

УДК 620.1.08

DOI 10.36910/10.36910/6775-2313-5352-2023-22-09

Коробко А.І., Котова Ю.М.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЯКОСТІ ВИПРОБУВАНЬ

В статті запропоновано новий спосіб оцінювання співпадіння результатів вимірювань під час виконання процедури забезпечення якості випробувань у лабораторії. Правило прийняття рішення засновано на основі невизначеності вимірювання. В якості кількісного показника запропоновано ймовірність з якою математичні очікування виміряних даних знаходяться у межах невизначеності вимірювання показника. Таким кількісним показником впливу методичної похибки запропоновано відношення різниці між математичними очікуваннями результатів вимірювань отриманих в різних серіях вимірювань до середньої невизначеності їх визначення з урахуванням застосованого правила прийняття рішення. Указаний показник засновано на припущенні того, що результати вимірювань розподілені нормально. Для спрощення процесу розрахунку показників забезпечення якості та зменшення ризиків допущення помилок у розрахунках на базі віртуальної випробувальної лабораторії створено модуль «Coincidence». Вхідними даними для розрахунку співпадіння у модулі є: засоби вимірювальної техніки, безпосередньо результати вимірювань (не менше трьох у кожного випробувача, коефіцієнт охоплення, прізвище осіб, що здійснюють вимірювання та коефіцієнт правила прийняття рішення.

Ключові слова: *правило прийняття рішень, невизначеність вимірювання, співпадіння результатів, вимірювання, ймовірність, випадкова похибка, методична похибка, похибка визначення середнього значення.*

Постановка проблеми. Випробування продукції на усіх етапах її життєвого циклу є важливим елементом забезпечення її якості. Процес випробувань також потребує забезпечення і контролю їх якості (забезпечення достовірності результатів). Цього вимагає міжнародний стандарт ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 [1]. Зокрема, пункт 7.7.1 цього стандарту регламентує, що «лабораторія повинна мати процедуру моніторингу достовірності результатів. Отримані дані потрібно записувати так, щоб можна було виявити тенденції, та, де можливо, потрібно застосовувати статистичні методи для аналізування результатів...». На етапі забезпечення якості випробувань постає задача оцінювання точності і адекватності вимірювань показників, визначення міри впливу випадкової і методичної похибок на результат вимірювання та встановлення критеріїв за якими їх оцінювати. Ці задачі є досить складними і неоднозначними.

В статті запропоновано новий спосіб оцінювання співпадіння результатів вимірювань під час виконання процедури забезпечення якості випробувань у лабораторії. Правило прийняття рішення засновано на основі невизначеності вимірювання. В якості кількісного показника запропоновано ймовірність з якою математичні очікування виміряних даних знаходяться у межах невизначеності вимірювання показника. Таким кількісним показником впливу методичної похибки запропоновано відношення різниці між математичними очікуваннями результатів вимірювань отриманих в різних серіях вимірювань до середньої невизначеності їх визначення з урахуванням застосованого правила прийняття рішення. Указаний показник засновано на припущенні того, що результати вимірювань розподілені нормально.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основними факторами, що впливають на результати випробувань у випробувальній лабораторії є [1], [2]:

- оператор (суб'єкт випробувань, особа або декілька осіб, що проводять випробування);
- випробувальне устаткування, засоби вимірювальної техніки (точність, характеристики калібрування);
- умови навколишнього середовища (температура, вологість, атмосферний тиск, забрудненість повітря, наявність вітру, тощо);
- інтервал часу між окремими вимірюваннями.

Усі перелічені фактори є індивідуальними для кожної лабораторії і оцінюються за показником лабораторного зміщення [2]. Крім лабораторного зміщення на результат випробувань у будь-якій випробувальній лабораторії впливає випадкова похибка [2].

Традиційно забезпечення якості випробувань здійснюється на основі показників, що регламентовані стандартами ДСТУ ГОСТ ISO 5725 [2]: дисперсія відтворюваності, дисперсія повторюваності, межа збіжності, межа відтворюваності. Проте, у цих стандартах не регламентовано граничні значення указаних показників, за яких вважається, що результати випробувань є прийнятними/неприйнятними. Певні напрацювання із вирішення цього питання висвітлено в роботах закордонних авторів. Ці роботи, здебільшого, мають прикладний характер – аналітичні випробування та випробування у медичних лабораторіях.

У роботі [3] наведено короткий огляд різних типів зовнішніх програм із забезпечення якості випробувань. Програми зовнішньої оцінки якості були започатковані в половині ХХ століття, що свідчить про великі розбіжності між лабораторними результатами. Вони були розроблені в різних країнах і були запропоновані деякі механізми для їх гармонізації: встановити загальні специфікації ефективності, використовувати програми забезпечення якості як навчальний інструмент. Акцентовано, що участь у програмах зовнішньої оцінки якості дозволяє знати реальну неточність результатів випробувань та дає можливість дізнатися, чи узгоджуються результати окремої лабораторії з показниками інших лабораторій, які використовують той самий аналітичний метод.

У роботі [4] зазначено, що технічне забезпечення якості і контроль якості є важливою діяльністю в медичних лабораторіях для забезпечення належної якості отриманих результатів випробувань. Запропонована структура контролю якості надає способи та інструменти, за допомогою яких продуктивність різних інструментів можна порівнювати в так званій таблиці виявлення помилок, щоб уможливити оптимізацію та перевірку загального плану перевірок.

Проте у цій роботі не наведено конкретного математичного апарату з точки зору частоти тривоги як а також доаналітичну, аналітичну та післяаналітичну продуктивність виявлення помилок.

Конкретні методи розрахунку показників відтворюваності і повторюваності наведені у роботах [5], [6], [7], [8]. Проте ці роботи мають прикладний характер і не дають загальних вказівок щодо нормування показників відтворюваності і повторюваності у лабораторії.

Безпосередньо питанню дослідження збігу розподілів експериментальних даних присвячено значну кількість робіт, як фундаментальних посібників з теорії ймовірності та теорії експерименту, так і публікації з вирішення окремих приватних задач [9], [10], [11], [12]. Проте, слід відмітити, що до сьогодення у відомій літературі немає єдиного підходу до термінів і визначень з цього питання. У зв'язку з цим виникають розбіжності у трактуванні окремих понять.

Детальний аналіз показників і критеріїв для встановлення відповідності теоретичного розподілу експериментальному здійснено у роботах [13], [14]. Ці показники мають назву «критерії погодження». Це критерії Пірсона χ^2 , Колмогорова-Смірнова, Крамера-фон Мізера-Смірнова, Андерсена-Дарлігна, Купера та інші. Також, для перевірки адекватності математичної моделі даним експерименту застосовують критерій на основі співставлення дисперсії відтворюваності середнього значення функції відгуку і дисперсії адекватності [15], [16].

У роботах [17], [18] наведено математичний апарат оцінювання відповідності теоретичної моделі вимірювань експериментальній, що застосовується при розробці нових методів випробувань. Проте, для формулювання правила прийняття рішень при забезпеченні якості випробувань, указаний математичний апарат потребує певних уточнень.

В роботах [19], [20] зроблено акцент на тому, що невизначеність вимірювання є ефективним інструментом для розробки правил прийняття рішень як у лабораторній діяльності, так і під час дослідження якості виробничих технологічних процесів.

Виділення невіршеної проблеми. Кожний із розглянутих критеріїв має свою сферу застосування. Проте, в якості спільного недоліку можна виділити те, що вони потребують необхідності наявності великої вибірки (від 50, а в окремих випадках від 300 спостережень). Існуючі критерії не в повній мірі дають відповідь на питання щодо того, на скільки у кількісному виді співпадають теоретичні і експериментальні дані. Також до недоліку можна віднести те, що існуючі критерії враховують метрологічні характеристики вимірювань інтегрально, тобто при оцінюванні збігу розподілів окремо не розглядаються невизначеність або похибка з якою проводяться вимірювання.

