

Вимірюйте  
усе доступне вимірюванню  
й робіть недоступне вимірюванню  
доступним.

Галілео Галілей

ISSN 2307-2180

# Метрологія



# Та прилади

№ 1 (75), 2019

Науково-виробничий журнал

## Засновники:

Академія метрології України,  
Харківський національний  
університет радіоелектроніки (ХНУРЕ),  
Державне підприємство  
«Всеукраїнський державний  
науково-виробничий центр  
стандартизації, метрології, сертифікації  
та захисту прав споживачів»  
(ДП «Укрметрестандарт»),  
ТОВ Виробничо-комерційна  
фірма «Фавор ЛТД»

Видається з березня 2006 року  
Рік випуску тринадцятий  
Передплатний індекс 92386

**Головний редактор** д. т. н., проф.  
Володарський Є. Т.

## Редакційна колегія:

Большаков В. Б., д. т. н., с. н. с.  
Варша З., д. т. н., Польща  
Величко О. М., д. т. н., проф.  
Віткін Л. М., д. т. н., проф.  
Грищенко Т. Г., д. т. н., с. н. с.  
Гудрун В., д. т. н., Німеччина  
Жагора М. А., д. т. н., проф., Білорусь  
Захаров І. П., д. т. н., проф.  
Зенкін А. С., д. т. н., проф.  
Коломієць Л. В., д. т. н., проф.  
Косач Н. І., д. т. н., проф.  
Кошева Л. О., д. т. н., проф.  
Крюков О. М., д. т. н., проф.  
Кузьменко Ю. В., к. т. н.  
Кухарчук В. В., д. т. н., проф.  
Мачехін Ю. П., д. т. н., проф.  
Назаренко Л. А., д. т. н., проф.  
Народницький Г. Ю., д. т. н., с. н. с.  
Несєжмаков П. І., д. т. н. доц.  
Петришин І. С., д. т. н., проф.  
Пістун Є. П., д. т. н., проф.  
Радев Х., д. т. н., проф., Болгарія  
Рожнов М. С., к. х. н., с. н. с.  
Руженцев І. В., д. т. н., проф.  
Самойленко О. М., д. т. н., проф.  
Скубіс Т., д. т. н., проф., Польща  
Сурду М. М., д. т. н., проф.  
Туз Ю. М., д. т. н., проф.  
Хакімов О., д. т. н., проф., Узбекистан  
Чалий В. П., к. т. н., с. н. с.  
Черепков С. Т., к. т. н., доц.  
Чуновкіна А. Г., д. т. н., Росія

## Редакційна група:

Заступник головного редактора  
Фісун В. П.  
Науковий редактор — відповідальний  
секретар Винокуров Л. І.  
Дизайнер-верстальник Зайцев Ю. О.

Журнал **рекомендовано до друку**  
вченою радою ХНУРЕ  
(протокол №2 від 22.02.2019)

## Адреса редакції:

61002, Харків, вул. Куликівська, 11;  
Тел.: (057) 706-00-36; (095) 00-68-665  
E-mail: metrolog-prylady@ukr.net  
http://www.amu.in.ua/journal1

## Видавець та виготовлювач:

ВКФ «Фавор ЛТД»  
61140, Харків, пр-т. Гагаріна, 94-А, кв. 35;  
Свідцтво про внесення  
до Держреєстру видавців,  
виготівників і розповсюджувачів  
видавничої продукції  
серія ХК № 90 від 17.12.2003.

Підписано до друку 07.03.2019.  
Формат 60×84/8. Папір крейдований.  
Ум. друк. арк. 8,43. Обл.-вид. арк. 7,13.  
Друк офсетний. Тираж 400 прим.  
Замовлення № 5.

© «Метрологія та прилади», 2019

Журнал **зареєстровано**  
у Міністерстві юстиції України,  
свідцтво  
серія **КВ № 22796-12696ПР**  
від **03.07.2017**;  
**включено** до Переліку наукових  
фахових видань України, наказ  
Міністерства освіти і науки України  
№ 747 від 13.07.2015

Журнал **включено** до Міжнародної  
наукометричної бази даних  
**Index Copernicus**, лист від **08.03.2013**

**Т**радиційно, 8 березня, в Міжнародний жіночий день,  
у всьому світі, і в Україні зокрема, щиро і тепло  
вітають жінок з чудесним святом весни!

**Так сталося, що в системі технічного регулювання,  
метрології, стандартизації, оцінки відповідності нашої  
країни жінки складають більшість працюючих.**

**Вони обіймають посади від робітників, тіхніків,  
інженерів до керівників у Департаменті технічного  
регулювання Міністерства економічного розвитку  
і торгівлі України, в провідних науково-дослідних, нав-  
чальних, науково-виробничих метрологічних центрах  
і лабораторій. І в тому, що в нашій державі повсякденно  
і повсякчасно забезпечується високий рівень єдності  
вимірювань, їх точності та достовірності, що має  
особливо велике значення в період війни й інтеграції  
України до європейських та світових структур, внесок  
жінок важко переоцінити.**

**Зі світом Вас, дорогі наші жінки!**

**Подальших успіхів, високого професіоналізму Вам  
у Вашій виробничій діяльності; здоров'я, любові,  
взаєморозуміння і поваги Ваших рідних і близьких,  
добробуту і достатку Вашим родинам!**

<b>МІЖНАРОДНЕ СПІВРОБІТНИЦТВО</b>	<b>INTERNATIONAL COOPERATION</b>
Віткін Л., Кузьменко Ю. Історичні зміни у світовій метрології — почесний виклик для України у новому статусі..... 3	Vitkin L., Kuzmenko Yu. Historical Changes in World Metrology — «Matter of Honor» Challenge for Ukraine in New Status
<b>ТРЕНДЕНЦІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ</b>	<b>TRENDS AND PROSPECTS FOR DEVELOPMENT</b>
Віткін Л. Результати діяльності Мінекономрозвитку у сфері технічного регулювання, стандартизації, метрології та метрологічної діяльності за 2018 рік та основні завдання, які необхідно виконати до кінця 2019 року..... 7	Vitkin L. Results of the Activities of the Ministry of Economic Development and Trade in the Field of Technical Regulation, Standardization, Metrology and Metrology Activities for 2018 and the Main Tasks to be Completed By the End of 2019
Попруга Ю. Департамент технічного регулювання Міністерства економічного розвитку і торгівлі України: підсумки метрологічної діяльності за 2018 рік ..... 11	Popruga Yu. Technical Regulation Department of the Ministry of Economic Development and Trade of Ukraine: Metrological activities in 2018
<b>ТОЧНІСТЬ ТА ДОСТОВІРНІСТЬ</b>	<b>ACCURACY AND RELIABILITY</b>
Сурду Д., Сурду М. Многодекадні делителі напруги с фазовим регулюванням ..... 14	Surdu D., Surdu M. Multi-decade voltage dividers with phase regulation
Погребняк В., Шевченко А., Матвієнко О. Точність зйомки місцевості та опрацювання отриманих даних на міжнародних транспортних коридорах і високошвидкісних магістралях..... 21	Pogrebnyak V., Shevchenko A., Matvienko A. Accuracy of Location Currency and Processing of Received Data on International Transport Corridors and High-Speed Masters
<b>ПОВІРКА ТА КАЛІБРУВАННЯ</b>	<b>VERIFICATION AND CALIBRATION</b>
Шабашкевич Б., Добровольський Ю., Юр'єв В. Метрологічний комплекс для перевірки і градування оптоелектронних приладів, чутливих в інфрачервоному діапазоні ..... 25	Shabashkevich B., Dobrovolsky Yu., Yuriev V. Metrological Complex for Verification and Calibration Optoelectronic Devices, Sensitive in the Infrared
<b>ДИСТАНЦІЙНІ ВИМІРЮВАННЯ</b>	<b>DISTANCE MEASUREMENTS</b>
Орнатський Д., Кузьмич Л., Квасніков В. Моделювання аналогового інтерфейсу для багатоканальних дистанційних вимірювань з резистивними тензодатчиками ..... 31	Ornatskiy D., Kuzmich L., Kvasnikov V. Simulation of the Analogue Interface for Remote Measurements Using Multiplexer and Resistive Strain Gauges
<b>ПАРАМЕТРИ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ</b>	<b>PARAMETERS AND CHARACTERISTICS</b>
Колесник А., Усиченко Д., Назаренко Л. Дослідження теплових режимів та спектральних характеристик зразків світлодіодного світильника ..... 37	Kolesnyk A., Usichenko D., Nazarenko L. The Results of the Testing of Led Light According to the Method of Measuring the Lighting Engineering Parameters
Баранов Г., Габрук Р., Горішна І. Визначення особливостей радіолокації за тренажерного зондування простору радіоімпульсами малої тривалості ..... 42	Baranov G., Gabruk R., Gorishna I. Determination of Radar Features During Simulator Space Sensing with Radio Pulses of Short Duration
<b>МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ</b>	<b>METROLOGICAL ASSURANCE</b>
Леонов Г., Коваль В., Демченко А. Метрологічне забезпечення вимірювань сили натягу тросів ..... 47	Leonov G., Koval V., Demchenko A. Metrological Support of Measurements Tension Power Cables
<b>МЕТОДИ ТА МЕТОДИКИ</b>	<b>METHODS AND PROCEDURES</b>
Коробко А., Назарько О. Невизначеність вимірювання як інструмент оцінювання адекватності математичної моделі вимірювання ..... 51	Korobko A., Nazarko O. The Uncertainty of Measurements as a Tool for Evaluating the Adequacy of the Mathematical Measurement Model
<b>ОЦІНКА ВІДПОВІДНОСТІ</b>	<b>ASSESSMENT OF CONFORMITY</b>
Черепков С., Дуля В., Маливський В. Процедури оцінки відповідності засобів вимірювальної техніки — структура, принципи розроблення та підходи до їх вибору ..... 56	Cherepkov S., Dulya V., Maliavskiy V. Procedures for Assessing the Conformity of Measuring Instruments — Structure, Design Principles and Approaches to Their Choice
<b>ГАЗОВИЙ АНАЛІЗ</b>	<b>GAS ANALYSIS</b>
В. Козубовський Управління селективністю аналізу ..... 62	Kozubovskyy V. Manage the Selectivity of the Analysis
<b>СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ</b>	<b>CONTROL SYSTEMS</b>
Григоренко І., Григоренко С. Розроблення системи контролю параметрів середовища в акваріумі ..... 66	Hrihorenko I., Hrihorenko S. Development of the System for Control of Environmental Parameters in the Aquarium
<b>СЕМІНАРИ, КОНФЕРЕНЦІЇ, З'ЇЗДИ</b>	<b>SEMINARS, CONFERENCES, CONGRESSES</b>
Яцук В. V Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених у царині метрології «Technical using of Measurement-2019» ..... 72	Yatsuk V. V All-Ukrainian scientific and technical conference of young scientists in the domain of metrology «Technical use of Measurement-2019»

