

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U002244

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 11-06-2025

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шпак Олександр Володимирович

2. Oleksandr V. Shpak

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4340-0640

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 152

Назва наукової спеціальності: Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

Галузь / галузі знань: автоматизація та приладобудування

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

Дата захисту:

Спеціальність за освітою: 152 - Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 9655

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 90.27.36

Тема дисертації:

1. Підвищення точності калібрування гідрофонів у водному середовищі
2. Improving the accuracy of hydrophone calibration in the water environment

Реферат:

1. Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної науково-технічної задачі – підвищення точності калібрування гідрофонів, що використовуються для визначення параметрів акустичного виходу ультразвукового медичного обладнання під час процедур оцінки відповідності та калібрування. З огляду на широкий спектр ультразвукових пристроїв як вітчизняного, так і іноземного виробництва, в Україні існує потреба у створенні систем для вимірювання параметрів акустичного виходу випромінювачів, а також еталонної бази для калібрування гідрофонів. Це забезпечить єдність і простежуваність ультразвукових вимірювань та їх міжнародне визнання. Запровадження у 2017 році національного державного первинного еталона одиниці ультразвукового тиску у водному середовищі НДЕТУ AUV-02-2018 стало важливим кроком у цьому напрямі. Однак, для забезпечення простежуваності вимірювань до одиниць SI та міжнародного визнання еталона НДЕТУ AUV-02-2018 необхідно встановити його ступінь еквівалентності аналогічним еталонам інших країн через процедуру звірення. Для успішного проходження звірення невизначеність еталона НДЕТУ AUV-02-2018 має бути приведена у відповідність до рівня найкращих міжнародних зразків

шляхом зменшення невизначеності вимірювань. У роботі здійснено огляд типів гідрофонів та аналіз методів їх калібрування у водному середовищі. Подано схеми калібрування для кожного методу із зазначенням їх переваг і недоліків, а також проведено аналіз щодо точності, складності реалізації та застосовності у різних умовах експлуатації, враховуючи потреби та можливості економіки України. Запропоновано реалізацію методу калібрування з детальним описом технічних характеристик та умов проведення вимірювань. Визначено основні складові невизначеності методу калібрування, згідно з якими сформовано бюджет невизначеності для оцінки розширеної невизначеності калібрування гідрофона на еталоні НДЕТУ-AUV-02-2018. Запропоновано алгоритми дослідження ефективної площі та радіуса ультразвукових перетворювачів, які входять до складу еталона НДЕТУ-AUV-02-2018, отримано їх значення на робочих частотах та оцінено стандартну невизначеність цих параметрів. Проведено аналіз розрахунків коефіцієнтів дифракційних втрат двома методами з оцінкою меж похибки. Виміряно електричні параметри ультразвукових перетворювачів і підсилювача потужності для перевірки коректності використання коефіцієнта шунтування як поправки у математичній моделі передавальної характеристики гідрофона. Запропоновано удосконалену математичну модель передавальної характеристики гідрофона на основі методу взаємності із двома перетворювачами. Представлено результати калібрування гідрофонів на еталоні НДЕТУ AUV-02-2018 (Україна) та у НМІ РТВ (Німеччина). Виконано порівняльний аналіз результатів калібрування для підтвердження коректності застосування удосконаленої математичної моделі передавальної характеристики гідрофона та їх узгодженості. На основі отриманих узгоджених результатів підтверджено вимірювальні і калібрувальні можливості еталона НДЕТУ AUV-02-2018.

