними показниками продукції.
2	Комплексного оцінювання	Застосовують в тих випадках, коли найдоцільніше оцінювати технічний рівень складних виробів тільки одним числом.
3	Змішаний метод	Оснований на сумісному застосуванні одиничних і комплексних (групових) показників якості. Одночасно використовують диференційний і комплексний методи.
4	Економічного оцінювання	Рівень якості залежить від економічного ефекту, який дорівнює різниці між результатом економічної дії Р і сумарними затратами З на його отримання
5	Експертного оцінювання	Експертні методи застосовують для вирішення таких завдань: формулювання і уточнення мети оцінки якості продукції, розроблення класифікації продукції, побудова ієрархічної структурної і споживачів схеми показників якості, визначення коефіцієнтів вагомості показників, визначення базових значень показників тощо.

Нехай E – універсальна множина, x – елемент E , а R – певна властивість. Звичайна (чітка) підмножина A універсальної множини E , елементи якої задовольняють властивості R , визначається як множина впорядкованої пари $A = \{\mu_A(x)/x\}$, де $\mu_A(x)$ – характеристична функція, що набуває значення 1, якщо x задовольняє властивості R , і 0 – в іншому випадку.

Нечітка підмножина відрізняється від звичайної тим, що для елементів x з E немає однозначної відповіді «ні» відносно властивості R . Тому нечітка підмножина A універсальної множини E визначається як множина впорядкованої пари $A = \{\mu_A(x)/x\}$, де $\mu_A(x)$ – характеристична функція приналежності (або просто функція приналежності), що набуває значення в деякій впорядкованій множині M (наприклад, $M = [0,1]$).

Функція приналежності вказує ступінь (або рівень) приналежності елемента x до підмножини A . Множину M називають множиною приналежностей. Якщо $M = \{0,1\}$, то нечітку підмножину A можна розглядати як звичайну або чітку множину.

Розглянемо множину X всіх чисел від 0 до 10. Визначимо підмножину A множини X всіх дійсних чисел від 5 до 8.

$$A = [5,8].$$

Покажемо функцію приналежності множини A , ця функція ставить у відповідність число 1 чи 0 кожному елементу в X , залежно від того, належить цей елемент підмножині A чи ні. Результат подано на рис. 1.

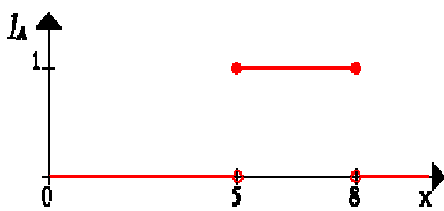


Рис. 1. Функція приналежності множини A

Можна інтерпретувати елементи, яким поставлена у відповідність 1, як елементи, що входять у множину A , а елементи, яким поставлений у відповідність 0, – як елементи, що не належать до множини A .

Ця концепція використовується в багатьох сферах застосувань. Але легко знайти ситуації, в яких цій концепції бракуватиме гнучкості.

У цьому прикладі опишемо множину молодих людей. Формальніше можна записати так

$$B = \{\text{множина молодих людей}\}.$$

Оскільки, взагалі, вік починається з 0, то нижня межа цієї множини повинна бути нулем. Верхню межу визначити набагато складніше. Спочатку встановимо верхню межу, скажімо, 20 років. Тоді маємо B як чітко обмежений інтервал, буквально: $B = [0,20]$. Виникає питання: чому хтось у свій двадцятирічний ювілей – молодий, а відразу наступного дня вже немолодий? Очевидно, це структурна проблема, і якщо пересунути верхню межу в довільну точку, то можна задати таке саме питання.

Більш природний шлях отримання множини B полягає в ослабленні строгого поділу на молодих і немолодих. Зробимо це, виносячи не тільки чіткі судження (Так, він належить до множини молодих людей або Ні, вона не належить до множини молодих людей), але і гнучкіші формулювання (Так, він належить до досить молодих людей або Ні, він не дуже молодий).

Розглянемо, як за допомогою нечіткої множини визначити такий вираз, як “він ще молодий”.

В першому прикладі ми кодували всі елементи множини за допомогою 0 чи 1. Простий спосіб узагальнити цю концепцію – ввести значення між 0 і 1. Реально можна навіть допустити нескінченну кількість значень між 0 і 1, в одиничному інтервалі $I = [0, 1]$.

Інтерпретація чисел при співвідношенні всіх елементів множини стає тепер складнішою. Звичайно, знову число 1 ставиться у відповідність тому елементу, що належить множині B , а 0 означає, що елемент точно не належить множині B . Всі інші значення визначають ступінь приналежності до множини. Для наочності наведемо характеристичну функцію множини молодих людей, як і в першому прикладі (рис 2).

