

**АНАЛІЗУВАННЯ ВИМОГ МІЖНАРОДНИХ СТАНДАРТІВ ЩОДО
МІЖЛАБОРАТОРНИХ ТА ВНУТРІШНЬОЛАБОРАТОРНИХ ПОРІВНЯНЬ
РЕЗУЛЬТАТІВ ВИПРОБУВАНЬ ВИПРОБУВАЛЬНИХ (КАЛІБРУВАЛЬНИХ)
ЛАБОРАТОРІЙ**

Трищ Р.М., Бурдейна В.М. Артюх С.М., Черняк О.М., Грінченко Г.С.

Українська інженерно-педагогічна академія

Інформація про авторів

Трищ Роман Михайлович; ORCID: 0000-0002-9503-8428; trich_@ukr.net; професор, доктор технічних наук; завідувач кафедри охорони праці, стандартизації та сертифікації; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

Бурдейна Вікторія Михайлівна; ORCID: 000-0002-0026-1900; zamorskavika@ukr.net; кандидат технічних наук, доцент; доцент кафедри охорони праці, стандартизації та сертифікації; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська 16, м. Харків, 61003, Україна.

Артюх Світлана Миколаївна; ORCID: 000-0003-0804-6313; artyhsn@gmail.com; кандидат технічних наук, доцент; доцент кафедри охорони праці, стандартизації та сертифікації; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська 16, м. Харків, 61003, Україна.

Черняк Олена Миколаївна; ORCID: 0000-0001-6167-8809; cherniak@uipa.edu.ua; кандидат технічних наук; старший викладач кафедри охорони праці, стандартизації та сертифікації; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська 16, м. Харків, 61003, Україна.

Грінченко Ганна Сергіївна; ORCID: 0000-0002-6498-6142; hrinchenko@uipa.edu.ua; кандидат технічних наук, доцент; доцент кафедри охорони праці, стандартизації та сертифікації; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська 16, м. Харків, 61003, Україна.

Проаналізовано міжнародні стандарти щодо визначення поняття міжлабораторних (внутрішньолабораторних) порівнянь. Визначені основні завдання міжлабораторних порівнянь при перевірці кваліфікації. Описано основні вимоги щодо моніторингу достовірності результатів міжлабораторних (внутрішньолабораторних) порівнянь та при оцінці точності методики вимірювань типовими завданнями міжлабораторних порівнянь. Розглянуто можливі способи використання стандартних зразків для цілей перевірки кваліфікації. Визначена мета внутрішньолабораторних порівнянь у відповідності до міжнародних стандартів. У відповідності до вимог міжнародних стандартів запропонована схема проведення експерименту, заснованого на збалансованих однорідних рівнях. Визначений підхід щодо проведення порівнянь для перевірки кваліфікації лабораторії під час реалізації стандартної методики, а також для попередньої оцінки прецизійності методики, що розробляється. Проаналізовані основні засади метода проведення порівнянь. Визначені основні вимоги щодо виконання вимірювань при експерименті в міжлабораторних (внутрішньолабораторних) порівняннях. Коротко описані вимоги до однорідності матеріалу зразків, які використовуються в міжлабораторних (внутрішньолабораторних) порівняннях. Коротко описана діяльність зарубіжних і вітчизняних провайдерів перевірок кваліфікації. Проаналізовані та визначені основні вимоги до зразків, які застосовуються для експерименту по оцінці точності при проведенні міжлабораторних (внутрішньолабораторних) порівнянь.

Ключові слова: міжлабораторні порівняння; внутрішньолабораторні порівняння; випробувальні лабораторії; міжнародні стандарти; зразки.

Trishch R., Burdeina V., Artyukh S., Cherniak O., Hrinchenko H. «Analysis of international requirements of standards for interlaboratory and intralaboratory comparisons of test results of testing (calibration) laboratories».

International standards for defining the concept of interlaboratory (intralaboratory) comparisons are analyzed. The main tasks of interlaboratory comparisons during the qualification test are determined. The main requirements for monitoring the reliability of the results of interlaboratory (intralaboratory) comparisons and in assessing the accuracy of measurement methods by typical tasks of interlaboratory comparisons are described. Possible ways of using standard samples for the purposes of proficiency testing are considered. The purpose of intralaboratory comparisons in accordance with international standards is determined. In accordance with the requirements of international standards, a scheme for conducting an experiment based on balanced homogeneous levels is proposed. The approach to conducting comparisons for checking the qualification of the laboratory during the implementation of the standard methodology, as well as for the preliminary assessment of the precision of the developed methodology is defined. The basic principles of the method of comparisons are analyzed. The main requirements for performing measurements during the experiment in interlaboratory (intralaboratory) comparisons are determined. The requirements for the homogeneity of the material of the samples used in interlaboratory (intralaboratory) comparisons are briefly described. The activity of foreign and domestic providers of qualification tests is briefly described. The main requirements to the samples used for the experiment to assess the accuracy of interlaboratory (intralaboratory) comparisons are analyzed and determined.

Keywords: interlaboratory comparisons; intralaboratory comparisons; testing laboratories; international standards; samples.

Постановка проблеми

Всі тенденції глобалізації у світовій економіці і торгівлі, тісна співпраця країн в області науки, техніки, охорони здоров'я, безпеки, охорони навколишнього середовища, прискорення науково-технічного прогресу висувають для світової спільноти в якості актуальної проблеми необхідність і потреба в розвитку і вдосконаленні міжнародної системи оцінки відповідності. Це призвело до створення нової сфери міжнародної стандартизації, пов'язаної з оцінкою відповідності (до розробки стандартів ISO / IEC серії 170001), прийнятого курсу країн на гармонізацію національних і міжнародних нормативних баз. Визначною метою створення міжнародної системи оцінки відповідності є забезпечення довіри користувачів до результатів оцінки відповідності товарів, робіт і послуг встановленим вимогам. Мета побудови системи, необхідна ефективність її функціонування (виняток учасниками системи оцінки відповідності такого явища, як дублювання дій, продиктований недостатньою довірою з боку користувачів результатів оцінки відповідності в одній країні до компетентності органів, що виконують оцінку відповідності в іншій) дозволили сформулювати принцип взаємного визнання результатів оцінки відповідності: «один стандарт - одне випробування - прийнято всюди» [2, 3]. На реалізацію цього принципу з метою формування системи взаємного визнання результатів оцінки відповідності направлено керівництво ISO / IEC 68: 2002 [4]. Підвищення рівня довіри користувачів результатів системи оцінки відповідності можливо на основі укладених багатосторонніх угод між органами з оцінки відповідності та / або міжнародних угод між національними органами з акредитації органів з оцінки відповідності. Відповідно з ISO / IEC 17000 підписаної угоди базуються на домовленості про взаємне визнання результатів оцінки відповідності як отриманих компетентно і за схожими процедурам, що дозволяє підписувати угоди бути впевненими, що всі потенційні учасники угоди є компетентними і здатні продемонструвати оцінку відповідності міжнародно визаним вимогам. Понад 2000 лабораторій в більш ніж 80

країнах світу беруть участь в міжлабораторних порівняннях досліджень. Тому результати міжлабораторних порівнянь представляють особливий інтерес для лабораторій, тому що дають достовірну інформацію про їх професіоналізм. Особливу увагу в міжлабораторних (внутрішньо лабораторних) порівняннях приділяється визначенню вимог до зразків, які використовуються в цих порівняннях.

Головна мета вимірвальної та випробувальної лабораторії (далі – ВЛ) – це одержання достовірних результатів вимірювань/випробувань (далі – результатів). У міжнародних документах лабораторії для забезпечення довіри до результатів пропонується проводити моніторинг їх достовірності. Такий моніторинг повинен бути плановим та, де це доречно, включати, зокрема, внутрішньолабораторні порівняння. Також, рекомендується лабораторії моніторити свої результати в порівнянні з результатами інших лабораторій, де це можливо і доречно. Цей моніторинг повинен плануватися та переглядатися, і включати, але не обмежуватись, наступним:

- а) участь у перевірках кваліфікації;
- б) участь у міжлабораторних порівняннях, відмінних від перевірок кваліфікації.

Дослідження спирається на те, що вирішуючи питання про достатню кількість зразків (матеріалу) для проведення експерименту, необхідно враховувати можливість випадкових утрат або помилок під час одержання деяких результатів, що може вимагати додаткової кількості матеріалу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Ряд науковців розглядали проблему організації проведення та оцінки міжлабораторних порівнянь. Так, наприклад, автори у роботі [5] внутрішньолабораторний контроль розглядають як елемент системи забезпечення єдності результатів випробувань, під час якого здійснюється як попереджувальний (попередній) контроль, так і контроль прийнятності результатів.

У роботі [6] запропоновано способи оцінки якості результатів вимірювання під час внутрішнього контролю в калібрувальній лабораторії, які можна застосовувати, використовуючи тільки стандартизовані або валідовані методики калібрування.

Метою статті є комплексне дослідження вимог міжнародних стандартів щодо впливу зразків в забезпеченні якості результатів досліджень при проведенні міжлабораторних (внутрішньолабораторних) порівнянь та визначення основних вимог до зразків, що використовуються в міжлабораторних (внутрішньолабораторних) порівнянь.

Основний матеріал

За ISO/IEC 17043:2010 «Міжлабораторні порівняння Оцінка відповідності. Основні вимоги до проведення перевірки кваліфікації»: Міжлабораторні порівняння - організація, виконання та оцінювання вимірювань або випробувань одного і того ж або декількох подібних зразків двома або більше лабораторіями відповідно до заздалегідь встановлених умов.

Внутрішньолабораторні порівняння - організація, виконання та оцінювання результатів вимірювань або випробувань одного і того ж або декількох подібних зразків в одній лабораторії.

Проведення та участь у порівняннях можуть бути направлені на перевірку кваліфікації лабораторії або оцінку точності методики вимірювань. При перевірці кваліфікації типовими завданнями міжлабораторних порівнянь є:

- оцінювання характеристик функціонування лабораторій з проведення певних випробувань або виконання вимірювань та постійний моніторинг за ними;

- виявлення проблем у лабораторіях, пов'язаних, наприклад, із застосуванням неправильних процедур вимірювань або випробувань, недостатньою ефективністю навчання та управління персоналом або некоректним калібруванням обладнання, і їх усунення;
- встановлення ефективності та порівнянності методів випробувань або вимірювань;
- забезпечення додаткового довіри у замовників лабораторії;
- виявлення відмінностей між лабораторіями;
- навчання лабораторій, що беруть участь, засноване на результатах порівнянь;
- підтвердження заявленої невизначеності.

При оцінці точності методики вимірювань типовими завданнями міжлабораторних порівнянь є [7]:

- підтвердження заявленої невизначеності;
- оцінювання характеристик методики (часто описується як спільні випробування).

Внутрішньолабораторні порівняння можуть проводитися з метою:

- перевірки перевірку кваліфікації фахівців лабораторії;
- верифікації стандартної методики;
- оцінку точності розробленої методики вимірювань або методики, що застосовується в лабораторії поза сферою її застосування під час валідації методики.

Проведення порівнянь основане на порівнянні результатів, виконаних фахівцями різних лабораторій або різними фахівцями однієї лабораторії. Це вимагає наявності зразків, дослідження яких будуть проводитися під час проведення порівнянь. Зразком для проведення перевірянь може бути проба, продукт, штучний об'єкт (артефакт), стандартний зразок, частина обладнання чи еталон.

Вимоги до зразків встановлені рядом міжнародних стандартів, впроваджених в Україні в статусі національних стандартів. Один з таких стандартів ДСТУ ГОСТ ІСО 5725-2:2005 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений (ГОСТ ІСО 5725-2-2003, IDT) встановлює вимоги до метода проведення порівнянь за показниками прецизійності.

Під час реалізації цього методу оцінюються стандартні відхилення повторюваності результатів, одержаних в лабораторіях за однією методикою вимірювань/випробувань (далі – методика). Для цього застосовані матеріали (зразки) повинні бути однорідними або неоднорідність зразка може бути урахована у значеннях прецизійності.