2. The thesis is devoted to solving an urgent scientific and technical problem - improving the accuracy of calibration of hydrophones used to determine the parameters of acoustic output of ultrasonic medical equipment during conformity assessment and calibration procedures. Taking into account the wide range of ultrasound devices, both domestic and foreign, there is a need in Ukraine to create systems for measuring the acoustic output parameters of emitters, as well as a reference base for calibration of hydrophones. This will ensure the uniformity and traceability of ultrasonic measurements and their international recognition. The introduction in 2017 of the national state primary standard for ultrasonic pressure units in the aqueous medium, NDETU AUV-02-2018, was an important step in this direction. However, to ensure the traceability of measurements to SI units and international recognition of the NDETU AUV-02-2018 standard, it is necessary to establish its degree of equivalence to similar standards of other countries through the verification procedure. For successful verification, the uncertainty of the NDETU AUV-02-2018 standard should be brought in line with the level of the best international standards by reducing the measurement uncertainty. The paper reviews the types of hydrophones and analyses the methods of their calibration in the aquatic environment. The calibration schemes for each method are presented, indicating their advantages and disadvantages, as well as an analysis of the accuracy, complexity of implementation and applicability in different operating conditions, taking into account the needs and capabilities of the Ukrainian economy. The implementation of the calibration method is proposed with a detailed description of the technical characteristics and conditions of measurements. The main components of the uncertainty of the calibration method are determined, according to which an uncertainty budget is formed to assess the extended uncertainty of the hydrophone calibration on the standard NDETU-AUV-02-2018. The algorithms for studying the effective area and radius of ultrasonic transducers, which are part of the standard NDETU-AUV-02-2018, are proposed, their values at operating frequencies are obtained, and the standard uncertainty of these parameters is estimated. An analysis of the calculations of diffraction loss coefficients by two methods with an estimation of error limits was carried out. The electrical parameters of the ultrasonic transducers and power amplifier were measured to verify the correctness of using the shunt factor as a correction in the mathematical model of the hydrophone transmission characteristic. An improved mathematical model of the hydrophone transmission characteristic based on the method of reciprocity with two transducers is proposed. The results of the hydrophone calibration on the standard of NDETU AUV-02-2018 (Ukraine) and in NMI RTV (Germany) are presented. A comparative analysis of the calibration results is carried out to confirm the correctness of the application of the improved mathematical model of the hydrophone transmission characteristic and their consistency. Based on the agreed

results, the measurement and calibration capabilities of the NDETU AUV-02-2018 standard were confirmed.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Впровадження нових технологій та обладнання для якісного медичного обслуговування, лікування, фармацевтики

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Дувіряк Д., Шпак О., Паракуда В. Еталон одиниці ультразвукового тиску у водному середовищі // Вимірювальна техніка та метрологія. 2019. Том 80, вип. 3, С. 58–63.
- Duviriak D.; Shpak O.; Parakuda V., Kizlivskiy I. Experimental investigation on the effective radiating area of ultrasonic transducers with the aim of increasing the reproduction accuracy of the unit of ultrasonic pressure in water // Ukrainian Metrological Journal. 2022. Vol. 1, P. 44–50.
- Shpak O., Duviriak D. Study of the effective radii of ultrasonic transducers // Measuring Equipment and Metrology. 2024.
- Шпак О., Дувіряк Д. Верифікація результатів калібрування голкових гідрофонів на еталоні НДЕТУ AUV-02-2018 // Український метрологічний журнал. 2024. вип. 3, С. 11–21.

Наукова (науково-технічна) продукція: пристрої

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення якості життя та здоров'я населення, ефективності діагностики та лікування хворих

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Впровадження не планується

Зв'язок з науковими темами: 0118U004979, 0119U001742, 0120U104001, 0121U111759, 0122U002401

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Паракуда Василь Васильович
2. Vasyl V. Parakuda

Кваліфікація: к.т.н., доцент, 05.11.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7044-5740

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Середюк Орест Євгенович
2. Orest Y. Serediuk

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.01.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8539-2693

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Склярів Володимир Васильович
2. Volodymyr V. Skliarov

Кваліфікація: д. т. н., старший науковий співробітник, 05.01.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-6671-3420

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет радіоелектроніки

Код за ЄДРПОУ: 02071197

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 14, Харків, Харківський р-н., 61166, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Яцук Василь Олександрович

2. Vasyl O. Yatsuk

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.11.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4213-4862

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Походило Євген Володимирович

2. Yevgen V. Pokhodylo

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.11.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9995-3148

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради

Микийчук Микола Миколайович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні

Микийчук Микола Миколайович

Відповідальний за підготовку
облікових документів

Гонсьор Оксана Йосипівна

Реєстратор

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна