

**Офіційний розділ**

Система SI – фундаментально краща. Послання директорів BIPM та BIML з нагоди Всесвітнього дня метрології – 20 травня 2019 р. .... 3

**Загальна та законодавча метрологія**

*П.І. Неєжмаков, Ю.Ю. Буняєва.* Основні досягнення України у міжнародній метрологічній діяльності ..... 4

**Вимірювання часу та частоти**

*М.В. Матвієнко, В.А. Гайдаманчук, І.М. Пастушенко.* Особливості модернізації національної мережі єдиного часу з урахуванням досвіду впровадження сучасних технологій синхронізації часу в корпоративних мережах ..... 12

**Вимірювання електричних та магнітних величин**

*О.М. Велічко, С.Р. Карпенко.* Основні результати ключових звірень з потужності COOMET.EM-K5 ..... 19

**Вимірювання в радіоелектроніці**

*М.И. Дзюбенко, Р.И. Белоус, М.В. Вовнюк, Н.Ф. Дахов, А.В. Дегтярев, В.П. Радионов, И.Г. Скуратовский, О.И. Хазов, А.С. Шахова.* Определение показателя преломления и диэлектрической проницаемости в терагерцевом и СВЧ диапазонах ..... 27

**Вимірювання оптичних та оптико-фізичних величин**

*Д.В. Скумс, Б.В. Єрошенко.* Еталонні лампи сили світла і світлового потоку на основі світлодіодів високої потужності ..... 33  
*О.Д. Купко.* Створення метрики кольорних просторів на базі еліпсів МакАдама ..... 38  
*С.В. Никоненко, А.В. Данильчик, Е.В. Луценко.* Референсные светодиодные источники излучения для ультрафиолетовых диапазонов спектра СИЕ В и С ..... 47

**Вимірювання механічних величин**

*А.В. Омельченко, В.Ф. Болюх, А.И. Винниченко, В.С. Купко.* Помехоустойчивая обработка сигналов в баллистическом лазерном гравиметре с симметричным способом измерения ускорения свободного падения ..... 54  
*О.В. Полярус, О.А. Коваль, Я.С. Медведовська, Є.О. Поляков, С.Д. Янушкевич.* Ідентифікація нелінійного інерційного вимірювального каналу тиску ..... 63

**Інформація**

Оголошення про набір на курси підвищення кваліфікації фахівців ..... 71

**Official section**

The SI – fundamentally better. The messages from the BIPM and BIML Directors on the World Metrology Day – May 20, 2019. .... 3

**General and legal metrology**

*P. Neyezhmakov, Yu. Bunyayeva.* Main achievements of Ukraine in international metrological activity ..... 4

**Time and frequency measurements**

*M. Matvienko, V. Gaidamanchuk, I. Pastuschenko.* Features of modernization of the National network of universal time based on the experience of introducing modern time synchronization solutions in corporate networks ..... 12

**Measurements of electric and magnetic parameters**

*O. Velychko, S. Karpenko.* Main Results of COOMET.EM-K5 Key Comparison of Power .... 19

**Measurements in radioelectronics**

*M. Dzyubenko, R. Bilous, M. Vovnyuk, N. Dachov, A. Degtjarev, V. Radionov, I. Skuratovskiy, O. Khazov, A. Shakhova.* Determination of refractive index and dielectric constant in the terahertz and microwave ranges ..... 27

**Measurements of optical and optico-physical quantities**

*D. Scums, B. Eroshenko.* High power LED based standard lamps for luminous flux and luminous intensity ..... 33  
*O. Kupko.* Creating color space metrics based on MacAdam ellipses ..... 38  
*S. Nikanenko, A. Danilchik, E. Lutsenko.* Reference UVB and UVC LED sources ..... 47

**Measurements of mechanical values**

*A. Omelchenko, V. Bolyukh, A. Vinnichenko, V. Kupko.* Noise-resistant signal processing in a ballistic laser gravimeter with a symmetrical way of measuring the gravitational acceleration ..... 54  
*O. Poliarus, O. Koval, Ya. Medvedovska, Ye. Poliakov, S. Ianushkevych.* Identification of a nonlinear inertial measuring pressure channel... 63

**Information**

Announcement of the intake to the courses of advanced training of specialists ..... 71



- 1 **Identification of a nonlinear inertial measuring pressure channel=Ідентифікація нелінійного інерційного вимірювального каналу тиску** / A. Poliarus, A. Koval, Y. Medvedovska та ін. // Український метрологічний журнал. – 2019. – № 1. – С. 63-70.

*Розглядається метод ідентифікації нелінійних інерційних вимірювальних систем на прикладі вимірювального каналу тиску, який складається з вимірювальної лінії та давача тиску. Останній, як правило, є лінійною системою, а вимірювальна лінія, яка для каналу тиску є трубою, заповненою рідиною або газом, проектується як лінійна система. У процесі експлуатації вимірювальна лінія поступово забруднюється, в рідину потрапляє повітря або вона частково замерзає. У цьому випадку можлива втрата лінійності каналу тиску, яка на практиці, як правило, не вимірюється. Запропонований метод дозволяє на основі вимірних вхідного і вихідного сигналів отримати математичну модель каналу. В її основі лежить відома модель Гаммерштейна, яка розділяє канал на два віртуальних блоки, один з яких є нелінійним інерційним, а другий – лінійним інерційним. Функція перетворення першого блоку описується поліномом кінцевого ступеня, а перетворюючі властивості другого блоку описуються інтегралом згортки. Це дозволяє записати сигнал на виході каналу у вигляді математичної залежності з невідомими коефіцієнтами полінома і параметрами імпульсної характеристики лінійного блоку. Далі мінімізується відстань у функціональному просторі з квадратичною метрикою між зазначеною математичною залежністю і вихідним сигналом. У результаті мінімізації цієї відстані методом глобального випадкового пошуку знаходяться коефіцієнти полінома і параметри імпульсної характеристики, що свідчить про рішення задачі ідентифікації системи. Для цього було створено експериментальну вимірювальну лінію, заповнену повітрям під тиском, який вимірювався двома однаковими давачами, що розташовані на вході і виході лінії. Отримана модель каналу використовувалася для теоретичного визначення вихідного сигналу при відомому вже іншому вхідному сигналі. Перевірка моделі на основі критерія Фішера з рівнем значущості 0.95 підтвердила її адекватність.*

- 2 **Scums, D. High power LED based standard lamps for luminous flux and luminous intensity=Еталонні лампи сили світла і світлового потоку на основі світлодіодів високої потужності** / D. Scums, B. Eroshenko // Український метрологічний журнал. – 2019. – № 1. – С. 33-37.

*У БелГІМ спільно з компанією “Церсіс Аналітик” спроектовано і виготовлено еталонні лампи на основі світлодіодів. Лампи було спочатку спроектовано не лише для застосування у складі національних еталонів сили світла і світлового потоку, але і як робочі засоби вимірювання для звірення та калібрування обладнання замовників.*

*Аналіз джерел невизначеності вимірювання фотометричних параметрів світлодіодів (пов’язаних із самим джерелом світла) показав, що основними є невизначеності, викликані нестабільністю джерела живлення і температурного режиму світлодіодного чипу. Також, у рамках робіт, виконаних за проектом EURAMET PhotoLED, було показано, що найменша невизначеність результатів вимірювань фотометричних параметрів (на обладнанні, відкаліброваному за допомогою еталона на основі світлодіодів) досягається при використанні як еталонного світлодіода з ККТ 4000 К. Виходячи з вищевикладених умов, нами було спроектовано референсне джерело випромінювання.*

- 3 **Velychko, O. Main Results of COOMET.EM-K5 Key Comparison of Power=Основні результати ключових звірень з потужності COOMET.EM-K5** / O. Velychko, S. Karpenko // Український метрологічний журнал. – 2019. – № 1. – С. 19-26.

*Ключові звірення з потужності були проведені у рамках Угоди CIPM MRA з 2016 по 2018 рік.*

- 4 **Определение показателя преломления и диэлектрической проницаемости в терагерцевом и СВЧ диапазонах** / М. И. Дзюбенко, Р. И. Белоус, М. В. Вовнюк та ін. // Український метрологічний журнал. – 2019. – № 1. – С. 27-32.