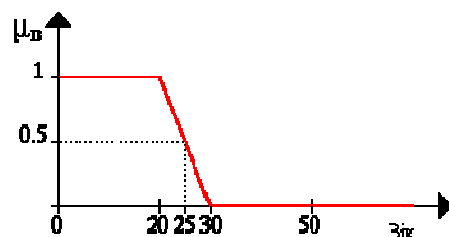


Рис. 2. Характеристична функція множини молодих людей

Лінгвістичною ми називаємо змінну, значення якої – це слова або речення штучної або справжньої мови. Наприклад, вік – лінгвістична змінна, якщо вона набуває лінгвістичних, а не числових значень, тобто значення “молодий”, “не молодий”, “дуже молодий”, “досить молодий”, “старий”, “не дуже старий” і “не дуже молодий” і т. п., а не 20, 21, 22 і т. д. [4]

За допомогою лінгвістичних змінних можна приблизно описувати явища, які настільки складні або погано визначені, що неможливо описати в загальноприйнятих кількісних термінах. Основні застосування розглядуваного лінгвістичного підходу – сфера гуманістичних систем, особливо такі області, як штучний інтелект, лінгвістика, процеси прийняття рішень людиною, розпізнавання образів, психологія, право, медична діагностика, пошук інформації, економіка і зв'язані з ним. Лінгвістичною змінною називається набір $\langle \beta, T, X, G, M \rangle$, де

- β – найменування лінгвістичної змінної;
- T – множина її значень (терм-множина), що являють собою імена нечітких змінних, область визначення кожної з яких є множина X . Множина T називається базовою терм-множиною лінгвістичної змінної;
- G – синтаксична процедура, що дає змогу оперувати елементами терм-множини T , зокрема, генерувати нові терми (значення). Множина $T \cup G(T)$, де $G(T)$ – множина згенерованих термів, називається розширеною терм-множиною лінгвістичної змінної;
- M – семантична процедура, що дозволяє перетворити кожне нове значення лінгвістичної змінної, утворені процедурою G , на нечітку змінну, тобто сформувати відповідну нечітку множину.

Розглянемо лінгвістичну змінну з ім'ям $\beta =$ «температура в кімнаті». Тоді четвірку $\langle T, X, G, M \rangle$, що залишилася, можна визначити так:

- універсальна множина: $T = [12, 35]$;
- терм-множина: $X = \{ \langle \text{«холодно»}, \text{«комфортно»}, \text{«спекотно»} \rangle \}$ з такими функціями приналежності:

$$m_{\text{«холодно»}}(u) = \frac{1}{1 + \left| \frac{u - 12}{6} \right|^{12}};$$

$$m_{\text{«комфортно»}}(u) = \frac{1}{1 + \left| \frac{u - 20}{3} \right|^8};$$

$$m_{\text{«спекотно»}}(u) = \frac{1}{1 + \left| \frac{u - 33}{8} \right|^{12}}; u \in U;$$

- синтаксичні правила G , що породжують нові терми з використанням квантифікаторів «не», «дуже» і «більш-менш»;
- семантичні правила M , задані в табл. 2.

Графіки функцій приналежності термів «холодно», «не дуже холодно», «комфортно», «більш-менш комфортно», «спекотно» і «дуже спекотно» лінгвістичною змінною «температура в кімнаті» показано на рис. 3.

Таблиця 2

Правила модифікації функцій приналежності

Квантифікатор	Функція приналежності
Не t	$1 - \mu_t(u)$
Дуже t	$(\mu_t(u))^2$
Більш-менш t	$\sqrt{\mu_t(u)}$

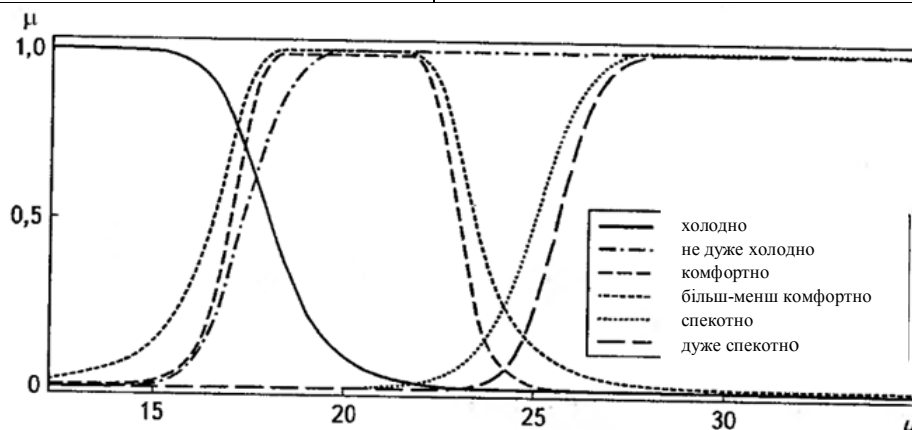


Рис. 3. Графіки функцій приналежності термів «холодно», «не дуже холодно», «комфортно», «більш-менш комфортно», «спекотно» і «дуже спекотно»

Коротко перелічимо переваги fuzzy-систем порівняно з іншими:

- можливість оперувати вхідними даними, заданими нечітко: наприклад, значення, що динамічно змінюються в часі (динамічні задачі), значення, що неможливо задати однозначно (результати статистичних опитувань, рекламні кампанії, оцінювання якості послуг різними споживачами тощо);
- можливість нечіткої формалізації критеріїв оцінки і порівняння: оперування критеріями "більше", "можливо", "переважно" тощо (можливість врахування суб'єктивних оцінок звичайних споживачів і їх формалізація);
- можливість проведення якісних оцінок як вхідних даних, так і виведених результатів: ви оперуєте не тільки власне значеннями даних, але і їхнім ступенем вірогідності (не плутати з імовірністю!) і її розподілом;
- можливість швидкого моделювання складних динамічних систем і їхній порівняльний аналіз із заданим

ступенем точності: оперуючи принципами поведінки системи, описаними fuzzy-методами, ви, по-перше, не витрачаєте багато часу на з'ясування точних значень змінних і складання рівнянь, що їх описують, по-друге, можете оцінити різні варіанти вихідних значень.

На основі аналізу математичного апарату нечіткої логіки визначено доцільність його використання для оцінювання якості продукції та послуг, оскільки він володіє такими перевагами:

- можливість врахування суб'єктивних характеристик продукції і послуг поряд з їхніми технічними характеристиками;
- моделювання виробником оцінки якості їхньої продукції і послуг з боку споживача;
- урахування нечітких умов, заданих лінгвістичними змінними.

Об'єктами для оцінювання якості можуть бути як продукція, так і послуги. Ми сформулювали вимоги до об'єкта оцінювання якості, окремо до продукції та до послуги.

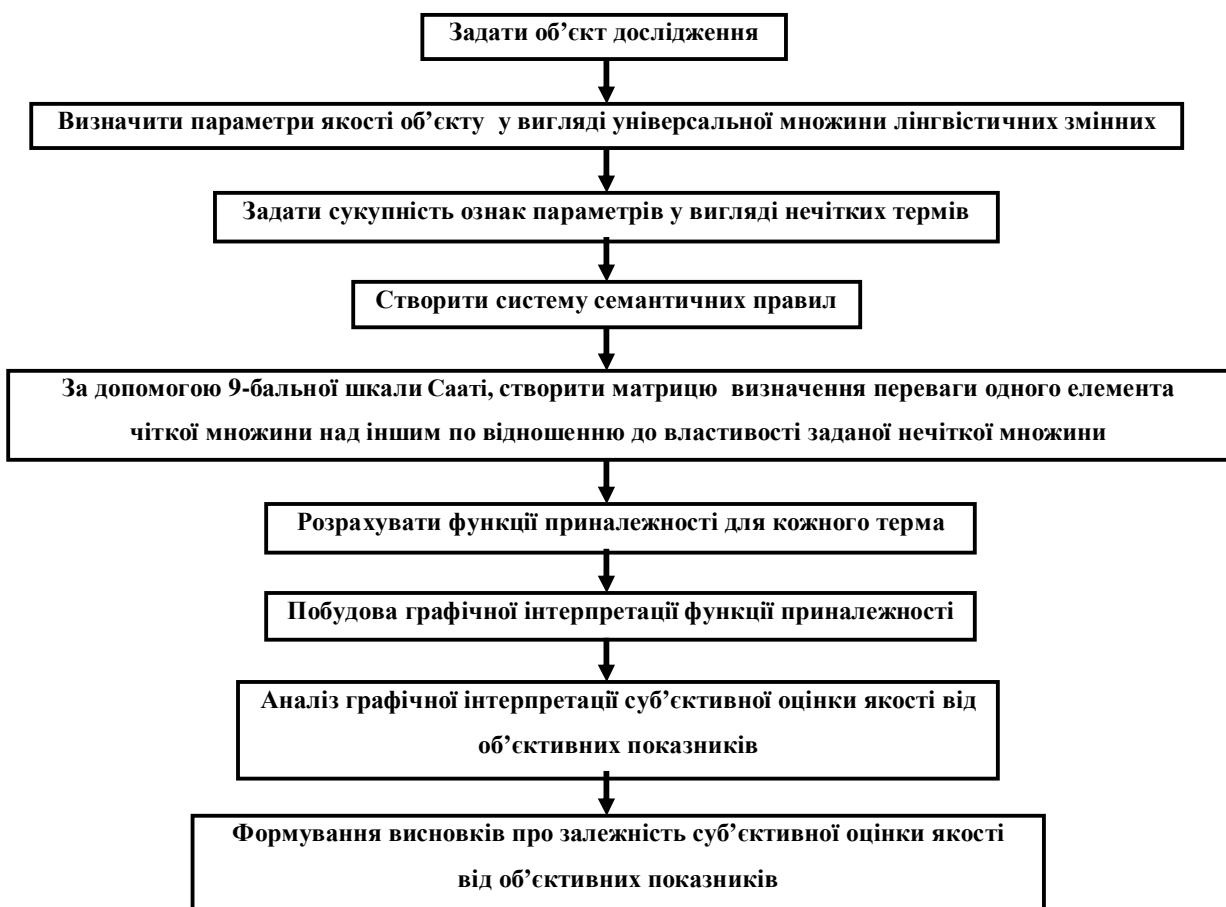


Рис. 4. Алгоритм оцінювання якості продукції та послуг з використанням методу нечіткої логіки

Для наближеного до об'єктивного оцінювання продукція повинна володіти такими характеристиками:

- параметри продукції, які характеризують її технічний рівень;
- декілька технічних характеристик, які можна числово виразити, але їх сприймають споживачі по-різному (тобто що достатньо для одного, для іншого може бути мало);
- характеристикою, яку можна виразити виключно лінгвістичною змінною (не обов'язкова умова).

Для послуги критерії такі:

- характеристики послуги, які можна виміряти і виразити числами, але різні споживачі сприймають їх по-різному;
- суб'єктивні характеристики надання послуги, які неможливо виміряти.

Ми розробили алгоритм методу оцінювання якості продукції на основі математичного апарату нечіткої логіки, зображений на рис. 4.

Висновки. Використання нечіткої логіки в кваліметрії відкриває нові можливості для оцінювання якості продукції та послуг, оскільки дає змогу оцінити якість не тільки з позиції виробника, але й з урахуванням думки споживачів. Оцінюючи якість продукції та послуг, експертам легше оцінити властивості продукції та послуг лінгвістичними термами, ніж числами.

1. Варжапетян А. Г. *Кваліметрія: учеб. пособие / СПбГУАП. СПб., 2005. – 176 с.* 2. Азгальдов Г.Г. *Теория и практика оценки качества товаров. – М.: Экономика, 1989. – 256 с.* 3. Орловский С.А. *Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. – М.: Наука, 1981. – 208 с.* 4. Заде Л. *Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 165 с.* 5. Леоненков А.В. *Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 736 с.*

УДК 504.75:681.2.543

НОРМАТИВНІ ВИМОГИ ЩОДО ЗАХИСТУ МАГІСТРАЛЬНИХ ТРУБОПРОВОДІВ ВІД КОРОЗІЇ

О Чабан Олеся¹, Юзевич Лариса², 2012

¹Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, кафедра медичної інформатики, вул. Пекарська, 69, 79010, Львів, Україна

²Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра метрології, стандартизації та сертифікації, вул. С. Бандери, 12, 79013, Львів, Україна

Запропоновано поєднати в одному комплексному підході вимоги нормативних документів, які дають змогу контролювати й покращувати характеристики міцності, надійності та антикорозійного захисту магістральних трубопроводів зі сталі.

Предложено соединить в одном комплексном подходе требования нормативных документов, которые позволяют контролировать и улучшать характеристики прочности, надежности и антикоррозийной защиты магистральных трубопроводов из стали.

The paper deals with the requirements of connection in one complex approach the requirements of normative documents that allow to control and improve characteristics of strength, reliability and anticorrosive defence of main steel pipelines.

Аналіз сучасних тенденцій в галузі забезпечення надійності магістральних трубопроводів (із сталі) дав змогу виявити ряд недоліків, пов'язаних з недостатньою актуальністю нормативно-технічних документів (НТД). До першої групи НТД належать ті, які

регламентують якість виготовлення труб і конструкцій та виконання робіт. Вони, як правило, містять суб'єктивні і достатньо консервативні вимоги до розмірів дефектів, які не завжди відповідають реальному стану матеріалу й умовам експлуатації. І якщо впровадження