

DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2023-51-15>

УДК 53.089.68

Чайковський Сергій Юрійович, старший науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0002-2891-0845>

Український науково-дослідний інститут спеціальної техніки та судових експертиз Служби безпеки України, м. Київ, Україна

ЩОДО ПИТАННЯ АКРЕДИТАЦІЇ КАЛІБРУВАЛЬНИХ ТА ВИМІРЮВАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ: ЗАГАЛЬНИЙ АСПЕКТ

Чайковський С.Ю. Щодо питання акредитації калібрувальних та вимірювальних лабораторій: загальний аспект. У статті розкрито питання акредитації калібрувальних та вимірювальних лабораторій відносно новітніх стандартів технічного регулювання. Сформовано напрямки фундаменталізації сучасної діючої системи технічного регулювання відповідно до норм та правил Європейського Союзу. Окреслено основні законодавчі норми та стандарти які діють на міжнародному рівні. Визначено принципи акредитації калібрувальних та вимірювальних лабораторій відносно етапів здійснення та відповідальних сторін. Відокремлено три основні принципи на яких ґрунтується якість акредитації: спланованість, фінанси та повна залученість учасників. Наголошено на перевагах та необхідності даної процедури та окреслено набір проблематичних зон. Зазначається, що проблеми акредитації лабораторій на території України ґрунтуються не тільки на технічних та наукових засадах, а й на соціально-економічних, вирішення яких повинно базуватися на дієвій системі перевірки кваліфікації, що повною мірою посприє підвищенню рівня якості роботи сучасних лабораторій. Охарактеризовано механізм роботи міжлабораторного порівняння результатів та визначено цілі застосування даного елемента. Підкреслено, що перевірка кваліфікації прямо впливає на якість кінцевих результатів та наголошено, що провайдер перевірки кваліфікації є сполучною ланкою усього процесу, на нього покладено місію забезпечення належних умов для функціонування схеми перевірки кваліфікації. Зазначається, що на сьогодні в Україні діє 5 провайдерів програм перевірки кваліфікації, є 38 акредитованих калібрувальних лабораторій та 728 – випробувальних лабораторій. Визначено перспективи подальших досліджень в основу яких буде покладено розробку єдиної методики перевірки кваліфікації для забезпечення якості отриманих результатів лабораторіями.

Ключові слова: калібрувальна лабораторія, випробувальна лабораторія, стандарт, акредитація, вимірювання, атестація, технічне регулювання.

Tchaikovsky S. Regarding the issue of accreditation of calibration and measurement laboratories: general aspect.

The article discusses the issue of accreditation of calibration and measurement laboratories in relation to the latest standards of technical regulation. The directions of fundamentalization of the current current system of technical regulation in accordance with the norms and rules of the European Union have been formed. The main legal norms and standards operating at the international level are outlined. The principles of accreditation of calibration and measurement laboratories regarding the stages of implementation and responsible parties are defined. Three basic principles are distinguished on which the quality of accreditation is based: planning, finances and full involvement of participants. The advantages and necessity of this procedure are emphasized and a set of problem areas is outlined. It is noted that the problems of accreditation of laboratories on the territory of Ukraine are based not only on technical and scientific principles, but also on socio-economic ones, the solution of which should be based on an effective system of qualification verification, which will fully contribute to the improvement of the quality of work of modern laboratories. The working mechanism of interlaboratory comparison of results is characterized and the goals of application of this element are defined. It is emphasized that the qualification check directly affects the quality of the final results and it is emphasized that the qualification check provider is the connecting link of the whole process, he is entrusted with the mission of ensuring the proper conditions for the functioning of the qualification check scheme. It is noted that 5 providers of qualification verification programs operate in Ukraine today, there are 38 accredited calibration laboratories and 728 testing laboratories. Prospects for further research have been identified, which will be based on the development of a unified qualification verification methodology to ensure the quality of the results obtained by the laboratories.

Key words: calibration laboratory, testing laboratory, standard, accreditation, measurement, certification, technical regulation.

Вступ та постановка проблеми. Прагнення України до інтеграції у світову спільноту вимагає здійснення низки кроків до гармонізації сучасної діючої системи технічного регулювання відповідно до норм та правил Європейського Союзу.