*Результати вимірювань можуть використовуватися при розробці різних пристроїв ТГц і НВЧ діапазонів.*

- 5 **Купко, О.Д.** Створення метрики колірних просторів на базі еліпсів МакАдама / О. Д. Купко // Український метрологічний журнал. – 2019. – № 1. – С. 38-46.  
*Проаналізовано історію питання створення рівноконтрастних колірних просторів. Відзначено, що розрахунки за результатами спектральних вимірювань недостатньо відповідають зоровому сприйняттю людини. Для всіх існуючих колірних просторів запропоновано створити рівноконтрастну метрику, тобто спосіб визначення довжини, площі та об'єму у відповідних просторах, таку, що відповідає зоровому сприйняттю людини. Метрику побудовано на базі еліпсів МакАдама, тобто на пороговому сприйнятті різниці в кольорах. Для кожної точки будь-якого колірного простору (двох або трьох вимірів) визначається ділянка простору навколо кожної точки, в межах якої людина не спроможна зафіксувати різницю в кольорі. Ділянка характеризується або еліпсом (двовимірний випадок), або еліпсоїдом (тривимірний випадок). Кількість ділянок уздовж лінії, по площині або в об'ємі є мірою відповідно довжини, площини або об'єму, тобто задає метрику. Зв'язок існуючих систем визначення кольору та зорового сприйняття людини здійснюється за допомогою масштабів. Масштаби пов'язують довжину, площу або об'єм будь-якої системи кольорів із зоровим сприйняттям людини. Масштаби залежать від точки простору та напрямку, в якому здійснюється пересування. Внаслідок цього потрібна велика кількість масштабів.*
- Запропоновано принципову схему вимірювань та апаратуру, за допомогою якої можливо провести відповідні вимірювання. Проведено оцінки щонайбільшої працездатності таких робіт. Визначено, яку найважливішу частину цих робіт можливо провести протягом декількох років. Для двовимірних просторів ( $x$ ,  $y$  та  $u$ ,  $v$ ) за допомогою результатів класичної роботи МакАдама визначено масштаби для зв'язку довжин та площ у цих просторах із зоровим сприйняттям людського ока. Визначено напрямки, в яких масштаби є найбільшими або найменшими. Зроблено висновки та пропозиції.*
- 6 **Матвієнко, М.В.** Особливості модернізації національної мережі єдиного часу з урахуванням досвіду впровадження сучасних технологій синхронізації часу в корпоративних мережах / М. В. Матвієнко, В. А. Гайдаманчук, І. М. Пастушенко // Український метрологічний журнал. – 2019. – № 1. – С. 12-18.  
*Подано порівняльний аналіз вимог до точності синхронізації часу в основних критичних галузях промисловості.*
- 7 **Неєжмаков, П.І.** Основні досягнення України у міжнародній метрологічній діяльності / П. І. Неєжмаков, Ю. Ю. Буняєва // Український метрологічний журнал. – 2019. – № 1. – С. 4-11.  
*Відображено шлях України до приєднання до Метричної конвенції - міжурядової угоди, спрямованої на розробку і підтримку міжнародних еталонів одиниць вимірювання Міжнародної системи одиниць, відкритої для всіх країн.*

8 **Никоненко, С.В.** Референсные светодиодные источники излучения для ультрафиолетовых диапазонов спектра СИЕ В и С / С. В. Никоненко, А. В. Данильчик, Е. В. Луценко // Український метрологічний журнал. – 2019. – № 1. – С. 47-53.

*Статтю присвячено референсним джерелам випромінювання для ультрафіолетових (УФ) діапазонів спектру СИЕ В та С. УФ випромінювання широко використовується для вирішення різних прикладних і наукових завдань. Ефективність, якість та безпека робіт, що виконуються з використанням УФ випромінювання, значною мірою визначаються якістю метрологічного забезпечення цих робіт.*

*У метрологічному забезпеченні в УФ діапазоні спектру існує ряд проблем. По-перше, це суттєве зниження точності передачі розміру одиниць від національних еталонів відповідних оптичних величин робочим засобам вимірювання в діапазонах УФ випромінювання СИЕ А (від 400 до 315 нм) і особливо В (від 315 до 285 нм) та С (від 285 до 200 нм). По-друге, при вимірюванні в діапазонах СИЕ А, В і С необхідно використовувати приймач із постійною спектральною чутливістю всередині цих діапазонів і нульовий поза нею, що вельми проблематично через відсутність якісних УФ фільтрів. По-третє, точність результатів вимірювання оптичних характеристик УФ випромінювання суттєво знижується внаслідок відмінності спектральних розподілів інтенсивності випромінювання вимірюваного та еталонного (референсного) джерел випромінювання. По-четверте, поява УФ світлодіодів дозволяє прогнозувати заміну в багатьох застосуваннях у найближчі 5 років традиційних джерел УФ випромінювання, проте традиційні методи вимірювання характеристик і параметрів оптичного випромінювання, що були розроблені раніше, не повною мірою можна застосовувати до випромінювання світлодіодів.*

*Одним із перспективних способів підвищення точності вимірювань в УФ діапазоні спектру є застосування референсних джерел випромінювання, створених на основі світлодіодів, унаслідок їх стабільності та тривалого терміну експлуатації. В Інституті фізики НАН Білорусі розроблено референсні світлодіодні джерела випромінювання для УФ діапазонів спектру СИЕ В та С. Наведено опис конструкції створених референсних джерел. Розглядаються результати дослідження спектральних, енергетичних і просторових характеристик випромінювання референсних джерел випромінювання, а також вплив на ці характеристики конструктивних елементів.*

- 9 **Помехоустойчивая обработка сигналов в баллистическом лазерном гравиметре с симметричным способом измерения ускорения свободного падения / А. В. Омельченко, В. Ф. Болюх, А. И. Винниченко, В. С. Купко // Український метрологічний журнал. – 2019. – № 1. – С. 54-62.**

*Розглянуто методи завадостійкої обробки сигналів у балістичному лазерному гравіметрі (БЛГ) із симетричним способом вимірювання прискорення вільного падіння (ПВП).*

*Основним джерелом помилок при вимірюваннях ПВП за допомогою БЛГ є сейсмічні коливання земної поверхні. У гравіметрах із симетричним способом вимірювання порівняно короткий поштовх катапульти породжує коливання фундаменту, які називаються автосейсмічними і викликають систематичну похибку вимірювання ПВП. Слід враховувати і вплив завад дискретизації, що виникають при вимірюванні параметрів руху пробного тіла.*

*Метод найменших квадратів (МНК), що традиційно використовується у балістичних гравіметрах, є оптимальним в умовах дії некорельованих адитивних завад при дотриманні гомоскедастичності. Зазначені умови не виконуються у балістичній гравіметрії. Тому актуальним є завдання розвитку нових методів обробки сигналів у БЛГ.*

*Основну увагу приділено синтезу вагових функцій гравіметрів, що мінімізують вплив наступних видів адитивних завад: 1) зовнішньої сейсмічної завади; 2) автосейсмічної завади; 3) завади дискретизації. Для комплексного врахування різних завад у роботі використано сукупність показників завадостійкості.*

*Для знаходження ваг спостережень використано зважений метод найменших квадратів (ЗМНК), який передбачає використання вагових вікон, зокрема вікон Хана. На відміну від відомих методів регресійного аналізу, форма таких вікон визначається не зміною дисперсії завади, а вибирається таким чином, щоб максимально послабити вплив завади на результат вимірювання ПВП.*

*Наведено властивості вагових функцій гравіметрів. Виконано аналіз впливу форми вагових вікон Хана на показники завадостійкості БЛГ. Показано, що збільшення швидкості спадання вагового вікна від центру до країв приводить до суттєвого зменшення автосейсмічної складової похибки вимірювання ПВП при незначному збільшенні інших показників завадостійкості.*

*Досліджено вплив пропусків спостережень біля вершини траєкторії руху пробного тіла на результати вимірювання ПВП. Показано, що виконання умови Найквіста для вагової функції гравіметра приводить до зменшення зсуву автосейсмічної складової похибки вимірювання ПВП.*

- 10 **High power LED based standard lamps for luminous flux and luminous intensity=Еталонні лампи сили світла і світлового потоку на основі світлодіодів високої потужності // Український метрологічний журнал. – 2019. – № 1. – С. 33-37.**

*У БелГІМ спільно з компанією “Церсіс Аналітик” спроектовано і виготовлено еталонні лампи на основі світлодіодів. Лампи було спочатку спроектовано не лише для застосування у складі національних еталонів сили світла і світлового потоку, але і як робочі засоби вимірювання для звірення та калібрування обладнання замовників.*

*Аналіз джерел невизначеності вимірювання фотометричних параметрів світлодіодів (пов’язаних із самим джерелом світла) показав, що основними є невизначеності, викликані нестабільністю джерела живлення і температурного режиму світлодіодного чипу. Також, у рамках робіт, виконаних за проектом EURAMET PhotoLED, було показано, що найменша невизначеність результатів вимірювань фотометричних параметрів (на обладнанні, відкаліброваному за допомогою еталона на основі світлодіодів) досягається при використанні як еталонного світлодіода з ККТ 4000 К. Виходячи з вищевикладених умов, нами було спроектовано референсне джерело випромінювання.*