УДК 389.151

# ІСТОРИЧНІ ЗМІНИ У СВІТОВІЙ МЕТРОЛОГІЇ — ПОЧЕСНИЙ ВИКЛИК ДЛЯ УКРАЇНИ У НОВОМУ СТАТУСІ

## Historical Changes in World Metrology — a «Matter of Honor» Challenge for Ukraine in New Status

**Л. Віткін**, доктор технічних наук, професор,  
директор департаменту технічного регулювання,  
Міністерство економічного розвитку  
та торгівлі України, м. Київ,  
e-mail: dtr@me.gov.ua,

**Ю. Кузьменко**, кандидат технічних наук,  
заступник генерального директора  
з метрології, оцінки відповідності засобів  
вимірювальної техніки та наукової діяльності,  
ДП «Укрметрестандарт», м. Київ,  
e-mail: jkuzmenko@ukrcsm.kiev.ua

**L. Vitkin**, doctor of technical science, professor,  
director of technical regulation department,  
Ministry of Economical Development  
and Trade of Ukraine, Kyiv,  
e-mail: dtr@me.gov.ua,

**Yu. Kuzmenko**, candidate of technical sciences,  
deputy director general for metrology, conformity  
assessment of measuring instruments and scientific  
activity, State Enterprise «All-Ukrainian State Research  
and Production Center for Standardization, Metrology,  
Certification and Consumers' Rights Protection», Kyiv,  
e-mail: jkuzmenko@ukrcsm.kiev.ua

*Представлено коротке описання подій під час обговорення та голосування резолюції 26-ї Генеральної Конференції з мір та ваг щодо прийняття нових визначень основних одиниць системи SI. Надано коментарі та ілюстрації щодо змісту й сенсу «перевизначення».*

*Сформульовано зміст функцій та завдань національної метрологічної системи України у статусі Країни — Члена Метричної Конвенції.*

*The brief description of voting for new SI units' definition at the 26-th General Conference on Weights and Measures meeting is given. Comments and illustrations on redefinitions are given.*

*New challenges and tasks for national metrology system of Ukraine in status of Member State are described.*

**Ключові слова:** Генеральна Конференція, перевизначення одиниць, фізичні константи, Метрична Конвенція, національний метрологічний інститут, призначений інститут.

**Keywords:** General Conference, redefining units, physical constants, Metric Convention, national metrology institute, appointed institute.

**16** листопада 2018 року в залі засідання 26-ї Генеральної Конференції з мір та ваг пролунало урочисте «так!» («*In Favor!*») від повноважного представника України як Країни — Члена Метричної Конвенції. Це була відповідь на запитання головуєчого у поіменному голосуванні на підтримку Резолюції Генеральної Конференції щодо нових визначень основних одиниць системи SI. З прийняттям цієї резолюції сталася історична подія, знаменна в двох аспектах: в аспекті загального розвитку міжнародної метрології, об'єднаної й координованої органами Метричної Конвенції, та в аспекті набуття Україною, незалежною державою, міжнародного визнання її метрологічної системи як рівноправної складової світової метрології.

26-е засідання Генеральної Конференції з мір та ваг (CGPM) відбулося з 13 до 16 листопада 2018 року у Версалі (Франція). Від України як Країни — Члена Метричної Конвенції в роботі засідання взяли участь заступник Міністра Мінекономрозвитку Ю.П. Бровченко, директор департаменту технічного регулювання Мінекономрозвитку Л.М. Віткін, генеральний директор ННЦ «Інститут метрології» П.І. Неєжмаков, заступник генерального директора ДП «Укрметрестандарт» Ю.В. Кузьменко.



Л. Віткін



Ю. Кузьменко

УДК 381/2

## РЕЗУЛЬТАТИ ДІЯЛЬНОСТІ МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ У СФЕРІ ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЇ, МЕТРОЛОГІЇ ТА МЕТРОЛОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗА 2018 РІК ТА ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВИКОНАТИ ДО КІНЦЯ 2019 РОКУ

**Results of the Activities of the Ministry of Economic  
Development and Trade in the Field of Technical Regulation,  
Standardization, Metrology and Metrology Activities for 2018  
and the Main Tasks to be Completed By the End of 2019**

**Л. Віткін**, доктор технічних наук, професор,  
директор Департаменту технічного регулювання,  
Міністерство економічного розвитку і торгівлі України,  
м. Київ,  
e-mail: dtr@me.gov.ua

**L. Vitkin**, Doctor of Technical Sciences, professor,  
Director of the Department of Technical Regulation,  
Ministry of Economic Development and Trade of Ukraine,  
Kyiv,  
e-mail: dtr@me.gov.ua

У 2018 році Мінекономрозвитку продовжувало виконання завдань у сфері технічного регулювання, стандартизації, метрології та метрологічної діяльності, передбачених законодавчими та програмними документами, а саме: Угодою про асоціацію між Україною та ЄС, Планом пріоритетних дій Уряду на 2018 рік, Стратегією розвитку системи технічного регулювання на період до 2020 року.

Потрібно зазначити, що план заходів щодо реалізації Стратегії розвитку системи технічного регулювання на період до 2020 року містить 58 заходів, із них виконано у 2015 році 22, у 2016 — 7, у 2017 — 7, у 2018 — 4. Зокрема, у 2018 році завершено виконання заходу щодо забезпечення підписання угод про визнання між Національним агентством України з акредитації (НААУ) та Європейською кооперацією з акредитації у всіх сферах акредитації між НААУ та Міжнародною асоціацією з акредитації лабораторій (ILAC) та Міжнародним форумом з акредитації (IAF); фактично забезпечено завершення закупівлі необхідного обладнання з метою оновлення та модернізації засобів та обладнання випробувальних, калібрувальних, вимірювальних і повірочних лабораторій відповідно до бюджетної програми КПКВК 1201440 тощо. Виконання 18 заходів продовжується, оскільки кінцевим терміном їх виконання визначено 2020 рік.