Крім цього, невіршеною є проблема визначення граничного значення критеріального показника за якого приймається рішення про відповідність/невідповідність результатів випробувань

Мета і постановка задач дослідження. Метою дослідження є обґрунтування правила прийняття рішення при забезпеченні якості випробувань у лабораторії на основі невизначеності вимірювань. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- обґрунтувати показник і критерій для встановлення правила прийняття рішення за результатами забезпечення якості випробувань у лабораторії із застосуванням невизначеності вимірювання;

- дослідити запропонований показник співпадіння;

- розробити структурну даних програмного розрахунку показників забезпечення якості при випробуваннях у лабораторії.

Результати дослідження. Показник і критерій для встановлення правила прийняття рішення за результатами забезпечення якості випробувань у лабораторії із застосуванням невизначеності вимірювання. Методи випробувань реалізуються шляхом вимірювання значень певних параметрів за визначеною методикою і з використанням регламентованих засобів вимірювальної техніки. Безумовно, як методика, так і засоби вимірювальної техніки мають похибки. У зв'язку з цим, результати експериментальних досліджень, що отримані в умовах відтворюваності або повторюваності [2], будуть різнитись між собою. Це обумовлено впливом випадкової, систематичної і методичної похибок.

Розвиток комп'ютерних технологій дозволив підвищити точність отримання експериментальних даних вимірювань за рахунок автоматизації їх отримання і оброблення. Нехай дослідження одного параметру проводяться різними методами (різними випробувачами, в різних умовах). Умовно позначимо їх як Метод 1 і Метод 2. Надалі цифрами 1 і 2 в індексах формул будуть позначені результати отримані за Методом 1 і Методом 2, відповідно.

Розглядаючи масив значень величин, що отримані Методом 1 і масив значень, що отримані Методом 2, як дві незалежні випадкові величини, необхідно визначати ймовірність їх сумісного прояву, враховуючи значення інтервалів у яких може знаходитись дійсне значення вимірюваної величини, що і буде являться критерієм співставності результатів.

Модель вимірювання (модельне рівняння) показника, що досліджується має вид

$$y = f(X \pm U_x), \quad (1)$$

де $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ – множина значень величин, що входять у модельне рівняння вимірювання теоретичного значення досліджуваного показника y ;

$U_x = \{U_{x1}, U_{x2}, \dots, U_{xn}\}$ – множина значень розширених невизначеностей з якими вимірюються показники X , що входять у модельне рівняння вимірювання досліджуваного показника y ;

n – кількість величин, що входять у модельне рівняння вимірювання досліджуваного показника y .

Зробимо припущення, що результати вимірювання розподіляються за нормальним законом.

Невизначеність вимірювання U_x розраховується з довірчою ймовірністю $P=0,95$, тому межі зміни показника y будуть охоплювати майже всю площу під кривою розподілу. Виходячи з визначення поняття «невизначеність вимірювання» та (1), можна констатувати, що умовні межі можливих значень показника y будуть визначатись величиною його невизначеності вимірювання

$$y_{\max}(y_{\min}) = \bar{y} \pm U_y, \quad (2)$$

де y_{\max}, y_{\min} – можливі максимальне і мінімальне значення показника y , відповідно;

U_y – невизначеність вимірювання показника y .

Незалежно від методу визначення показника y , його математичне очікування, середнє квадратичне відхилення і похибка визначення середнього значення експериментальних даних визначаються за класичними формулами теорії ймовірності [15]:

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^j y_i}{j}; \quad (3)$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{1}{j-1} \sum_{i=1}^j (y_i - \bar{y})^2}; \quad (4)$$

$$m_y = \frac{\sigma_y}{\sqrt{j}}, \quad (5)$$

де y_i – i -те значення вимірюваної величини (показника) y ;

j – кількість вимірювань величини y .

У реальних умовах за рахунок дії випадкової і систематичної похибок, невизначеності вимірювання показника у Методом 1 і Методом 2 будуть різнитись:

$$U_{y1} \neq U_{y2}. \quad (6)$$

Також будуть різнитись і математичні очікування показника y

$$\bar{y}_1 \neq \bar{y}_2. \quad (7)$$

В якості показника для оцінювання співпадіння результатів вимірювання отриманих Методом 1 і Методом 2 пропонується показник, що визначається відношенням різниці середніх значень (Δy) до спільної невизначеності їх вимірювання ($U_{y\Sigma}$) з урахуванням застосовного (прийнятого) правила прийняття рішення r

$$k_c = \frac{\Delta y}{U_{y\Sigma}}, \quad (8)$$

де:

$$\Delta y = |\bar{y}_1 - \bar{y}_2|; \quad (9)$$

$$U_{y\Sigma} = r \sqrt{U_{y1}^2 + U_{y2}^2}, \quad (10)$$

r – правило прийняття рішення.

На рис. 1 показано графічно співпадіння результатів вимірювань, що отримані Методом 1 і Методом 2.

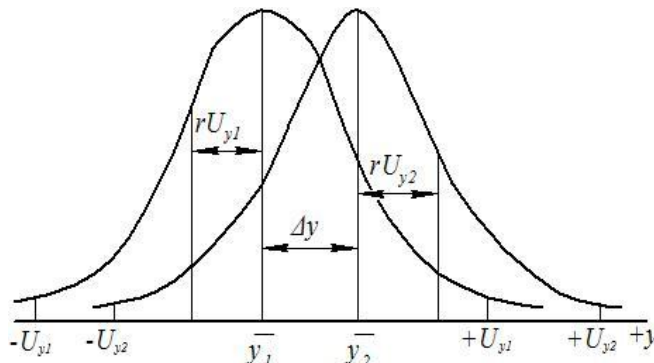


Рисунок 1 – Графічна інтерпретація співпадіння результатів вимірювань отриманих Методом 1 і Методом 2

За спеціальними таблицями, що наведені в літературі з математичної статистики (наприклад в [15]), в залежності від величини k_c , визначається ймовірність з якою математичне очікування величини, що визначена одним із методів виходить за межі невизначеності вимірювання тієї ж величини визначеної іншим методом з урахуванням застосованого правила прийняття рішення. Із наведеного вище визначення, можна зробити висновок, що показник k_c є кількісним показником вираження сумарної похибки методу вимірювання, що застосовується.

Для визначення ймовірності співпадіння (P_c) результатів вимірювання отриманих різними методами (з урахуванням застосованого правила прийняття рішення) необхідно знайти величину

$$P_c = 1 - P_{k_m}. \quad (11)$$

де P_{k_m} – ймовірність неспівпадіння теоретичних і експериментальних даних [15].

Дослідження показника співпадіння k_c . Значення показника k_c змінюється в межах $k_c = [0; \infty)$. У табл. 1 наведено значення показника k_c та відповідні їх ймовірності співпадіння розподілів.

Таблиця 1 – Коротка таблиця значень ймовірності співпадіння розподілів

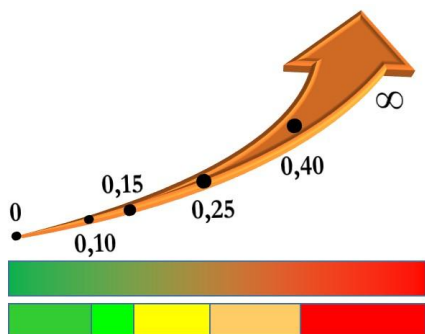
k_c	0,05	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
P_c	0,9799	0,9203	0,8985	0,8415	0,7642	0,6892	0,5485	0,4237	0,3173	0,2301

Як видно з табл. 1, за значень $k_c = 0,6$ ймовірність співпадіння двох розподілів буде 54 %. Тобто, за значень $k_c \approx 0,68$ ймовірність співпадіння двох розподілів буде 50 %. За значення $k_c \leq 0,25$ ймовірність співпадіння результатів буде становити 80 % і більше. У цьому випадку

можна вважати, що методична похибка незначно впливає на результати вимірювань, а самі результати є співставними (якість випробувань у лабораторії забезпечується).