Забезпечення якості та ефективності випробувальних лабораторій є надзвичайно важливим у еру доказової системи становлення. Якість лабораторії можна визначити як точність, надійність і своєчасність результатів випробувань, що включає відповідність звіту його точність та своєчасність. Акредитація лабораторії – це в основному атестація лабораторії третьою стороною, при якій лабораторії наполягають на розробці та зміцненні системи управління якістю, таким чином мінімізуючи ймовірність видачі помилкових звітів, а також забезпечуючи своєчасну відправку звітів, які будуть своєчасно перевірені та сертифіковані акредитуючим органом. Неточні результати, надані лабораторією, можуть призвести до серйозних наслідків, як фінансових так і виробничих.

Акредитація – це процес, за допомогою якого авторитетний орган офіційно визнає лабораторію та персонал, залучений до роботи лабораторії, компетентними для виконання конкретних завдань, і в кожній країні існує лише один визнаний національний орган з акредитації. На території України органом акредитації випробувальних лабораторій є Національне Агентство з Акредитації України (НААУ), а реєстр акредитованих випробувальних лабораторій розміщений на відповідній сторінці Агентства у мережі Інтернет.

Акредитація допомагає запровадити цикл PDCA або загальне управління якістю, що включає планування, виконання, перевірку та дію. У цьому процесі першим кроком є встановлення цілі для покращення (планування якості), реалізація плану (якісні лабораторні процеси та контроль якості), переконання, що план працює за призначенням (оцінка якості та покращення якості), і якщо буде встановлено, що він працює належним чином, а визнання лабораторії акредитованою. Надання актуальних результатів для оцінки акредитації якості змушує персонал лабораторії залишатися в курсі передових технологій, оскільки вони оцінюють ефективність лабораторії для виконання своїх функцій науковим шляхом із залученням кваліфікованого персоналу які несуть відповідальність і підвітність за метрологічну простежуваність і використання тестів, які дають відтворювані результати, зберігаючи прозорість. Проходження регулярних оцінок підвищує дисципліну персоналу та почуття професіоналізму, а також призводить до надання високоякісних послуг.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Підхід наукової спільноти до акредитації вимірювальних та калібрувальних лабораторій формувалася на протязі багатьох років.

Викладений у [1] матеріал надає практичні рекомендації, щодо розроблення власних процедур валідації нестандартизованих методик калібрування засобів вимірювальної техніки.

В.М. Чепела, О.М. Новомодний, І.М. Коржов та О.І. Колбасін [2] навели узагальнені результати перевірки професійного рівня учасників більше ста раундів, участь в яких прийняли участь більше трьохсот п'ятдесяти учасників від більше ніж тридцяти п'яти організацій різної форми власності. Авторами проведено аналіз структури завершених раундів та їх учасників за роками і видами вимірювань.

У [3] проведено аналіз визначень термінів “верифікація”, “валідація” та “метрологічне підтвердження” у різних стандартах та у міжнародних і міждержавних словниках з метрології. Запропоновані процеси верифікації, валідації та метрологічного підтвердження з урахуванням останніх змін у сфері метрології та метрологічної діяльності та кінцевого терміну впровадження стандартів НАТО у сфері розробки та виробництва озброєння та військової техніки.

Є.Т. Володарський, Л.О. Кошева та І.О. Потоцький [4] розглянули методи визначення інтервалів між калібруваннями робочих еталонів та засобів вимірювальної техніки, які застосовуються у випробувальних та калібрувальних лабораторіях, спрямована на забезпечення метрологічної простежуваності, точності та достовірності результатів вимірювань в умовах експлуатації.

Принципи вимірювання у випробувальних лабораторіях у сфері та поза сферою законодавчо регульованої метрології розкрили С. І. Білик та Ю. І. Рудик [5]. Науковцями наголошено, що жодні технічні заходи не зможуть забезпечити виробництво і виключити техногенної аварії. У ході представлених міркувань автори виявили взаємозв'язок між явищами і пояснили їх масштаби і характер взаємодій. Також авторами запропоноване обґрунтування визначення технічного забезпечення для випробування деяких видів продукції.