### СТАНДАРТИЗАЦІЯ

**У 2018 році забезпечувалося вдосконалення законодавства** у зв'язку з прийняттям Закону України «Про стандартизацію»:

- внесено на розгляд Верховної Ради України проект Закону України стосовно внесення змін до Митного кодексу України (реєстр. № 9195 від 11.10.2018);
- забезпечено супроводження у Верховній Раді України проекту Закону України «Про внесення змін до деяких законів України щодо військових стандартів» (реєстр. № 8370 від 17.05.2018). 18.12.2018 законопроект прийнято за основу в першому читанні;
- забезпечувалося супроводження у Верховній Раді України проекту Закону України стосовно внесення змін до деяких законодавчих актів України (реєстр. № 7123 від 19.09.2017) та проекту Закону України стосовно внесення змін до Закону





УДК 381.1.2

# ДЕПАРТАМЕНТ ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ МІНІСТЕРСТВА ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ: ПІДСУМКИ МЕТРОЛОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗА 2018 РІК

**Technical Regulation Department  
of the Ministry of Economic Development  
and Trade of Ukraine:  
Metrological activities in 2018**

**Ю. Попруга**, заступник директора департаменту, начальник управління метрології, Департамент технічного регулювання Міністерства економічного розвитку і торгівлі України, м. Київ, e-mail: dtr@me.gov.ua

**Yu. Popruga**, Deputy Director of the Department, Head of Metrology Department, Department of Technical Regulation of the Ministry of Economic Development and Trade of Ukraine, Kyiv, e-mail: dtr@me.gov.ua

**У** 2018 році у сфері метрології та метрологічної діяльності прийнято такі нормативно-правові акти:

\* Закон України № 2445-VIII від 23.05.2018 «Про приєднання України до Метричної Конвенції», що дозволило Україні 07.08.2018 стати 60 країною-членом Метричної Конвенції;

\* постанову Кабінету Міністрів України № 852 від 03.10.2018 «Про внесення змін до постанов Кабінету Міністрів України від 4 червня 2015 р. № 374 і від 13 січня 2016 р. № 94»;

\* наказ Мінекономрозвитку № 1362 від 24.09.2018 «Про внесення зміни до пункту 16 Правил застосування одиниць вимірювання і написання назв та позначень одиниць вимірювання і символів величин», зареєстрований у Мін'юсті 11.10.2018 за № 1156/32608;

\* наказ Мінекономрозвитку № 1938 від 18.12.2018 «Про внесення змін до наказу Міністерства економічного розвитку і торгівлі України від 04 серпня 2015 року № 914», зареєстрований у Мін'юсті 26.12.2018 за № 1477/32929;

\* наказ Мінекономрозвитку № 622 від 05.05.2018 «Про затвердження переліку національних стандартів, відповідність яким надає презумпцію відповідності засобів вимірювальної техніки суттєвим вимогам Технічного регламенту законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки»;

\* наказ Мінекономрозвитку № 1820 від 03.12.2018 «Про затвердження Методичних рекомендацій формування інформації щодо додержання правил і умов зберігання та застосування національного еталона, яка підтверджує стабільність метрологічних характеристик еталона протягом його функціонування»;

\* наказ Мінекономрозвитку № 1814 від 30.11.2018 «Про надання статусу національного еталона державному первинному еталону одиниць об'єму та об'ємної витрати газу на газовому середовищі при тиску до 1,6 Мпа»;

\* наказ Мінекономрозвитку № 1813 від 30.11.2018 «Про надання статусу національного еталона державному первинному еталону одиниці потужності ультразвуку у водному середовищі»;

\* наказ Мінекономрозвитку № 1815 від 30.11.2018 «Про надання статусу національного еталона державному первинному еталону одиниці ультразвукового тиску у водному середовищі»;

\* наказ Мінекономрозвитку № 1696 від 20.11.2018 «Про надання статусу національного еталона державному первинному еталону одиниці тиску для надлишкового тиску в діапазоні від  $1 \cdot 10^7$  до  $4 \cdot 10^8$  Па».



УДК 621.317.727.1

# МНОГОДЕКАДНЫЕ ДЕЛИТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЯ С ФАЗОВЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ

## Multi-decade voltage dividers with phase regulation

**Д. Сурду**, начальник лаборатории,  
Институт космических исследований НАНУ, г. Киев,  
e-mail: lanceoflife@gmail.com,

**М. Сурду**, доктор технических наук, профессор,  
г. Киев,  
e-mail: michaelsturdu1941@gmail.com

**D. Surdu**, head of laboratory,  
Space Research Institute of NASU, Kiev,  
e-mail: lanceoflife@gmail.com,  
**M. Surdu**, doctor of technical sciences, professor,  
Kiev,  
e-mail: michaelsturdu1941@gmail.com

Делители напряжения с фазовым регулированием позволяют создать два когерентных источника переменного напряжения, отношение которых регулируется по модулю и по фазе посредством дискретного изменения только фазы вспомогательных источников напряжения. Отношение напряжений фазового делителя известно с высокой точностью и может быть рассчитано теоретически.

Источники дополнительных переменных напряжений, фаза которых регулируется, создаются при помощи цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП). Поэтому дискретность регулирования отношения напряжений фазового делителя определяется дискретностью используемых ЦАП. Современные ЦАП, в зависимости от их частотного диапазона, могут иметь от 16 до 6 и даже менее разрядов. Ограниченное число разрядов, используемых ЦАП, слабо влияет на точность фазового делителя, однако определяет дискретность управления отношением его напряжений. Если число разрядов ЦАП лежит в пределах (16—6), то относительное значение дискретности регулирования лежит в пределах ( $3 \times 10^{-2}$ — $3 \times 10^{-5}$ ), что недостаточно для точных измерений.

Статья посвящена разработке и анализу методов снижения погрешности от дискретности прецизионных делителей напряжения с фазовым управлением. Рассматриваются два метода расширения разрядности делителей с фазовым управлением, один из которых построен на основе чисто фазового управления, а другой — на основе смешанного управления по фазе и по модулю. Анализируются функции управления такими делителями, при которых обеспечивается максимальная точность регулирования напряжения. Разрабатываются и исследуются методы их подекадной калибровки.

Phase controlled accurate voltage divider creates two coherent AC voltages with calculated magnitude ratio using additional voltages with calculated phase control. Ratio of these voltages is calculated theoretically with high accuracy.

Digital-to-analog converters (DAC) are used to create AC additional voltages. Because of it the discreteness of the phase controlled voltage divider is equal to DACs digit divided on two. Modern DAC, depend on their operation speed, usually have 6-16 digits. Consequently, the discreteness of the relative magnitude phase control lies in the range of  $3 \times 10^{-2}$ — $3 \times 10^{-5}$ . Discreteness of the DAC phase control only slightly influence on the accuracy of the magnitude phase control, so that only discreteness of DAC influences on the accuracy of measurement by phase controlled dividers.

Report describes the methods of the discreteness uncertainty reduction in voltage dividers with phase control. Two methods of the discreteness uncertainty reduction are discussed. First one use phase controlled dividers only. Other one use mixed both phase and magnitude control. The discreteness uncertainty of both methods is investigated. Possibility of the creation of the phase controlled divider with different control low are discussed and analyzed. Decade calibration in both cases is developed and researched.

Подільники напруги з фазовим регулюванням дозволяють створити два когерентні джерела змінної напруги, відношення яких регулюється за модулем і фазою за допомогою дискретної зміни тільки фази допоміжних джерел напруги. Відношення напруг фазового подільника відомо з високою точністю і може бути розраховано теоретично.