Для реалізації цього метода важлива можливість використання схеми проведення експерименту, заснованого на збалансованих однорідних рівнях. Такий підхід до проведення порівнянь може бути використаний для проведення перевірки кваліфікації лабораторії під час реалізації стандартної методики, а також для попередньої оцінки прецизійності методики, що розробляється.

Основні засади цього метода проведення порівнянь такі:

- 1) використовується статистична модель, яка описується рівнянням

$$y = m + B + e,$$

де (для конкретного зразка):

m - середнє значення (математичне очікування);

B - лабораторна складова систематичної похибки результатів вимірювань, які виконані у відповідності із стандартною методикою. в умовах повторюваності;

e - випадкова похибка, яка міститься у кожному незалежному спостереженні кожного вимірювання та в умовах повторюваності.

2) в статистичній практиці істинне значення стандартного відхилення невідомо, тому замінюється оцінкою, яка основана на виборці.

За цим методом зразки з q партій матеріалів, що відповідають q різних рівнів вимірюваної характеристики, надсилаються в p лабораторій, кожна з яких в умовах повторюваності на кожному з q рівнів одержує точно n паралельних визначень (значень незалежних спостережень). Експеримент такого типу носить назву «збалансованого експерименту з однорідними рівнями».

Виконання вимірювань при цьому експерименті повинно бути організоване з виконанням таких вимог:

- кожна група з n незалежних спостережень при вимірюванні одного рівня повинна бути одержана в умовах повторюваності, тобто у межах короткого інтервалу часу і одним та тим же оператором, а також без ніякого проміжного перекалібрування обладнання (крім випадку, якщо таке перекалібрування є умовою виконання вимірювань);

- незалежні спостереження виконуються незалежним чином так, начебто вони проводяться на різних зразках. Однак, кожне з n спостережень виконується на ідентичних зразках.

Таким чином, для проведення перевірянь координатору або провайдеру необхідно мати достатню кількість ідентичного однорідного матеріалу для реалізації одного рівня вимірювань. Достатня кількість визначається в залежності від p лабораторій, які приймають участь у порівняннях, та необхідної кількості матеріалу для проведення n спостережень в кожній лабораторії. Також при вирішенні питання про достатню кількість зразків (матеріалу) для проведення експерименту необхідно враховувати можливість випадкових втрат або помилок при одержанні деяких результатів, що може вимагати додаткової кількості матеріалу. Матеріалу (зразків) повинно бути достатньо для забезпечення експерименту та передбаченого резерву.

При необхідності гомогенізації матеріалу проводиться найбільш придатним для нього способом. Якщо матеріал, призначений для досліджень, не є однорідним, важливо підготувати проби таким способом, який установлений у методиці. Для нестабільних матеріалів наводяться спеціальні вказівки щодо їх зберігання та поводження з ними.

Для зразків передбачають відповідні заходи для усунення можливості зміни їх характеристик під час транспортування, збереження та підготовки для досліджень.

Ідентифікація зразків забезпечується маркуванням з визначенням назви експерименту та шифру зразка.

Вимоги до однорідності матеріалу зразків визначені у додатку В.5 ДСТУ EN ISO/IEC 17043:2017 Оцінка відповідності. Загальні вимоги до перевірки професійного рівня (EN ISO/IEC 17043:2010; ISO/IEC 17043:2010, IDT), як необхідність демонстрації достатньої однорідності зразків за допомогою обґрунтованих статистичних методів, включаючи статистично випадкову вибірку репрезентативної кількості проб. Відповідні процедури детально викладені в ДСТУ ISO 13528:2016 «Статистичні методи для застосування під час перевірки професійного рівня за допомогою міжлабораторних порівнянь (ISO 13528:2015, IDT)», і в Міжнародному гармонізованому протоколі IUPAC. ISO 13528 встановлює сувору межу з неоднорідності та нестабільності для обмеження впливу на невизначеність i , отже, впливу, який вони чинять на одержувані оцінки, Міжнародний гармонізований протокол IUPAC розширює умови виконання статистичної перевірки оцінки неоднорідності та нестабільності щодо критерію, рекомендованого в ISO 13528.

Стабільність перевіряється для гарантії того, що вимірювана величина(и) не змінилася під час раунду перевірки кваліфікації. В ISO 13528 визначено, що зразки повинні

перевірятися в різних умовах, які зустрічаються при нормальному ході проведення програми перевірки кваліфікації, тобто в умовах відвантаження і перевезення при розподілі учасникам.