Із зарубіжних авторів варто відзначити такі роботи як: Sartori S., Pfeifer T., Crossman M., KBr K. canuto, Ferraris, Gallorini M., Moretti Laura, Peisino, Ferrero C., Balsamo A., Pogliano U. [6], GROUP EA-LC, Ferrero C. [7], Karaoui Abdul, Assaf Nada [8], Makokha Ernest, Ondondo Raphael, Kimani Daniel, Gachuki Thomas, Basiye Frank, Njeru Mercy, Junghae Muthoni, Downer Marie, Umuro Mamo, Mburu Margaret, Mwangi Jane [9], Oliver Anthony [10], Grochau Ines, Leal Dayane, Caten Carla [11], Tanhehco Yvette, Schwartz Joseph [12], Richter Karol, Erard Luc, Ferrero C., Cofrac Gabriel, Crossman Mike [13], Moreno Silva Patricia, Uribe Ardila Alfredo [14], El Marsafawy Hesham, Roy Rumpa, Ali Fahema [15], Caten Carla [16] та інші.

Однак, незважаючи на масштабність наукових досліджень за окресленою тематикою, питання принципів акредитації калібрувальних та вимірювальних лабораторій залишається відкритим та потребує детального опрацювання відносно новітніх стандартів технічного регулювання.

Постановка завдання. Розкрити принципи акредитації калібрувальних та вимірювальних лабораторій відносно новітніх стандартів технічного регулювання.

Викладення основного матеріалу дослідження. Акредитація надає лабораторії повноваження, призначаючи лабораторію як «кваліфіковану та компетентну» для надання послуг у галузі, у якій вона акредитована, тим самим підвищуючи довіру до звітів виданих акредитованою лабораторією.

Як уже згадувалося, кожна країна має єдиний визнаний національний орган з акредитації. На території України це НААУ. НААУ передбачає оцінку третьою стороною технічної компетентності тестування, включаючи медичні та калібрувальні лабораторії, постачальників послуг з тестування кваліфікації та виробників еталонних матеріалів за допомогою акредитації Органу з оцінки відповідності. Золотим стандартом і найбільш визнаним стандартом для акредитації випробувальних і калібрувальних лабораторій, який використовується на даний момент, є ДСТУ ISO/IEC 17025:2019 «Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій» (ISO/IEC 17025:2019, IDT). Акредитація постачальників перевірки кваліфікації базується на ДСТУ ISO/IEC 17043: 2017 «Оцінка відповідності – Загальні вимоги до перевірки кваліфікації», а виробників стандартних матеріалів – на основі ДСТУ ISO 17034:2020 «Загальні вимоги до компетентності виробників референтних матеріалів» (ISO 17034:2016, IDT) [17, 18, 19]

Процес акредитації має кілька переваг [17], як було зазначено раніше, однак найважливішою з них є переваги для клієнта/клієнтів, які використовують послуги лабораторії. Перевагами можуть бути підвищена довіра клієнтів до звітів про випробування, виданих лабораторією, і це призводить до потенційного зростання бізнесу завдяки підвищенню довіри клієнтів і задоволеності. Для досягнення цієї мети будь-яка лабораторія буде постійно вдосконалювати своє функціонування та обслуговування. Це потребує регулярного зворотного зв'язку від клієнтів щодо їхнього задоволення. Прагнення лабораторіями отримати акредитацію призводять до значного покращення в управлінні різними мережами лабораторій, приділяючи увагу сферам, які потребують покращення, таким як логістична система, навчання техніків і співробітників, технічне обслуговування приладів, а також видача відповідних результатів після застосування кореляції.

Процес акредитації калібрувальних та випробувальних лабораторій є командною роботою, і на етапах планування команди з якості необхідно дотримуватися чинного законодавства та затверджених механізмів. Після завершення планування процес написання стандартних операційних процедур і довідників акредитації вимагає тривалого часу. Однак існують інші проблеми, такі як конкуренція з іншими лабораторіями, які не мають акредитації та не турбуються про якість, постійне покращення часу виконання робіт, відтік персоналу та підвищення кваліфікації персоналу, які потрібно вирішувати, на етапі їх виникнення. Кожен з них може вплинути на якість результатів.