Джерела додаткових змінних напруг, фаза яких регулюється, створюються за допомогою цифро-аналогових перетворювачів (ЦАП). Тому дискретність регулювання відношенням напруг фазового подільника визначається дискретністю використовуваних ЦАП. Сучасні ЦАП, залежно від їх частотного діапазону, можуть мати від 16 до 6 і навіть менше розрядів. Обмежене число розрядів використовуваних ЦАП слабо впливає на точність фазового подільника, однак визначає дискретність управління відношенням його напруг. Якщо число розрядів ЦАП міститься у межах (16—6), то відношення значення



Д. Сурду



М. Сурду



УДК 625.111

# ACCURACY OF LOCATION CURRENCY AND PROCESSING OF RECEIVED DATA ON INTERNATIONAL TRANSPORT CORRIDORS AND HIGH-SPEED MASTERS

**Точність зйомки місцевості  
та опрацювання отриманих даних  
на міжнародних транспортних коридорах  
і високошвидкісних магістралях**

**V. Pogrebnyak**, Ph. D., Adjunct Associate Professor,  
School of Engineering and Applied Science,  
University at Buffalo, State University of New York,  
New York, USA,  
e-mail: vpogrebnyak@gmail.com

**A. Shevchenko**, candidate of technical sciences, associate  
professor,  
Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkov,  
ORCID iD 0000-0001-6276-9761,  
e-mail: Annshevc@gmail.com

**A. Matvienko**, candidate of technical sciences, head  
of design and marketing department,  
LLC «Geology and Standardization»,  
Kharkov,  
ORCID ID 0000-0003-0266-7223,  
e-mail: Anna112358@mail.ru

**В. Погребняк**, Ph. D., Ад'юнкт-професор,  
Школа інженерних та прикладних наук,  
Університет Буффало, Державний університет  
Нью-Йорка, Нью-Йорк, США,  
e-mail: vpogrebnyak@gmail.com

**А. Шевченко**, кандидат технічних наук, доцент,  
Український державний університет залізничного  
транспорту, м. Харків,  
ORCID ID 0000-0001-6276-9761,  
e-mail: Annshevc@gmail.com

**О. Матвієнко**, кандидат технічних  
наук, заступник начальника відділу  
проектування та маркетингу,  
ТОВ «Геологія і стандартизація»,  
м. Харків,  
ORCID ID 0000-0003-0266-7223,  
e-mail: Anna112358@mail.ru

*The main stages of geodetic survey of the railway are considered, both in the new construction and in the reconstruction of existing sites. The analysis of the line plan on curves and direct sections of the railways of Ukrainian international transport corridors is given. Calculations are made on the method of recording the accuracy of measurements at high speed and extra-high speed, confirmed the need to take into account the type of volumes of work, the establishment of rational parameters of the plan in accordance with the specified levels of maximum speed.*

*Розглянуто основні етапи геодезичної зйомки залізниці, як при новому будівництві так і за реконструкції наявних ділянок. Наведено аналіз плану лінії на кривих і прямих ділянках залізниць українських міжнародних транспортних коридорів. Виконано розрахунки за методикою обліку точності вимірювань за швидкісного та високошвидкісного рухах, підтверджено необхідність урахування типу обсягів робіт, установлення раціональних параметрів плану відповідно до заданих рівнів максимальної швидкості.*

**Keywords:** geoinformation systems, arrows method, curve measurements, line plan, radius measurement, international transport corridors, mileage wagons.

**Ключові слова:** геоінформаційні системи, метод стріл, вимірювання кривих, план лінії, вимірювання радіусів, міжнародні транспортні коридори, колієвимірвальні вагони.

**G**eodetic works are carried out at surveys of railways in the areas of the oncoming route for the purpose of obtaining information on the features of the relief, anchorage of the route and samples of the locations of railway buildings and structures; at the reconstruction of the railways; and the construction of other roads carry out the removal of the existing overpass.

Geodetic works carried out for the final selected option consist of the breakdown of the whole route on the pickets using various geodetic instruments. Geodetic works with the help of the theodolite determine the angles of rotation of the trail, and measure the distances between the vertices of the corners by the distance measurements.



V. Pogrebnyak



A. Shevchenko



A. Matvienko

УДК 551.510.534:621.383.52

# МЕТРОЛОГІЧНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ І ГРАДУЮВАННЯ ОПТОЕЛЕКТРОННИХ ПРИЛАДІВ, ЧУТЛИВИХ В ІНФРАЧЕРВОНОМУ ДІАПАЗОНІ

**Metrological Complex for Verification  
and Calibration Optoelectronic Devices,  
Sensitive in the Infrared**

**Б. Шабашкевич**, кандидат технічних наук, директор,  
e-mail: td\_tenzor@ukr.net,

**Ю. Добровольський**, доктор технічних наук,  
заступник директора,  
e-mail: yuriydrq@ukr.net,  
ТОВ «Науково-виробнича фірма «Тензор»,  
м. Чернівці,

**В. Юр'єв**, заступник директора, ВАТ ЦКБ Ритм,  
м. Чернівці,  
e-mail: butyur@rambler.ru

**B. Shabashkevich**, candidate of technical sciences, director,  
e-mail: td\_tenzor@ukr.net,

**Yu. Dobrovolsky**, doctor of technical sciences,  
deputy director,  
e-mail: yuriydrq@ukr.net,  
Limited Liability Company «Research and Production Firm  
«Tensor», Chernivtsi,

**V. Yuriev**, open joint-stock enterprise «Central Design  
Bureau Ritm», Chernivtsi,  
e-mail: butyur@rambler.ru,

*Представлено комплекс метрологічного обладнання для метрологічних досліджень засобів вимірювальної техніки. Його призначення — вимірювання енергетичної освітленості у спектральному діапазоні (0,6—25) мкм. Комплекс має розширений діапазон вимірювання енергетичної освітленості та мінімальні похибки їх вимірювання.*

*The complex of metrological equipment for metrological researches of measuring equipment is presented. Purpose — measurement of energy illumination in the spectral range of (0,6—25)  $\mu\text{m}$ . The complex has an extended range of measurement of energy illumination and minimal errors of their measurement.*

**Ключові слова:** метрологічне обладнання, вимірювання, енергетична освітленість, похибки вимірювання.  
**Keywords:** metrological equipment, measurement, energy illumination, measurement errors.

**М**етрологічне забезпечення засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) передбачає наявність на виробництві відповідного комплексу обладнання. У випадку вимірювань в інфрачервоному (ІЧ) діапазоні спектра оптичного випромінювання потрібно передати засобу вимірювання одиницю енергетичної освітленості з певною похибкою вимірювання. Окрім того, потрібно визначити його динамічний діапазон (діапазон вимірювання енергетичної освітленості та лінійність у цьому діапазоні), а також спектральний діапазон чутливості приладу [1].

Найявне метрологічне обладнання для градуювання, калібрування та повірки ЗВТ, яке використовується у метрологічних центрах та на підприємствах виробників, не повною мірою забезпечує зростаючі вимоги ринку щодо метрологічного забезпечення вимірювань енергетичної освітленості, створеної оптичним випромінюванням в інфрачервоному діапазоні спектра [2, 3].

У зв'язку з цим, метою запропонованої роботи є розроблення низки новітнього метрологічного обладнання для вирішення зазначеної проблеми, а саме, метрологічного забезпечення засобів вимірювальної техніки, призначених для вимірювань енергетичної освітленості, створеної оптичним випромінюванням у спектральному діапазоні (0,6—25) мкм.



Б. Шабашкевич



Ю. Добровольський



В. Юр'єв



УДК 043.5

# МОДЕЛЮВАННЯ АНАЛОГОВОГО ІНТЕРФЕЙСУ ДЛЯ БАГАТОКАНАЛЬНИХ ДИСТАНЦІЙНИХ ВИМІРЮВАНЬ З РЕЗИСТИВНИМИ ТЕНЗОДАТЧИКАМИ

## Simulation of the Analogue Interface for Remote Measurements Using Multiplexer and Resistive Strain Gauges

**Д. Орнатський**, доктор технічних наук,  
професор, завідувач кафедри  
інформаційно-вимірювальних систем,  
e-mail: odp@nau.edu.ua

**Л. Кузьмич**, кандидат технічних наук,  
доцент, докторант,  
e-mail: klv@nau.edu.ua

**В. Квасніков**, доктор технічних наук, професор,  
завідувач кафедри комп'ютеризованих  
електротехнічних систем та технологій,  
e-mail: kvp@nau.edu.ua  
Національний авіаційний університет, м. Київ

**D. Ornatskyi**, doctor of technical sciences,  
professor, head of the department  
of information and measurement systems,  
e-mail: odp@nau.edu.ua

**L. Kuzmych**, candidate of technical sciences,  
associate professor, doctoral student,  
e-mail: klv@nau.edu.ua

**V. Kvasnikov**, doctor of technical sciences,  
professor, head of the department of computerized  
electrical systems and technologies,  
e-mail: kvp@nau.edu.ua  
National Aviation University, Kyiv

Виконано моделювання схеми аналогового інтерфейсу на основі вимірювального підсилювача з диференціально — струмовими входами та удосконалено схему й алгоритм безрозривної адитивно — мультиплікативної корекції, що дає можливість зменшити вплив вхідних корельованих шумів операційних підсилювачів та мережевих наведень на «загальний» опір.