Значення показника k_c суттєво залежить від значення спільної невизначеності вимірювання U_{Σ} . Чим більше буде значення U_{Σ} , тим з більшою ймовірністю середні значення розподілів вимірювань будуть знаходитись у межах невизначеності вимірювання показника. Тому інтервал меж невизначеності вимірювання обмежується правилом прийняття рішення у лабораторії r (див. формулу 10). Це може бути будь яке число в інтервалі (0; 1].

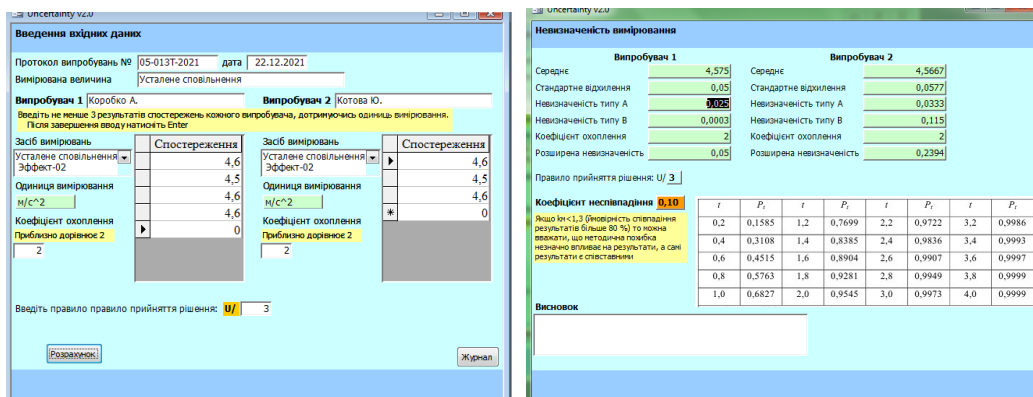
На рис. 2 показано запропоновану градацію оцінки міри співпадіння результатів вимірювань за порівняльних випробувань на основі показника k_c :



- (0,40; ∞) – результати випробувань неспівставні;
- (0,25; 0,40) – співпадіння результатів незадовільне;
- (0,15; 0,25) – співпадіння результатів задовільне;
- (0,10; 0,15) – співпадіння результатів добре;
- [0; 0,10] – співпадіння результатів дуже добре.

Рисунок 2 – Градація оцінки міри співпадіння результатів вимірювань за порівняльних випробувань на основі показника k_c

Структура даних програмного розрахунку показників забезпечення якості при випробуваннях у лабораторії. Для спрощення процесу розрахунку показників забезпечення якості та зменшення ризиків допущення помилок у розрахунках пропонується на базі віртуальної випробувальної лабораторії [21] створити модуль «Coincidence». Інтерфейс цього модуля показано на рис. 3.



а)

б)

Рисунок 3 – Інтерфейс модуля «Coincidence»
а) вікно вводу даних; б) вікно результатів розрахунку

Структурно модуль «Coincidence» складається з:

- таблиць: «Протокол», «Результати вимірювань – випробувач 1», «Результати вимірювань – випробувач 2», «Вид вимірювань»; причому, ці таблиці поєднані відношенням «Один до багатьох» за полем «Код протоколу» із забезпеченням цілісності даних та каскадним оновленням;

- запитів: «Статистика», «Невизначеність», «Невизначеність А», «Невизначеність A_{STDev} », «Невизначеність В», «Співпадіння Звіт», що забезпечують розрахунок співпадіння результатів;

- звіту «Протокол порівняльних випробувань», що побудовано за формою встановленою в лабораторії; крім цього окремо формується журнал розрахунку невизначеності вимірювання;

- форм: «Введення даних», «Результат».

Вхідними даними для розрахунку співпадіння у модулі є: засоби вимірювальної техніки, безпосередньо результати вимірювань (не менше трьох у кожного випробувача, коефіцієнт

охоплення, прізвище осіб, що здійснюють вимірювання та коефіцієнт правила прийняття рішення. Після натискання кнопки «Розрахунок» на екран виводиться уся інформація, що необхідна для інтерпретування результатів порівняльних випробувань. Натискання кнопки «Протокол» формує і виводить на екран протокол порівняльних випробувань за встановленою формою, який може бути надрукованим або збереженим у форматі pdf.

Висновки. В результаті проведеного дослідження розроблено новий спосіб оцінювання співпадіння результатів вимірювань під час виконання процедури забезпечення якості випробувань у лабораторії. Правило прийняття рішення засновано на основі невизначеності вимірювання. В якості кількісного показника запропоновано ймовірність з якою математичні очікування вимірюваних даних знаходяться у межах невизначеності вимірювання показника. Таким кількісним показником впливу методичної похибки запропоновано відношення різниці між математичними очікуваннями результатів вимірювань отриманих в різних серіях вимірювань до середньої невизначеності їх визначення з урахуванням застосованого правила прийняття рішення. Указаний показник засновано на припущенні того, що результати вимірювань розподілені нормально.

Інформаційні джерела

1. ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій (EN ISO/IEC 17025:2017, IDT; ISO/IEC 17025:2017, IDT). [Чинний від 2021-01-01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ» – VI, 24 с. (Національний стандарт України).
2. ДСТУ ГОСТ ISO 5725 Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювань (6 частин). К. : Держспоживстандарт.
3. Carmen Ricós, Pilar Fernández-Calle, Carmen Perich and Sverre Sandberg External quality control in laboratory medicine. Progresses and future. *Avances en Medicina de Laboratorio*. 2022. 3 (3). 221–231. doi.org/10.1515/almed-2022-0058
4. Huub H. van Rossum Technical quality assurance and quality control for medical laboratories: a review and proposal of a new concept to obtain integrated and validated QA/QC plans. *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*, 2022. 59:8. 586–600. doi: 10.1080/10408363.2022.2088685.
5. Бурмака О. В. Розробка та валідація методики визначення енісаміуму йодиду для вивчення профілів розчинення противірусного засобу. *Фармацевтичний журнал*. 2018, № 3-4. 38–46. doi: 10.32352/0367-3057.3-4.18.06.
6. Васілевський О. М., Дідич В. М., Слободянюк О. С. Нормування індексів відтворюваності та придатності для оцінки показників якості продукції або виробничих послуг. *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*. 2018. 1. 42–51.
7. Пастущин Л.Б. Валідація нестандартизованих методик калібрування засобів вимірювальної техніки. *Перспективні технології та прилади*. 2022. 21. 84–89. doi 10.36910/10.36910/6775-2313-5352-2022-21-12
8. Щербань А. П., Єременко В. С. Методика оцінки точності результатів нетипових вимірювань. *Приладобудування: стан і перспективи* : XXI Міжнародна науково-технічна конференція : матеріали, 17-18 травня 2022 року, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 267–269.
9. Костюк В. О. Прикладна статистика: навч. Посібник. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. 191 с.
10. Назаренко Л. А. Конспект лекцій з курсу «Планування і обробка результатів експерименту» (для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка). Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 163 с.
11. Лапач С.М. Теорія планування експериментів: Виконання розрахунково-графічної роботи [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізації «Технологія машинобудування». Електронні текстові данні (1 файл: 3,31 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 86 с.
12. Основи теорії надійності технічних систем / Павлюк О. М. та ін. Львів : Вид-во «Львівська політехніка», 2021. 208 с.
13. Моцний Ф. В. Аналіз непараметричних і параметричних критеріїв перевірки статистичних гіпотез. Частина I. Критерії узгодження Пірсона і Колмогорова. *Статистика України*. 2018. 4. 14–24.

14. Мощний Ф. В. Аналіз непараметричних і параметричних критеріїв перевірки статистичних гіпотез. Частина II. Критерії узгодження Романовського, Стьюдента і Фішера. *Статистика України*. 2019. 1. 13–23. doi: 10.31767/su.1(84)2019.01.02.
15. Теорія ймовірностей та математична статистика: навч. посіб./ О. І. Кушлик-Дивульська, Н. В. Поліщук, Б. П. Орел, П. І. Штабальок. – К: НТУУ «КПІ», 2014. – 212 с. – Бібліогр.: с.205..
16. Статистичний аналіз даних вимірювань: навч. посіб. / Єременко В.С., Куц Ю.В., Мокійчук В.М., Самойліченко О.В. – К.: НАУ, 2013.– 320 с.
17. Korobko A. Measurement Uncertainty as a Test Model Assessment Tool. *Advanced Optoelectronics and Lasers CAOL*2019: 2019 IEEE 8th International Conference with XVI Scientific Workshop "Measurement Uncertainty: Scientific, Normative, Applied and Methodical Aspects" UM*2019* : Conference Proceedings. Sozopol, Bulgaria 06-08 September 2019. P. 707–710. DOI: 978-1-7281-1814-7/19/31:00.
18. Подригало М.А., Вербицький В.І., Коробко А.І., Байдала В.Ю. Оцінювання адекватності результатів досліджень, що отримані різними методами (в порядку обговорення). *Перспективні технології та прилади*. 2019. Випуск 15. С. 63–67.
19. Volodarsky E.T., Kosheva L.O., Klevtsova M.O. Approaches to the Evaluation of Conformity Taking into Account the Uncertainty of the Value of the Monitored Parameter. *Advanced Optoelectronics and Lasers CAOL*2019: 2019 IEEE 8th International Conference with XVI Scientific Workshop "Measurement Uncertainty: Scientific, Normative, Applied and Methodical Aspects" UM*2019* : Conference Proceedings. Sozopol, Bulgaria 06-08 September 2019. P. 648–652. doi: 978-1-7281-1814-7/19/31:00.
20. Volodarsky E., Kosheva L., Klevtsova M. Formation of the rule decision-making about suitability products on the basis of the adaptive algorithm. 28th International Scientific Symposium Metrology And Metrology Assurance. 2018. 331–335.
21. Коробко А. І., Шатіхіна В. Є. Віртуальний тренажер акредитованої випробувальної лабораторії. *Перспективні технології та прилади*. 2020. Випуск 17. С. 72–78.

Korobko A., Kotova Yu.,

"Leonid Pogorilyy Ukrainian Scientific Research Institute of Forecasting and Testing of Machinery and Technologies for Agricultural Production" Kharkiv branch; Kharkiv national automobile and highway University

DECISION-MAKING TO ENSURE THE QUALITY OF TESTS

The article proposes a new way of assessing the coincidence of measurement results during the quality assurance procedure of tests in the laboratory. The decision rule is based on measurement uncertainty. As a quantitative indicator, the probability with which the mathematical expectations of the measured data are within the uncertainty of the indicator measurement is proposed. Such a quantitative indicator of the impact of methodological error is proposed as the ratio of the difference between the mathematical expectations of the measurement results obtained in different series of measurements to the average uncertainty of their determination, taking into account the applied decision-making rule. This indicator is based on the assumption that the measurement results are normally distributed. To simplify the process of calculating quality assurance indicators and reduce the risk of making mistakes in calculations, the "Coincidence" module was created on the basis of a virtual test laboratory. The input data for the calculation of coincidence in the module are: measuring equipment, directly the results of measurements (at least three for each tester, the coverage coefficient, the surname of the persons performing the measurements and the coefficient of the decision rule.

Key words: decision rule, uncertainty of measurement, coincidence of results, measurement, probability, random error, methodical error, error of determining the mean value.