Якість акредитації калібрувальних та випробувальних лабораторій ґрунтується на трьох основних принципах:

- спланованість підготовки – починаючи від якісного планування та впровадження до його оцінки та покращення, команда якості відіграє важливу роль у забезпеченні розуміння всіх кроків для надання звітів про якість клієнтам;
- фінанси – майже всі процеси, спрямовані на забезпечення якості, залежать від фінансових інвестицій (закупівля внутрішньої перевірки якості, реєстрація для зовнішньої схеми забезпечення якості, наймання персоналу, програми постійного вдосконалення тощо);
- повна участь усіх зацікавлених сторін – кожна особа, задіяна в лабораторії, починаючи від відвідувача, який транспортує зразок до лабораторії, до експерта, який формує звіт.

Організація міжлабораторного порівняння результатів (МПП), здійснює виконання та оцінювання вимірювань або випробувань на тих самих або подібних предметах двома чи більше лабораторіями за задалегідь визначеними умовами.

Типові цілі МПП включають наступні елементи:

- оцінка продуктивності лабораторій для конкретних випробувань або вимірювань і моніторинг постійної роботи лабораторій;
- виявлення проблем у лабораторіях та ініціювання дій щодо покращення, які, наприклад, можуть бути пов'язані з неадекватними процедурами тестування чи вимірювання, ефективністю навчання персоналу та нагляду, або калібруванням обладнання;

- встановлення ефективності та порівнянності методів випробування або вимірювання;
- надання додаткової довіри клієнтам лабораторії;
- виявлення міжлабораторних відмінностей;
- навчання лабораторій-учасників на основі результатів таких порівнянь;
- підтвердження тверджень щодо невизначеності;
- оцінка характеристик ефективності методу – часто описується як спільне випробування;
- присвоєння значень еталонним матеріалам та оцінка їх придатності для використання в конкретних процедурах випробувань або вимірювань;
- підтримка заяв про еквівалентність вимірювань національних метрологічних інститутів через «ключові порівняння» та додаткові порівняння, що проводяться від імені Міжнародного бюро мір і ваг та асоційованих регіональних метрологічних організацій.

Перевірка кваліфікації (ПК) передбачає використання порівнянь МПР для визначення лабораторних характеристик.

Загалом, розробка та експлуатація схем перевірки кваліфікації повинні здійснюватися провайдером перевірки кваліфікації, які мають компетенцію проводити міжлабораторні порівняння та мають доступ до експертизи з конкретним типом зразків перевірки кваліфікації.

Що стосується персоналу, провайдер перевірки кваліфікації повинен мати управлінський і технічний персонал з необхідними повноваженнями, ресурсами та технічною компетентністю, необхідними для виконання своїх обов'язків. Керівництво провайдера перевірки кваліфікації має визначити мінімальні рівні кваліфікації та досвіду, необхідні для ключових посад у його організації, та забезпечити відповідність цим кваліфікаціям.

Провайдер перевірки кваліфікації повинен забезпечити наявність належних умов для функціонування схеми перевірки кваліфікації, що охоплює приміщення та обладнання для виготовлення предметів для перевірки кваліфікації, обробки, калібрування, тестування, зберігання та відправлення, обробки даних, зв'язку та пошуку матеріалів і записів.

Провайдер перевірки кваліфікації повинен визначити та спланувати ті процеси, які безпосередньо впливають на якість схеми перевірки кваліфікації, і забезпечити їх виконання згідно з установленими процедурами. Провайдер перевірки кваліфікації повинен задокументувати план перед початком схеми перевірки кваліфікації, який стосується цілей, мети та базової конструкції схеми перевірки кваліфікації. Провайдер перевірки кваліфікації повинен надати учасникам належне попереднє повідомлення перед тим, як надсилати елементи перевірки кваліфікації, зазначаючи дату, коли елементи перевірки кваліфікації, ймовірно, прибудуть або будуть відправлені, якщо тільки дизайн схеми перевірки кваліфікації не робить даний факт недоцільним. Провайдер перевірки кваліфікації повинен надати детальні задокументовані інструкції всім учасникам щодо плану та ходу перевірки кваліфікації.

Все обладнання для обробки даних і програмне забезпечення повинні бути перевірені згідно з процедурами перед тим, як вводиться в експлуатацію. Технічне обслуговування комп'ютерної системи повинно включати процес резервного копіювання та план відновлення системи. Результати такого технічного обслуговування та перевірки роботи повинні бути зафіксовані. Результати, отримані від учасників, повинні бути записані та проаналізовані відповідними методами. Повинні бути встановлені та впроваджені процедури для перевірки достовірності введення даних, передачі даних, статистичного аналізу та звітності. Провайдер перевірки кваліфікації повинен використовувати дійсні методи оцінювання, які відповідають меті схеми перевірки кваліфікації. Методи мають бути задокументовані та включати опис основи для оцінювання. Оцінка продуктивності не повинна передаватися субпідрядником.

Звіти про кваліфікаційні перевірки повинні бути чіткими та вичерпними та містити дані, що охоплюють результати всіх учасників разом із зазначенням продуктивності окремих учасників.

Усі методи та матриці в межах сфери акредитації повинні визначатися лабораторіями, а також повинні бути визначені підобласті та забезпечена участь у порівняльних вимірюваннях різних параметрів у підобластях лабораторіями-учасниками.

Технічну компетентність також можна продемонструвати шляхом участі в програмах міжлабораторного порівняння. Тести на кваліфікацію та програми міжлабораторного порівняння є важливими інструментами для органів з акредитації, які дозволяють перевірити кваліфікацію лабораторії, яка бажає бути акредитованою, і оцінити якість її діяльності. Лабораторії, які подають

заявку на акредитацію, повинні здійснювати діяльність відповідно до критеріїв щодо випробувань кваліфікації або міжлабораторних порівнянь.

У процесі прийняття рішення про акредитацію перевіряються та оцінюються випробування на кваліфікацію лабораторій і плани участі в міжлабораторних порівняннях, їх участь і отримані результати. Якщо є невдалі результати лабораторії, коригувальні дії, вжиті лабораторією, розглядаються та оцінюються. Такі варіанти, як застосування різних інтервалів спостереження, можуть бути реалізовані, якщо лабораторія постійно досягає успішних результатів.

Результати схем перевірки кваліфікації корисні як для учасників, так і для органів з акредитації. Однак існують обмеження щодо використання таких результатів для визначення компетентності. Успішне виконання певної схеми перевірки кваліфікації може свідчити про компетентність для певної сфери застосувань, але може не відображати поточну компетентність. Подібним чином, неуспішне виконання певної схеми перевірки кваліфікації може відображати випадкове відхилення від нормального рівня компетентності. Саме з цих причин перевірка кваліфікації не повинна бути єдиним інструментом, який використовують органи з акредитації в своїх процесах акредитації. Для учасників, які повідомляють про незадовільні результати, органи з акредитації повинні мати політику, щоб гарантувати, що учасники досліджують і коментують свою роботу протягом узгодженого періоду часу, а також вживають відповідних коригувальних дій (за необхідності).

Одним із широко використовуваних методів аналізу при вимірюванні ПК є визначення ступеня еквівалентності шляхом обчислення значень нормалізованої помилки для кожної лабораторії-учасника для кожної точки калібрування. Під час аналізу ступеня еквівалентності результати учасників порівнюються з «еталонними значеннями», отриманими з національних метрологічних інститутів або інших надійних джерел. Порівняння враховує різницю між результатами лабораторій і еталонними значеннями, а також невизначеності, пов'язані з обома. Аналіз нормалізованого коефіцієнта похибок розраховується на основі рівняння:

$$E_{\text{норм}} = \frac{|L_{\text{вз}} - R_{\text{кз}}|}{\sqrt{U_{L_{\text{вз}}}^2 + U_{R_{\text{кз}}}^2}}$$

$L_{\text{вз}}$ – це значення виміряне лабораторією;

$U_{L_{\text{вз}}}$ – значення виміряне лабораторією з розширеною невизначеністю;

$R_{\text{кз}}$ – контрольне значення;

$U_{R_{\text{кз}}}$ – контрольне значення з розширеною невизначеністю.

$E_{\text{норм}}$ має бути в діапазоні ± 1 , якщо аналіз виявляє, що $E_{\text{норм}}$ виходить за межі цього діапазону, результати позначаються як незадовільні. Отже, потрібно дослідження результатів і вжиття будь-яких необхідних коригувальних і запобіжних дій.

Результати перевірки кваліфікації, а також інші дії з контролю якості можуть бути використані для демонстрації компетентності. Дані перевірки кваліфікації, які використовуються для підтвердження заяв про компетентність, зазвичай використовуються організаціями разом з іншими доказами, такими як акредитація. Учасники несуть відповідальність за те, щоб вони надали всю необхідну інформацію зацікавленим сторонам, які бажають оцінити учасників щодо їх компетентності.

Результати схем перевірки кваліфікації є корисними для регулюючих органів, яким необхідно оцінити продуктивність учасників, на яких поширюються правила. Це найважливіший параметр, який запитують органи з акредитації під час подання заявки на акредитацію та оцінювачі під час оцінки. Успішні результати ПК необхідні для забезпечення якості отриманих результатів лабораторіями згідно з пунктом 7.7 ДСТУ ISO/IEC 17025:2019. В Україні діє 5 провайдерів програм перевірки кваліфікації. Станом на 07.04.2023 року кількість акредитованих калібрувальних лабораторій у нашій країні становить 38, кількість випробувальних лабораторій – 728, і їх кількість швидко зростає. У цьому дослідженні роль тестів ПК у забезпеченні акредитації лабораторії згадується, як якість вимірювань, що проводяться в лабораторіях, організація випробувань ПК, аналіз і звітність про їх результати, а також роль цих випробувань під час акредитації та перевірок акредитації калібрувальних та вимірювальних лабораторій.

Висновки. У роботі розкрито принципи акредитації калібрувальних та вимірювальних лабораторій відносно новітніх стандартів технічного регулювання. Проблеми акредитації лабораторій на території України ґрунтуються не тільки на технічних та наукових засадах, а й на соціально-економічних, вирішення яких повинно базуватися на дієвій системі перевірки кваліфікації, що повною мірою посприє підвищенню рівня якості роботи сучасних лабораторій. Доведено актуальність застосування власних методів калібрування, розробка яких повинна базуватися на чинних нормах міжнародного технічного регламенту.

Перспективами подальшого дослідження є розробка єдиної методики перевірки кваліфікації для забезпечення якості отриманих результатів лабораторіями.

Список бібліографічного опису

1. Пастушин Л. Б. Валідація не стандартизованих методик калібрування засобів вимірювальної техніки / Перспективні технології та прилади. Луцьк, 2022. № 22. С. 84-89. DOI 10.36910/10.36910/6775-2313-5352-2022-21-12
2. Аналіз поточного стану та динаміки робіт калібрувальних лабораторій України / В.М. Чепела, О.М. Новомодний, І.М. Коржов, О.І. Колбасін // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України, 2021. № 4(45). С. 143-1541. DOI: 10.30748/nitps.2021.45.18
3. Верифікація, валідація та метрологічне підтвердження засобів вимірювальної техніки для випробувань виробів озброєння та військової техніки / Борщ В., Вервейко О., Семироз А., Аркушенко П., Чеботар В. // Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, 2021. № 8(2). С. 10-19. doi: 10.37701/DNDIVSOVT.8.2021.02.
4. Володарський Є.Т., Кошева Л.О., Потоцький І.О. Методи калібрування засобів вимірювальної техніки в умовах експлуатації: монографія/ Є.Т. Володарський, Л.О. Кошева, І.О. Потоцький. Вінниця, 2021. 162 с.
5. Білик С. І., Рудик Ю. І. Вимірювання у випробувальних лабораторіях у сфері та поза сферою законодавчо регульованої метрології: Актуальні проблеми пожежної безпеки та запобігання надзвичайним ситуаціям в умовах сьогодення: Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю. 2022. С. 396-399.
6. Sartori S., Pfeifer T., Crossman M., KBr K. canuto, Ferraris, Gallorini M., Moretti Laura, Peisino, Ferrero C., Balsamo A., Pogliano U. Coordinate Measuring Machine Calibration EAL European cooperation for Accreditation of Laboratories Publication Reference. 2019.
7. GROUP EA-LC, Ferrero C. European cooperation for Accreditation of Laboratories Publication Reference EAL-G20 Calibration of Stylus Instruments for Measuring Surface Roughness. 2020.
8. Karaoui Abdul, Assaf Nada. Using the SLIPTA checklist to assess laboratory readiness for Joint Commission International accreditation. African Journal of Laboratory Medicine. 2023. № 12. DOI 10.4102/ajlm.v12i1.2044.
9. Makokha Ernest, Ondondo Raphael, Kimani Daniel, Gachuki Thomas, Basiye Frank, Njeru Mercy, Junghae Muthoni, Downer Marie, Umuro Mamo, Mburu Margaret, Mwangi Jane. Enhancing accreditation outcomes for medical laboratories on the Strengthening Laboratory Management Toward Accreditation programme in Kenya via a rapid results initiative. African Journal of Laboratory Medicine. 2022. № 11. DOI 10.4102/ajlm.v11i1.1614.
10. Oliver Anthony. Laboratory Quality Control and Accreditation. 2019. DOI 10.1093/oso/9780198801740.003.0019.
11. Grochau Ines, Leal Dayane, Caten Carla. European current landscape in laboratory accreditation. Accreditation and Quality Assurance. 2020. № 25. DOI 10.1007/s00769-020-01440-w.
12. Tanhehco Yvette, Schwartz Joseph. Regulations and Accreditation of Processing Laboratories. 2018. DOI 10.1007/978-3-319-58949-7_2.
13. Richter Karol, Erard Luc, Ferrero C., Cofrac Gabriel, Crossman Mike. Key Criteria used by accreditation bodies to assess Calibration and Testing laboratories Accreditation for assigning quantity values to a Reference Material / Certified Reference Material to the requirements of ISO/IEC 17025. 2021. DOI 10.13140/RG.2.2.11246.33600.
14. Moreno Silva Patricia, Uribe Ardila Alfredo. Accreditation: A challenge for a research laboratory. Molecular Genetics and Metabolism. 2019. P. 126. DOI S102. 10.1016/j.ymgme.2018.12.257.
15. El Marsafawy Hesham, Roy Rumpa, Ali Fahema. Measuring learning outcomes: bridging accreditation requirements and LMS functionalities. Quality Assurance in Education. 2022. № 30. P. 555-570. DOI 10.1108/QAE-11-2021-0186.
16. Caten Carla. Current American landscape in laboratory accreditation according to ISO/IEC 17025. 2020. DOI 10.1007/s00769-017-1248-x".
17. ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій// Наказ Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ») від 23 грудня 2019 р. № 483 з 2021-01-01.
18. ДСТУ EN ISO/IEC 17043:2017 Оцінка відповідності. Загальні вимоги до перевірки професійного рівня (EN ISO/IEC 17043:2010; ISO/IEC 17043:2010, IDT) // Наказ Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості»(ДП УкрНДНЦ) від 22.05.2017 р. № 115 з 2018-01-01.
19. ДСТУ ISO 17034:2020 Загальні вимоги до компетентності виробників референтних матеріалів (ISO 17034:2016, IDT) // Наказ Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості»(ДП УкрНДНЦ) від 01.07.2020 № 145 з 2021-09-01.

References

1. Pastushchin L. B. Validation of non-standardized methods of calibration of measuring equipment / Promising technologies and devices. Lutsk, 2022. No. 22. P. 84-89. DOI 10.36910/10.36910/6775-2313-5352-2022-21-12