The simulation of the analog interface circuit based on the measuring amplifier with differential inputs and the ultrasonic scheme and algorithm of non — destructive additive — multiplicative correction have been made. Such schematic of the analog interface reduces the influence of input correlated noise of operational amplifiers and network drives on the «general» resistance.

The Fig. 1 shows us the Schematic of the electrical functional analog interface for remote measurement using multiplexer and resistive strain gauges, which

contains a measuring chain, a transmitter, the input of which is connected to a DC source through an analog demultiplexer, and the outputs of the measuring chain through the analog multiplexer are connected to the measuring amplifier, and a two-channel analog-digital converter with simultaneous sampling. The measuring chain is made in the form of three resistive current dividers, where one divider is formed by a resistive strain gauge and adjusting resistor, and two others — exemplary resistors.

At the Fig. 2 we can see the electric model of the measuring channel in the software Elektronic Workbench.

From the analysis of the simulation results it was found that the random additive component of the error would dominate. Since in the simulation of the only random component of the error there is a quantization error, the use of the differential method of measuring the output voltage will significantly improve the metrological characteristics.

**Ключові слова:** моделювання, аналоговий інтерфейс, вимірювальний підсилювач з диференціально-струмовими входами, тензодатчик, дистанційні вимірювання, корельовані шуми.  
**Keywords:** analogue interface, demultiplexer, measuring amplifier, converter, strain gauge.

Зазвичай у відомих схемах вимірювальних підсилювачів з диференціально — струмовими входами корекція корельованих шумів та мережевих наведень на загальний опір у «земляному» контурі [1—3] реалізується шляхом заземлення інвертора струмів на інвертувальному вході суматора. Але це не дозволяє отримати підсилення корисного сигналу та його фільтрацію в такому підсилювачі.

Мета цієї статті — розроблення вимірювального підсилювача з диференціально — струмовими входами, вільного від зазначених вище недоліків, та аналогового інтерфейсу для багатоточкових вимірювальних систем централізованого типу з тензодатчиками.



Д. Орнатський



Л. Кузьмич



В. Квасніков

УДК 628.9

# ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ РЕЖИМІВ ТА СПЕКТРАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗРАЗКІВ СВІТЛОДІОДНОГО СВІТИЛЬНИКА

**The Results of the Testing of Led Light According to the Method of Measuring the Lighting Engineering Parameters**

**А. Колесник**, аспірант кафедри світлотехніки і джерел світла, e-mail: Atay1791@gmail.com  
**Д. Усіченко**, аспірант кафедри, e-mail: d.o.usichenko@gmail.com,  
**Л. Назаренко**, доктор технічних наук, професор кафедри, e-mail: leonnaz@ukr.net  
 Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова

**A. Kolesnyk**, postgraduate student of the Department of Lighting and Lighting, e-mail: Atay1791@gmail.com  
**D. Usichenko**, postgraduate student of the department, e-mail: d.o.usichenko@gmail.com,  
**L. Nazarenko**, doctor of technical sciences, professor of the department, e-mail: leonnaz@ukr.net  
 Kharkiv National University Municipal Economy them. O.M. Beketov

Наведено результати досліджень теплових режимів і світлотехнічних параметрів зразка світлодіодного світильника в процесі роботи. Визначено здатність світлодіодних модулів протистояти руйнівній дії тепла. Здійснено контроль потенційно ненадійних елементів конструкції, міцності кріпильних з'єднань. Розраховано світлову ефективність світлодіодних модулів непрямыми і прямими тепловими і оптичними вимірюваннями.

The paper presents results of the thermographic and numerical analyses of the chosen design of the LED lamp radiator. The LED technology is characterized by the most dynamic development in the lighting market. The object of the test is the LED-1 product, which represents the unit module of the multi-module lighting system. Due to high heat flux on the small surface of the individual diodes, problems related to the light source cooling become to be one of the basic ones. The parameters of the test modes for the effects of changes in temperature are selected taking into account the physical and mechanical properties of the materials used in the manufacture of the product. Tests were conducted in a windless, dark room. Heat was discharged through convection and radiation. The tests in a dark room were conducted. Heat was discharged through convection and radiation. A thermoelectric transducer chromel-copel with dimensions of 400 μm was used to

measure the temperature. The temperature was measured by passing a nominal current of 1,67 A through the module. The test results were analyzed and processed. Based on the result it was decided that the works will be continued using the advanced test stand, equipped with the system of the forced air circulation, control and data acquisition system connected with set of the temperature measurers and improved barriers, preventing the interference of the light flux with the thermographic measurement.

The results of studies of thermal conditions and lighting parameters of the sample of the LED lamp in the process of robots are given. The ability of LED modules to resist the destructive action of heat has been determined. Inspection of potentially unreliable structural elements, strength of fasteners has been done. The luminous efficiency of LED modules is calculated by indirect and direct, thermal and optical measurements. For the clarity of the working picture was a measured base spectral characteristic. The case temperature, with basic measurements, was 45 °C, and the ambient temperature was 24,2 °C. Analyzing the measurement results — the deviation of the light characteristics amounted to < 10 %. Bringing measurement results to model drawings in CAD SolidWorks allowed us to create a consistent computer model of the product. The model allows with sufficient accuracy to carry out all the calculations for thermal and mass-dimensional data.

**Ключові слова:** світлодіод, спектр випромінювання, теплові залежності, тепловий режим, фотометрія, світлотехнічні вимірювання.

**Keywords:** LED, radiation spectrum, thermal dependencies, thermal conditions, photometry, lighting measurements.

**Д**ля забезпечення оптимальних характеристик напівпровідникових пристроїв необхідно не виходити за межі встановленого виробником максимуму критичної температури р-п-переходу. Як правило, цього можна домогтися, застосовуючи

© Колесник А., Усіченко Д., Назаренко Л., 2019



А. Колесник



Д. Усіченко



Л. Назаренко

УДК 621.391.83

# ВИЗНАЧЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ РАДІОЛОКАЦІЇ ЗА ТРЕНАЖЕРНОГО ЗОНДУВАННЯ ПРОСТОРУ РАДІОІМПУЛЬСАМИ МАЛОЇ ТРИВАЛОСТІ

## Determination of Radar Features During Simulator Space Sensing with Radio Pulses of Short Duration

**Г. Баранов**, доктор технічних наук,  
професор кафедри інформаційних систем і технологій,  
Національний транспортний університет,  
Київ,  
e-mail: olenakomisarenko@ukr.net

**Р. Габрук**, кандидат технічних наук, докторант,  
Національний університет «Одеська Морська Академія»,  
e-mail: grostyslav@yahoo.com

**І. Горішна**, директор ТОВ «Оверсіз Лоджистік»,  
м. Одеса,  
e-mail: troiccaya@gmail.com

**G. Baranov**, doctor of technical science,  
professor of the department  
of information systems and technologies,  
National Transport University, Kiev,  
e-mail: olenakomisarenko@ukr.net

**R. Gabruk**, candidate of technical sciences, doctoral student,  
National University «Odessa Maritime Academy»,  
e-mail: grostyslav@yahoo.com

**I. Gorishna**, director of the Overseas Logistic LLC,  
Odessa,  
e-mail: troiccaya@gmail.com

*Проведено аналіз особливостей отримання радіолокаційної інформації, а також визначено переваги використання коротких імпульсів порівняно з імпульсами довгої тривалості. У ході дослідження визначено, що дальність обмежується характеристиками імпульсу і втратами за поширення. Довгі імпульси можуть накладатися й інтерпретуватися як один відбитий ехо-сигнал або об'єкт. Короткі імпульси покращують роздільність РЛС, повертаючи окремі ехо-сигнали, але для їх використання необхідна система з більш широкою смугою пропускання.*

*In this paper, we analyzed the features of obtaining radar information, and also determined the advantages of using short pulses in comparison with pulses of long duration. In the course of the study it was determined that the range is limited by the characteristics of the pulse and the propagation loss. Long pulses can be superimposed and interpreted as a single reflected echo or object. Short pulses improve the radar's resolution by returning individual echoes, but they require a system with a wider bandwidth.*

**Ключові слова:** радіолокаційна інформація, короткі імпульси, ехо-сигнал, смуга пропускання.  
**Keywords:** radar information, short pulses, echo signal, bandwidth.