В ISO 13528 визначено, що повинні бути гарантії однорідності, стабільності та придатності зразків. Провайдер (координатор) повинен оцінити однорідність та стабільність зразків з використанням критеріїв, які дозволяють гарантувати, що неоднорідність та нестабільність зразків не буде негативно впливати на результати порівнянь.

Висновки

Вимоги до зразків, які застосовуються для експерименту по оцінці точності, визначені ДСТУ ГОСТ ІСО 5725-1:2005 «Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювання. Частина 1. Основні положення та визначення (ГОСТ ІСО 5725-1-2003, IDT)» таким чином:

- матеріали повинні представляти у повній мірі ті, які передбачені у сфері застосування методики;

- якщо зразок дискретний та не змінюється під час проведення досліджень, можна використовувати його одного для всіх лабораторій. Якщо при цьому використовуються різні зразки, то вони повинні бути ідентичними;

- при виборі матеріалу для забезпечення різних рівнів приймається до уваги проведення гомогенізації або вплив гетерогенності матеріалу на одержанні результати;

- у разі виконання вимірювань на твердих матеріалах, які не можуть бути гомогенізовані, а також якщо вимірювання не можуть бути повторені не тому самому зразку, неоднорідність матеріалу не дозволяє застосувати поняття «ідентичні зразки, тому у цьому випадку оцінка прецизійності може бути приписана тільки конкретному зразку;

- коли дослідження пов'язані з руйнуванням зразка, то складова змінності результатів, яка виникає через різноманітність зразків, на яких виконувались дослідження, повинна бути незначною порівняно із змінністю за методикою або повинна бути невід'ємною її частиною та представляти складову прецизійності;

- у випадку, коли матеріали (зразки) можуть змінюватися у часі, то повний цикл виконання експерименту повинен встановлюватися з урахуванням цього.

Таким чином, з якою метою не проводились би порівняння, слід максимально забезпечувати виконання різних вимірювань в однакових умовах на ідентичних однорідних та стабільних зразках.

Список використаних джерел:

1. ДСТУ ISO/IEC 17043:2017. Оцінка відповідності. Загальні вимоги до перевірки професійного рівня (EN ISO/IEC 17043:2010; ISO/IEC 17043:2010, IDT). – [Чинний від 2018-01-01]. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 34 с.
2. ДСТУ ГОСТ ІСО 5725-2:2005. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Ч. 2: Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений (ГОСТ ІСО 5725-2-2003, IDT). – [Чинний від 2006-07-01]. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2005. – 61 с.
3. ДСТУ EN ISO/IEC 17043:2017. Оцінка відповідності. Загальні вимоги до перевірки професійного рівня (EN ISO/IEC 17043:2010; ISO/IEC 17043:2010, IDT)). – [Чинний від 2006-07-01]. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2005. – 61 с.
4. ДСТУ ГОСТ ІСО 5725-1:2005. Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювання. Ч. 1: Основні положення та визначення (ГОСТ ІСО 5725-1-2003, IDT) . – [Чинний від 2006-07-01]. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2005. – 54 с.
5. Володарский Е. Т. Внутривлабораторный контроль качества. Современные подходы / Е. Т. Володарский, Л. А. Кошева, Н. А. Раковец // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2010. – № 3. – С. 95–101.
6. Внутрішньолабораторний контроль якості результатів калібрування / В. Г. Васильєва, Г. А. Примакова, Л. М. Домненко, А. О. Меженський // Український метрологічний журнал. – 2018. – № 4. – С. 3–7.

7. Результаты контроля точности лабораторных измерений показателей качества угля / Е. Е. Гарковенко, Т. А. Моцак, Л. Г. Сатановская, Л. А. Уткина // *Уголь Украины*. – 2011. – № 10. – С. 52–54.
8. ISO/IEC 17043:2010. Conformity assessment – General requirements for proficiency testing: (Prepared by the ISO Committee on conformity assessment (CASCO), approved by both organizations ISO and IEC (cancels and replaces ISO/IEC Guide 431:1997 and ISO/IEC Guide 43-2:1997). – 39 p.
9. ДСТУ ISO/IEC 17025:2017. Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій. – [Чинний від 2018-01-01]. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 33 с.
10. ДСТУ ISO 13528:2016. Статистичні методи для застосування під час перевірки професійного рівня за допомогою міжлабораторних порівнянь (ISO 13528:2015, IDT). – [Чинний від 2016-09-01]. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 61 с.

References:

1. DSTU ISO/IEC 17043:2017. *Otsinka vidpovidnosti. Zahalni vymohy do perevirky profesiinoho rivnia (EN ISO/IEC 17043:2010; ISO/IEC 17043:2010, IDT) 2017*, Derzhavne pidpriemstvo Ukrainyskyi naukovo-doslidnyi i navchalnyi tsentr problem standartyzatsii, Kyiv.
2. DSTU HOST YSO 5725-2:2005. *Tochnost (pravylnost y pretsyzyonnost) metodov y rezultatov yzmerenyi. Part 2 Osnovnoi metod opredeleniya povtoriaemosti y vosproizvodymosti standartnoho metoda yzmerenyi (HOST YSO 5725-2-2003, IDT) 2005*, Derzhavne pidpriemstvo Ukrainyskyi naukovo-doslidnyi i navchalnyi tsentr problem standartyzatsii, Kyiv.
3. DSTU EN ISO/IEC 17043:2017 *Otsinka vidpovidnosti. Zahalni vymohy do perevirky profesiinoho rivnia (EN ISO/IEC 17043:2010; ISO/IEC 17043:2010, IDT) 2005*, Derzhavne pidpriemstvo Ukrainyskyi naukovo-doslidnyi i navchalnyi tsentr problem standartyzatsii, Kyiv5.
4. DSTU HOST YSO 5725-1:2005 *Tochnist (pravylnist i pretsyziinist) metodiv ta rezultativ vymiriuvannia. Part 1 Osnovni polozhennia ta vyznachennia (HOST YSO 5725-1-2003, IDT) 2005*, Derzhavne pidpriemstvo Ukrainyskyi naukovo-doslidnyi i navchalnyi tsentr problem standartyzatsii, Kyiv.
5. Volodarskiy, E, Koshevaya, L & Rakovets, N 2010, 'Vnutrilaboratornyj kontrol kachestva. Sovremennye podhody' [Intralaboratory Quality Control. Modern Approaches]. *Informatsiini tekhnologii ta kompiuterna inzheneriia*, no. 3, pp. 95-10.
6. Vasylieva, V, Prymakova, H, Domnenko, L & Mezhenyskiy, A 2018, Vnutrishno laboratornij kontrol yakosti rezultativ, *Ukrainskyi metrolohichnyi zhurnal*, no. 4, pp. 3-7.
7. Harkovenko, EE, Motsak, TA, Satanovskaia, LH & Utkyna, LA 2011, 'Rezultaty kontrolja tochnosti labora-tornyh izmerenij pokazatelej kachestva uglja', *Ugol Ukrainy*, no. 10, pp. 52-54.
8. *Conformity assessment – General requirements for proficiency testing: ISO/IEC 17043:2010. (Prepared by the ISO Committee on conformity assessment (CASCO), approved by both organizations ISO and IEC (cancels and replaces ISO/IEC Guide 431:1997 and ISO/IEC Guide 43-2:1997) 2010.*
9. DSTU ISO/IEC 17025:2017. *Zahalni vymohy do kompetentnosti vyprobuvalnykh ta kalibruvalnykh laboratorii 2017*, Derzhavne pidpriemstvo Ukrainyskyi naukovo-doslidnyi i navchalnyi tsentr problem standartyzatsii, Kyiv.
10. DSTU ISO 13528:2016 *Statystychni metody dlia zastosuvannia pid chas perevirky profesiinoho rivnia za dopomohoiu mizhlaboratornykh porivnian (ISO 13528:2015, IDT) 2016*, Derzhavne pidpriemstvo Ukrainyskyi naukovo-doslidnyi i navchalnyi tsentr problem standartyzatsii, Kyiv.

Стаття надійшла до редакції 28 травня 2021 року