2. Analysis of the current state and dynamics of calibration laboratories of Ukraine / V.M. Chepela, O.M. Novomodnyi, I.M. Korzhov, O.I. Kolbasin // Science and technology of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine, 2021. No. 4(45). P. 143-1541. DOI: 10.30748/nitps.2021.45.18
3. Verification, validation and metrological confirmation of measuring equipment for testing weapons and military equipment / Borshch V., Verveiko O., Semiroz A., Arkushenko P., Chebotar V. // Collection of scientific works of the State Research Institute of Testing and certification of weapons and military equipment, 2021. No. 8(2). P. 10-19. doi: 10.37701/DNDIVSOVT.8.2021.02.
4. Volodarskyi E.T., Kosheva L.O., Pototskyi I.O. Methods of calibration of measuring equipment under operating conditions: monograph/ E.T. Volodarskyi, L.O. Kosheva, I.O. Pototsky. Vinnytsia, 2021. 162 p.
5. Bilyk S. I., Rudyk Y. I. Measurements in testing laboratories in the sphere and outside the sphere of legally regulated metrology: Actual problems of fire safety and emergency prevention in today's conditions: All-Ukrainian scientific and practical conference with international participation. 2022. P. 396-399.
6. Sartori S., Pfeifer T., Crossman M., KBr K. canuto, Ferraris, Gallorini M., Moretti Laura, Peisino, Ferrero C., Balsamo A., Pogliano U. Coordinate Measuring Machine Calibration EAL European cooperation for Accreditation of Laboratories Publication Reference. 2019.
7. GROUP EA-LC, Ferrero C. European cooperation for Accreditation of Laboratories Publication Reference EAL-G20 Calibration of Stylus Instruments for Measuring Surface Roughness. 2020.
8. Karaoui Abdul, Assaf Nada. Using the SLIPTA checklist to assess laboratory readiness for Joint Commission International accreditation. African Journal of Laboratory Medicine. 2023. № 12. DOI 10.4102/ajlm.v12i1.2044.
9. Makokha Ernest, Ondondo Raphael, Kimani Daniel, Gachuki Thomas, Basiye Frank, Njeru Mercy, Junghae Muthoni, Downer Marie, Umuro Mamo, Mburu Margaret, Mwangi Jane. Enhancing accreditation outcomes for medical laboratories on the Strengthening Laboratory Management Toward Accreditation programme in Kenya via a rapid results initiative. African Journal of Laboratory Medicine. 2022. № 11. DOI 10.4102/ajlm.v11i1.1614.
10. Oliver Anthony. Laboratory Quality Control and Accreditation. 2019. DOI 10.1093/oso/9780198801740.003.0019.
11. Grochau Ines, Leal Dayane, Caten Carla. European current landscape in laboratory accreditation. Accreditation and Quality Assurance. 2020. № 25. DOI 10.1007/s00769-020-01440-w.
12. Tanheco Yvette, Schwartz Joseph. Regulations and Accreditation of Processing Laboratories. 2018. DOI 10.1007/978-3-319-58949-7_2.
13. Richter Karol, Erard Luc, Ferrero C., Cofrac Gabriel, Crossman Mike. Key Criteria used by accreditation bodies to assess Calibration and Testing laboratories Accreditation for assigning quantity values to a Reference Material / Certified Reference Material to the requirements of ISO/IEC 17025. 2021. DOI 10.13140/RG.2.2.11246.33600.
14. Moreno Silva Patricia, Uribe Ardila Alfredo. Accreditation: A challenge for a research laboratory. Molecular Genetics and Metabolism. 2019. P. 126. DOI S102. 10.1016/j.ymgme.2018.12.257.
15. El Marsafawy Hesham, Roy Rumpa, Ali Fahema. Measuring learning outcomes: bridging accreditation requirements and LMS functionalities. Quality Assurance in Education. 2022. № 30. P. 555-570. DOI 10.1108/QAE-11-2021-0186.
16. Caten Carla. Current American landscape in laboratory accreditation according to ISO/IEC 17025. 2020. DOI 10.1007/s00769-017-1248-x".
17. DSTU EN ISO/IEC 17025:2019 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories// Order of the State Enterprise "Ukrainian Research and Training Center for Problems of Standardization, Certification and Quality" (SE "UkrNDNC") dated December 23, 2019. No. 483 of 2021–01–01.
18. DSTU EN ISO/IEC 17043:2017 Assessment of conformity. General requirements for verification of the professional level (EN ISO/IEC 17043:2010; ISO/IEC 17043:2010, IDT) // Order of the State Enterprise "Ukrainian Research and Training Center for Standardization, Certification and Quality Problems" (UkrNDNC State Enterprise) dated May 22 .2017 No. 115 of 2018–01–01.
19. DSTU ISO 17034:2020 General requirements for the competence of manufacturers of reference materials (ISO 17034:2016, IDT) // Order of the State Enterprise "Ukrainian Research and Training Center for Standardization, Certification and Quality Problems" (Ukrainian Research and Development Center for Problems of Standardization, Certification and Quality) dated July 1, 2020 No. 145 of 2021–09–01.