**Н**а відміну від систем зв'язку в радіолокаційних системах (радіолокаторах) дуже великі втрати на шляху сигналу. Подвійне проходження сигналом відстані у прямому і зворотному напрямках в два рази перевищує відстань проходження сигналу в процесі зв'язку; окрім того, є втрати, пов'язані з ефективною площею відображення і коефіцієнтом відображення цілі.

Використовуючи рівняння радіолокації, можна розрахувати рівень прийнятого сигналу, щоби визначити, чи достатня потужність для виявлення імпульсу радіолокатора. Окрім того, для збільшення дальності виявлення достатньо корисним є об'єднання декількох імпульсів з метою накопичення більшої потужності сигналу й усереднення шумів[1].

На сьогодні застосування технології надкороткоімпульсної (НКІ) радіолокації дозволяє вирішити завдання виявлення малорозмірних низькошвидкісних цілей (у тому числі таких, що мають малу радіальну компоненту швидкості) на тлі віддзеркалень від поверхні [2, 3]. У НКІ РЛС як зондувальний сигнал (ЗС) використовуються



Г. Баранов



Р. Габрук



І. Горішна



УДК 389.64:621.85054

# МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИМІРЮВАНЬ СИЛИ НАТЯГУ ТРОСІВ

**Metrological Support  
of Measurements  
Tension Power Cables**

**Г. Леонов**, провідний інженер,  
**В. Коваль**, заступник начальника відділу,  
**А. Демченко**, начальник відділу,  
ДП «Укрметртестстандарт», м. Київ,  
sila@ukrcsm.kiev.ua

**G. Leonov**, leading engineer,  
**V. Koval**, deputy head of department,  
**A. Demchenko**, head of department,  
SE «Ukrmetrteststandart», Kiev,  
sila@ukrcsm.kiev.ua

*Розглянуто сферу використання натягу тросів і канатів у спорудах і конструкціях.*

*Проаналізовано методи вимірювань і наведено зразки приладів для вимірювання сили натягу тросів.*

*Надано результати калібрування приладів на спеціальному стенді.*

*Наведено інформацію стосовно науково-практичного семінару, присвяченого питанням впливу ефективної системи контролю натягу тросів на параметри безпеки споруд і конструкцій.*

*In the article the sphere of use of tension of ropes and cables in buildings and structures is considered.*

*The methods of measurements are analyzed and examples of devices for measuring tension power cables.*

*The results of calibration of devices on a special stand are given.*

*The information on the scientific and practical seminar devoted to the issues of the influence of an effective system of control of the tension of cables on the parameters of the safety of structures and structures is given.*

**Ключові слова:** сила натягу тросів, метрологічне забезпечення, калібрування приладів, калібрувальний стенд, безпека споруд.

**Keywords:** tension power cables, metrological support, calibration of devices, calibration stand, safety of structures.

У світовій інженерній практиці натяг тросів і канатів широко використовується у спорудах і конструкціях, таких як розтяжки мостових конструкцій; бурові вишки та вежі; шогли й антени радіорелейних, стільникових, інших систем зв'язку; тягово-тросові системи управління механізмами і машинами в авіації, машинобудуванні, інших галузях; монтаж і обслуговування підвісних струмопровідних ліній енергетичних мереж і підвісних кабелів зв'язку.

У всіх випадках сила натягу троса є нормованою величиною, яка має вимірюватися і підтримуватися із заданою розробником конструкції точністю. Для цього може бути використаний послідовно вбудований у систему натягу троса силовимірювальний датчик. Цей метод забезпечує найвищу точність вимірювань.

Але найбільш поширеним і зручним методом є вимірювання сили натягу троса без розриву вимірювального ланцюга. Для цього використовуються накладні динамометри, які здійснюють вигин натягнутого троса на фіксованій ділянці й визначають силу натягу як функцію величини і сили прогину, а також діаметра та типу троса.

Принцип вимірювання представлено на рис. 1.

Теоретично сила прогину троса, що діє на датчик і дорівнює реакції опори, визначається формулою [1]:

$$F_y = F_1 \sin \alpha + F_2 \sin \alpha = R_{y, \text{оп.}} \quad (1)$$



Г. Леонов



В. Коваль



А. Демченко

УДК 53.088:53.072:51

# НЕВИЗНАЧЕНІСТЬ ВИМІРЮВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ОЦІНЮВАННЯ АДЕКВАТНОСТІ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВИМІРЮВАННЯ

## The Uncertainty of Measurements as a Tool for Evaluating the Adequacy of the Mathematical Measurement Model

**А. Коробко**, кандидат технічних наук, доцент,  
Харківська філія Українського науково-дослідного  
інституту прогнозування та випробування техніки  
і технологій для сільськогосподарського виробництва  
імені Леоніда Погорілого,  
e-mail: ak82andrey@gmail.com

**О. Назарько**, кандидат технічних наук, викладач,  
Харківський національний автомобільно-дорожній  
університет,  
e-mail: olganazamail@gmail.com

**A. Korobko**, candidate of technical sciences,  
associate professor,  
Research Institute of Forecasting  
and Testing of Machinery and Technologies  
for Agricultural Production» Kharkiv branch,  
e-mail: ak82andrey@gmail.com

**O. Nazarko**, candidate of technical sciences, lecturer,  
Kharkiv national automobile  
and highway University,  
e-mail: olganazamail@gmail.com

Запропоновано використовувати невизначеність вимірювання для оцінювання впливу випадкової та методичної похибок на результат вимірювання. Як кількісний показник впливу методичної похибки запропоновано відношення різниці між теоретичними й експериментальними даними до середньої похибки їх визначення. Як кількісний показник впливу випадкової похибки запропоновано відношення невизначеності вимірювання експериментальних даних до невизначеності вимірювання теоретичних даних. Зазначені показники засновано на припущенні, що теоретичні й експериментальні дані розподілені нормально. Теоретичний розподіл змінюється в межах сумарної невизначеності вимірювання типу В досліджуваного параметра. Фізична суть показника впливу методичної похибки — ймовірність, з якою результати вимірювання середнього значення показника, визначеного експериментально, містяться в межах можливого відхилення теоретичного значення цього показника.

The article offers a new way of estimating the influence of random and methodical errors to the result of measurement for the measurement uncertainty index. The ratio of the difference between theoretical and experimental data is proposed from the average error of their determination for the quantitative indicator of the influence of methodical error. The ratio of the uncertainty in the measurement of experimental data to the uncertainty in measuring theoretical data for a quantitative measure of the effect of a random error is proposed. These indicators are based on the assumption that the theoretical and experimental data are normally distributed. The theoretical distribution varies within the total uncertainty of measurement of type B of the parameter under study. The physical essence of the indicator of the influence of the methodical error is the probability with which the results of measuring the average value of the indicator (determined experimentally) are within the limits of a possible deviation of the theoretical value of this indicator. Figure — 3. Table 1. References — 14.

**Ключові слова:** невизначеність вимірювання, збіг результатів, ймовірність, випадкова похибка, методична похибка, теоретичне дослідження, експериментальне дослідження, вимірювання, похибка визначення середнього значення.

**Keywords:** uncertainty of measurement, coincidence of results, probability, random error, methodological error, theoretical investigation, experimental study, measurement, error of determination of mean value.

**В**ипробування продукції на всіх етапах її життєвого циклу — важливий елемент забезпечення її якості. Особливо актуальними випробування є на етапі проведення науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт та на етапі виробництва продукції. Саме на цих етапах життєвого циклу в продукції формуються ті властивості, які направлятимуться на задоволення потреб споживачів на подальших етапах життєвого циклу. Тобто, на етапах науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт та виробництва продукції формується її якість. Випробування проводяться з конкретною метою, спрямованою на вирішення завдань отримання достовірної



А. Коробко



О. Назарько



УДК 351.821

# ПРОЦЕДУРИ ОЦІНКИ ВІДПОВІДНОСТІ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ — СТРУКТУРА, ПРИНЦИПИ РОЗРОБЛЕННЯ ТА ПІДХОДИ ДО ЇХ ВИБОРУ

## Procedures for Assessing the Conformity of Measuring Instruments — Structure, Design Principles and Approaches to Their Choice

**С. Черепков**, кандидат технічних наук,  
директор науково-технічного інституту  
Національної метрологічної служби України,  
**В. Дуля**, заступник директора інституту  
з наукової діяльності,  
**В. Малявський**, начальник науково-методичного  
та організаційного відділу оцінки відповідності  
засобів вимірювальної техніки,  
ДП «Укрметрестандарт», м. Київ,  
e-mail: ukrscsm@ukrscsm.kiev.ua

**S. Cherepkov**, Candidate of Technical Science,  
Director of the Scientific and Technical Institute  
of the National Metrology Service of Ukraine,  
**V. Dulya**, Deputy Director of the Institute  
on scientific activity,  
**V. Maliavskiy**, Head of scientific — methodical  
and organizational department conformity assessment  
measuring instruments,  
SE «Ukrmetrteststandard», Kyiv,  
e-mail: ukrscsm@ukrscsm.kiev.ua

*Розглянуто принципи розроблення проце-  
дур оцінки відповідності як основного елемента  
доведення відповідності засобів вимірювальної  
техніки встановленим вимогам та підходи  
до їх вибору.*

*Since January 01, 2016, new legislation in the  
field of metrology came in force in Ukraine. There  
have been significant changes in the regulation of  
metrological activity in accordance with the new Law  
of Ukraine "On Metrology and Metrological Activity",  
which is harmonized with European legislation, in  
the country. Thus, the new Law lacks such forms of  
metrological control as state acceptance tests and  
state control tests, as well as state metrological  
certification of measuring instruments. Instead of  
these types of metrological control the conformity  
assessment system of measuring instruments  
according to established requirements has been*

*implemented. Therefore, this article considers new  
approaches of the conformity assessment system  
of measuring instruments according to established  
requirements and is a logical continuation of an  
article published in Metrology and Instruments  
journal (1 (69), 2018), which considered the basics  
of development and operating the conformity  
assessment system of measuring instruments. This  
article considers some issues related to conformity  
assessment procedures. Criteria for the selection of  
modules for the conformity assessment procedure  
and their description are defined. The existing approaches  
for selection of conformity assessment procedures  
of measuring instruments and the cooperation of  
manufacturers (suppliers) of measuring instruments  
with designated conformity assessment bodies on  
the market are given. The article offers practical  
interest for manufacturers of measuring instruments  
for the legal regulated sphere.*

**Ключові слова:** оцінка відповідності, технічні регламенти, процедури оцінки відповідності, модулі оцінки відповідності.

**Keywords:** conformity assessment, technical regulations, conformity assessment procedures, conformity assessment moduls.

**В** Україні протягом багатьох років відбуваються реформи у таких сферах діяльності як стандартизація, сертифікація, оцінка відповідності, метрологія та, й взагалі, у сфері технічного регулювання з метою входження до світового ринку повноправним його учасником. А це можливо лише шляхом адаптації національного законодавства до європейського та міжнародного.

З 1 січня 2016 року в Україні набув чинності Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність», який гармонізовано з європейським законодавством у цій сфері діяльності. У відповідності із положеннями Закону відбулися достатньо суттєві зміни порівнянно з попереднім законодавчим актом, який регулював



С. Черепков



В. Дуля



В. Малявський



УДК 543.271.08:53.089.52

# УПРАВЛІННЯ СЕЛЕКТИВНІСТЮ АНАЛІЗУ

**Manage the Selectivity  
of the Analysis**

**В. Козубовський**, доктор технічних наук,  
професор кафедри технології машинобудування,  
Ужгородський національний університет,  
e-mail: kozubvr@gmail.com

**V. Kozubovskyy**, doctor of technical sciences,  
professor of mechanical engineering technology,  
Uzhgorod National University,  
e-mail: kozubvr@gmail.com

У традиційних аналізаторах сумарної концентрації горючих газів (суміші концентрацій горючих газів) будується залежність величини сигналу для кожного компонента суміші від їх концентрацій. Це «віяло» сигналів має вкладатися в межі від 0,5 до 50 % нижньої концентраційної границі займистості (НКПЗ). Градування такого аналізатора здійснюється за якимось газом, що міститься в межах «віяла». Зазвичай для цього використовується метан або пропан [1, 2]. У статті розглядається можливість управління селективністю аналізу газових компонентів внаслідок методів негативної фільтрації [3] корисного сигналу в оптичному тракті газоаналізатора. Існує багато аналітичних задач, для вирішення яких необхідно досягти однакової чутливості до вимірюваних газових компонентів. Наприклад, у зазначеному вище аналізаторі сумарної концентрації горючих газів у повітрі. Дійсно, різні горючі гази можуть призвести до аналогічних наслідків, і немає можливості визначити концентрацію кожного. Найбільш часто зустрічаються такі горючі гази як метан, бутан, пропан. Звичайно бажано, щоби сигналізатор горючих газів мав однакову чутливість до цих газів і не реагував на заважаючі, такі, як CO<sub>2</sub>.

In the traditional analyzers of the total concentration of combustible gases (a mixture of concentrations of combustible gases), the dependence of the signal value for each component of the mixture is determined by from their concentrations. This signal should be enclosed in the range from 0.5% LEL to 50% of the LEL. The calibration of this analyzer is carried out on some gas that lies within the this range. Usually methane or propane is used for this purpose [1,2]. In the article the possibility of controlling the selectivity of the analysis of gas components by the methods of negative filtration [3] of the useful signal in the optical path of the gas analyzer is considered. There are many analytical tasks for which it is necessary to achieve the same sensitivity to the measured gas components. For example, in the analyzer mentioned above, the total concentration of combustible gases in the air. Indeed, different combustible gases can lead to similar effects and it is not possible to determine the concentration of each. The most common are flammable gases such as methane, butane, propane. Of course, it is desirable that the combustion gas alarm has the same sensitivity to these gases and does not respond to interfering, such as CO<sub>2</sub>.

**Ключеві слова:** сигналізатор, горючі гази, концентрація, суміші, селективність, чутливість.  
**Keywords:** signaling device, combustible gases, concentration, mixture, selectivity, sensitivity.

Для того, щоби сигналізатор горючих газів мав однакову чутливість до цих газів і не реагував на заважаючі, такі, як CO<sub>2</sub>, необхідно аби відношення світлових потоків робочого й опорного каналів аналізатора концентрації горючих газів

$$\frac{\Phi_{io}}{\Phi_{ip}} = \frac{M_{\lambda 1} \int_{\lambda_2}^{\lambda_3} \Phi(\lambda) A_i(\lambda, X_{i \max}) \tau_0(\lambda) d\lambda}{L_{\lambda 3} \int_{\lambda_3}^{\lambda_4} \Phi(\lambda) A_i(\lambda, x_{i \max}) \tau_p(\lambda) d\lambda} = K \quad (1)$$

дорівнювало одній і тій же величині *K* для всіх вимірюваних компонентів і

$$\frac{\Phi_{io}}{\Phi_{ip}} = \frac{M_{\lambda 1} \int_{\lambda_2}^{\lambda_3} \Phi(\lambda) A_j(\lambda, X_{j \max}) \tau_0(\lambda) d\lambda}{L_{\lambda 3} \int_{\lambda_3}^{\lambda_4} \Phi(\lambda) A_j(\lambda, x_{j \max}) \tau_p(\lambda) d\lambda} = 1 \quad (2)$$

для всіх компонентів, які заважають.

Тут  $\Phi(\lambda)$  — світловий потік джерела випромінювання;  $A_i(\lambda, X_{i \max})$ ,  $A_j(\lambda, X_{j \max})$  — функції поглинання *i*-ого вимірюваного або *j*-ого заважаючого газу;  $\tau_0(\lambda)$ ,  $\tau_p(\lambda)$  — функції пропускання оптичного тракту робочого й опорного каналів; параметри *M*, *L* — визначаються геометричними параметрами оптичних каналів;  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ ,  $\lambda_4$  — граничні довжини хвиль оптичних каналів.



© В. Козубовський, 2019

УДК 681.2.08:53.088; УДК 620.179.14

# РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ СЕРЕДОВИЩА В АКВАРІУМІ

## Development of the System for Control of Environmental Parameters in the Aquarium

**І. Григоренко**, кандидат технічних наук,  
професор кафедри інформаційно-вимірювальних  
технологій і систем,  
e-mail: grigmaestro@gmail.com

**С. Григоренко**, кандидат технічних наук,  
доцент кафедри комп'ютерних і радіоелектронних  
систем контролю та діагностики,  
e-mail: sngloba@gmail.com  
Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

**I. Hrihorenko**, candidate of technical sciences,  
Professor of the Department of Information-Measuring  
Technologies and Systems,  
e-mail: grigmaestro@gmail.com

**S. Hrihorenko**, candidate of technical sciences,  
Associate Professor of the Department of Computer  
and Radioelectronic Systems for Control and Diagnostics,  
e-mail: sngloba@gmail.com  
National Technical University  
«Kharkiv Polytechnic Institute»

*Розглянуто вирішення науково-практичного завдання розроблення системи контролю параметрів середовища в акваріумі від створення структурної схеми та алгоритму роботи до розроблення схеми електричної принципової. Проаналізовано фактори, що впливають на життєву діяльність риб в акваріумі та встановлено основні з них, які потрібно контролювати. Проведено розрахунок невизначеності результатів вимірювання встановлених основних параметрів середовища, а саме, температури та рівня розчиненого кисню, який довів можливість забезпечення високої точності та достовірності результатів вимірювань отриманих за допомогою розробленої системи контролю. Така система контролю надає можливість забезпечити відносну похибку вимірювання, не гіршу ніж 0,5 %.*

*The paper considers the solution of the scientific and practical task of developing a system for monitoring environmental parameters in an aquarium from creating a structural diagram and an algorithm to working up to developing a basic electrical circuit. The factors affecting the livelihoods of fish in an aquarium are analyzed, and the main ones that need to be controlled are established. The uncertainty of the measurement results of the established basic parameters of the medium, namely temperature and dissolved oxygen, was calculated, which proved*

*the possibility of ensuring high accuracy and reliability of measurement results obtained using the developed control system. The developed control system allows to ensure the relative measurement error not worse than 0.5%.*

*The need to develop a control system is connected with the fact that in order to ensure the normal development of fish and plants in the aquarium, it is necessary to create an environment that is as much as possible natural. This requires timely temperature control, as well as control of the pH and dissolved oxygen, which is possible only with the help of an automatic control system.*

*The system allows the sending of SMS commands for switching on/off the heating and aeration of water in the aquarium, receiving reports on the condition of the heater and the aerator (on/off) and the measured environmental parameters. It is possible to program, for example, sending messages with abnormal increase or decrease in temperature or the suspicious rate of its change. In the course of the work the structural and electrical principles of the control system were created, the algorithm of its work was being compiled, the uncertainty of the measurement of the main parameters of the environment in the aquarium was carried out, which proved the possibility of providing high accuracy and reliability of the results of measurements obtained with the help of the developed control system.*

**Ключові слова:** система, похибка, невизначеність, точність, контроль.  
**Keywords:** system, error, uncertainty, accuracy, control.

У сучасному акваріумі потрібно намагатися відтворити характерні особливості водного середовища за природних умов для того чи іншого виду риб. Для цього треба знати основні та необхідні характеристики водного середовища: кислотність, жорсткість, температуру, освітленість [1].



І. Григоренко



С. Григоренко





## У ВСЕУКРАЇНЬСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ ВЧЕНИХ У ЦАРИНІ МЕТРОЛОГІЇ «TECHNICAL USING OF MEASUREMENT-2019»

З 29 січня до 02 лютого 2019 року в Національному університеті (НУ) «Львівська політехніка» (база «Політехнік-3» м. Славське) відбулася Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених у царині метрології «Technical using of Measurement-2019», яку організувала і провела кафедра інформаційно-вимірвальних технологій НУ «Львівська політехніка». Співорганізаторами конференції виступили: Академія метрології України, Національний університет «Львівська політехніка», Національний технічний університет «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Державне підприємство «Науководослідний інститут метрології вимірвальних і управлінських систем» (ДП «НДІ «Система»).

У роботі конференції взяли участь 84 українські та закордонні фахівці у сфері метрології, стандартизації, сертифікації та управління якістю. Серед них науковці, інженери, аспіранти та студенти із 19 вищих навчальних закладів, установ та підприємств різних регіонів України (Івано-Франківська, Києва, Одеси, Сум, Харкова, а також Ополье (Польща).

На урочистому відкритті конференції з вітальними словами виступили президент Академії метрології України професор Є.Т. Володарський та директор Інституту комп'ютерних технологій, автоматики та метрології професор М.М. Микийчук. На пленарних засіданнях доповіді представили професор Н.І. Косач (ПАТ «ФЕД»), к.т.н. А.А. Стеценко (ПрАТ «Енергооблік»), професори М.М. Микийчук, Н.Є. Гоц (Національний університет «Львівська політехніка»), фахівці з ДП «НДІ «Система» В.В. Паракуда, О.В. Шпак, І.Г. Кізлівський, фахівці з ДП «Укрметрестандарт» І.М. Потоцький та ДП «Івано-Франківськстандартметрологія» І.С. Петришин, О.А. Бас, Д.О. Середюк, професор Р.П. Мигущенко (Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»), професор В.І. Чигін (Національна академія сухопутних військ України ім. гетьмана П. Сагайдачного). Тематика пленарних доповідей стосувалася наукових і практичних аспектів регулювання засобів забезпечення якості продукції; результатів досліджень ультразвукових лічильників, каліброваних на повітрі за атмосферного тиску та під час вимірювання витрати природного газу на високих тисках; перспективи підготовки фахівців з метрології та інформаційно-вимірвальних технологій; напрямів міжнародної освітньої діяльності з метрології та інформаційно-вимірвальних технологій; результатів розроблення та випробувань еталонних устав для відтворення одиниці тиску в ультразвуковому діапазоні та потужності ультразвуку у водному середовищі; актуальних питань розроблення та експериментального дослідження методик повірки на засоби вимірювання об'єму

та об'ємної витрати газу; теоретичних досліджень метрологічного забезпечення інформаційно-вимірвальних систем; результатів дослідження радіолокаційних характеристик для визначення безпілотних літальних апаратів.

У рамках конференції також проведено школу-семинар на тему «Метрологічні вимоги за ДСТУ ISO/IEC 17025:2017» під керівництвом доцента О.Є. Малецької (Інститут підвищення кваліфікації метрологів Академії метрології України).

Стенові доповіді відобразили широку гаму питань під час виконання практичних вимірювань та їх метрологічного підтвердження. Авторами стенових доповідей були 30 молодих вчених, докторантів, аспірантів та 7 студентів; під час обговорень доповідей зав'язувалися жваві дискусії. Особливу увагу привернула доповідь курсанта П. Михайлишина (Національна академія сухопутних військ України ім. гетьмана П. Сагайдачного) на тему «Вимірювання координат безпілотних літальних апаратів з використанням звукової та відеоапаратури».

За результатами роботи конференції опубліковано збірник тез доповідей конференції, до якого увійшло 40 робіт учасників. Також подано до друку у фаховому журналі Львівської політехніки («Метрологія та вимірвальна техніка») 12 статей.

Наукові доповіді, виступи й дискусії на конференції дали можливість здійснити продуктивний обмін досвідом між вітчизняними дослідниками та молодими науковцями і практиками в сфері метрологічної діяльності, зміцнити взаємозв'язки між вищими навчальними закладами для подальшої наукової співпраці та забезпечити обмін результатами досліджень за тематикою конференції, сформувані рекомендації щодо вдосконалення метрології та метрологічного підтвердження й управління якістю в освіті та промисловості.

З метою подальшого наукового та інформаційного обміну в сфері метрології під час її бурхливого розвитку та залучення талановитої молоді до науководослідницької роботи в резолюції наголошено на необхідності підготовки сучасних фахівців з інформаційно-вимірвальних технологій, метрології, стандартизації та сертифікації; акцентувати увагу на взаємодії освіти, науки та виробництва, практичному впровадженні наукових розроблень молодих науковців, розвитку метрологічного забезпечення розпорознених вимірвальних каналів кібер-фізичних систем та «Інтернету речей».

Відбулося також засідання Академії метрології України.

*В. ЯЦУК, доктор технічних наук,  
професор НУ «Львівська політехніка»,  
голова оргкомітету конференції*