***Метрологія та прилади. – 2020. – № 4.***

**Бас О. А. Методологія оцінювання рівня еквівалентностінаціональних еталонів одиниць об’єму та об’ємної витрати газу**/ О. А. Никитюк, B. M. Новіков // Метрологія та прилади. – 2020. – № 4. – С. 3-11.

Анонсується надання статусу «національних» двом вторинним еталонам одиниць об’єму та об’ємної витрати газу, які зберігаються в ДП «Івано-Франківськстандартметрологія». Показана простежуваність вторинних еталонів безпосередньо до одиниць системи СІ. Обґрунтовано реалізацію процесу відтворення одиниць вторинними еталонами. Запропоновано методологію проведення звірення та оцінювання рівня еквівалентності національних первинних та вторинних еталонів одиниць об’єму та об’ємної витрати газу в діапазонах, які є спільними для еталонів. Опрацювання результатів звірень запропоновано проводити аналогічно методиці оцінки двосторонніх міжнародних звірень. Показана на основі моделювання ступеня еквівалентності доцільність встановлення жорсткіших критеріїв за оцінки рівня еквівалентності. Здійснено підбір еталонних засобів для проведення звірень. Наведено результати попарного звірення національних еталонів одиниць об’єму та об’ємної витрати газу спільних діапазонів об’ємної витрати. Розроблено методику визначення та оцінювання параметра нестабільності національних еталонів. Наведено графічну інтерпретацію оцінки нестабільності. Запропоновано проводити оцінювання нестабільності аналогічно процедурі визначення параметра «відтворюваності». Зазначено переваги отримання статусу «національних» для вторинних еталонів одиниць об’єму та об’ємної витрати газу.

**Аналіз метрологічних властивостей високоомних багатозначних мір-калібраторів опору** / В. О. Яцук, М. М. Микийчук, Ю. В. Яцук, В. Б. Здеб // Метрологія та прилади. – 2020. – № 4. – С. 12-19.

Показано, що для віддаленого калібрування (оперативного контролювання) каналів вимірювання високоомних опорів кіберфізичних систем доцільно використовувати міри на основі методу імітації з фіксацією значень вхідної напруги та формуванням кодокерованих вихідних струмів. Показано, що під час зстосування такого методу використовуються лише декілька спеціальних схемотехнічних компонентів — високовольтний подільник напруги та кодокерований масштабувальний струмозадавальний резистор. Інші компоненти структури кодокерованої міри-імітатора є типовими низьковольтними елементами, що є основою для її схемотехнічної уніфікації в широкому діапазоні відтворення. На основі проведеного аналізу похибок обґрунтовано пропозиції щодо покращення метрологічних властивостей кодокерованих мірімітаторів провідності під час відтворення високоомних значень опорів. У запропонованій структурі електрична провідність відтворюється з використанням доповнювальної шкали, що забезпечує значне підвищення точності відтворення високоомних опорів завдяки зменшенню впливу відносних похибок кодокерованих подільників напруги для малих значень кодів керування. Обговорено умови практичної реалізації запропонованого методу оперативного контролювання вимірювальних каналів кіберфізичних систем. Показано, що на основі запропонованої міри-імітатора можна відтворювати опори до 1016 Ом з похибками порядку десятих часток відсотка.

**Сурду, Д. М. Низкоомные мосты переменного тока с фазовым уравновешиванием** / Д. М. Сурду, М. М. Сурду // Метрологія та прилади. – 2020. – № 4. – С. 20-28.

Рассматрено применение фазового регулирования для построения мостов переменного тока с широким диапазоном измерения. Использованы для этой цели два подхода: при- менение источников напряжения для компенсации влияния сопротивления проводов в мостах со сравнением токов и использование таких источников для создания мостов переменного тока со сравнением напряжений. В первом случае в мосте со сравнением токов для устранения влияния сопротивления кабелей, введены дополнительные контура регулирования. В высоковольтной части моста два контура регулирования созда- ют токи питания компарируемых импедансов. В  низковольтной части моста такие контуры регулирования используются для устранения влияния сопротивления «перемычки» на результат измерения. Для уравновешивания этих контуров в каждом из них используется отдельный фазоуправляемый источник напряжения. Анализируются способы уравновешивания таких мостов. Рассматривается возможность использования в этих контурах статического регулирования. Во втором случае для измерения малых импедансов создается мост со сравнением напряжений. Такой мост содержит основной и  вспомогательный контура-регулирования, в  каждом из которых используется собственный фазоуправляемый источник напряжения. Основной контур включает объект измерения. Вспомогательный контур создает эквивалентный генератор тока для питания объекта измерения. Разработан способ уравновешивания этого двухконтурного моста. Исследуется погрешность измерения мостов как функция погрешности дискретности регулирования напряжения в дополнительных контурах и шумов индикатора равновесия.

**Неофитный, М. С. Применение атомных интерферометров (АИ). Актуальные задачи (обзор)** / М. С. Неофитный, Ю. П. Мачехин, А. С. Гнатенко // Метрологія та прилади. – 2020. – № 4. – С. 29-35.

Проведен анализ основных теоретических вопросов состояния и применения атомных интерферометров (АИ) во всевозможных технических проектах. Приведены теоретические основы охлаждения атомов для использования этих атомов в разработанных интерферометрах. Конструкции АИ основаны на применении охлажденных облаков нейтральных атомов.

**Шевченко, О. І. Особливості виготовлення тест-об’єктів, як еталонних засобів калібрування та повірки зондів атомно-силової мікроскопії** / О. І. Шевченко, М. О. Бондаренко // Метрологія та прилади. – 2020. – № 4. – С. 36-39.

Наведено результати виготовлення тестоб’єктів, як еталонних засобів калібрування та повірки зондів атомно-силової мікроскопіі (АСМ). Уперше матеріал викладено у стандартній формі термінами повірочних схем. Запропоновані технологічні основи виготовлення тестових об’єктів для АСМ. Основою процесу виготовлення таких об’єктів є комбінований метод резистивного осадження на основу з  оптичного кварцового скла тонкого (менше 20  нм) покриття золота (Au) у вакуумі, температура випаровування (550…600)  °С, час нанесення покриття (13…18)  с.

**Яцишин, C. П. Калібрування дозиметричних засобів іонізуючого випромінення** / C. П. Яцишин, С. Л. Лазаренко, Н. С. Лазаренко // Метрологія та прилади. – 2020. – № 4. – С. 40-43.

Проаналізовано особливості калібрування дозиметричних засобів вимірювальної техніки іонізуючого випромінення. З прийняттям 1 січня 2016 року Закону № 1314-VII від 05.06.2014 «Про метрологію та метрологічну діяльність» у новому ракурсі постало поняття «калібрування», особливо для дозиметричних ЗВТ, що призвело до виникнення значної кількості питань. Перше — це питання представлення результатів калібрування. Друге — дозиметричні прилади калібрують за допомогою еталонів, пред- ставлених джерелами іонізуючого випромінен- ня (різні види випромінення, енергії випромінювання, дозиметричні величини тощо). Тобто, на практиці кожен дозиметричний прилад можливо використовувати для моніторингу полів гамма– та/або рентгенівського випромінення тільки певного енергетичного діапазону, визначеного в технічній документації на цей прилад. Важливим параметром є фізична величина дозиметричного приладу, за якою калібрують, вид випромінення та точність. Тому в роботі приділено увагу залученню відповідних еталонів для забезпечення всіх зазначених параметрів та єдності вимірювання, а також для досягнення належної точності калібрування. Розглянуто процедури калібрування дозиметра за нормальних та робочих умов експлуатації. Наведені приклади свідчать що калібрування, як визначення значень метрологічних характеристик, притаманних певному засобу вимірювання, необхідне для підвищення точності вимірювань, а також для оцінення реальної похибки за умов експлуатації, яка може виявитися більшою за паспортну. Підкреслено, що за калібруванні дозиметричних приладів потрібно враховувати такі фактори, як сферу застосування дозиметрів, умови експлуатації, вид випромінення (гамма-, нейтронне чи рентгенівське) та вибирати відповідні методи калібрування. В дозиметрії іонізуючого випромінення застосовують низку дозиметричних величин, які визначають сферу використання засобів вимірювальної техніки і можуть застосовуватися для різних ці- лей в різноманітних сферах життєдіяльності. Запропоновано форми представлення калібрувальних характеристик.

**Підвищення достовірності визначення освітленості для зовнішнього освітлення** / О. М. Ляшенко, Є. П. Тимофеєв, Ю. О. Васильєва, О. М. Діденко // Метрологія та прилади. – 2020. – № 4. – С. 44-50.

Ураховуючи наявність в Україні світлодіодних світильників з широким розкидом основних характеристик (світлового потоку, діаграми просторового розподілу сили світла, стабільності світлових характеристик, колірної температури), відсутність обов’язкової оцінки відповідності характеристик може призводити до значного відхилення реальних значень освітленості від нормованих. Складність монтажу світильників зовнішнього освітлення, що здебільшого розміщуються на значній висоті (більше 8 м) і на відкритому просторі, зумовлює доцільність їх правильного вибору за допомогою застосування спеціалізованих комп’ютерних програм. Для забезпечення відповідності світлодіодних освітлювальних установок зовнішнього освітлення вимогам безпеки, комфортності й енергоекономічності необхідно уможливити доцільність застосування сучасного програмного забезпечення внаслідок підвищення достовірності результатів комп’ютерного моделювання зовнішніх сцен освітлення. Метою статті є підвищення досто- вірності результатів комп’ютерного моделювання освітлювальних установок для зовнішніх об’єктів інфраструктури міста шляхом забез- печення збіжності розрахованих і виміряних приладами освітленостей у контрольних точках. Для реалізації цієї мети проведено аналіз особливостей освітлення зовнішніх об’єктів з  урахуванням їх специфіки і визначено фактори, що впливають на достовірність результатів комп’ютерних розрахунків освітленості та інших параметрів освітлювальних систем. Визначено коефіцієнти максимальної похибки для трьох основних джерел світла (світлодіодів, металогалогенних ламп і натрієвих ламп високого тиску) і запропоновано узагальнений коефіцієнт максимальної похибки для застосування у світлотехнічних комп’ютерних програмах під час проектування та реконструкції систем зовнішнього освітлення. Наведено приклади застосування методики коригування результатів моделювання освітлювальних установок зовнішніх об’єктів з різним функціональним призначенням (вулиці або магістралі, відкриті спортивні споруди, тунелі). За введення узагальненого коефіцієнта похибки для систем зовнішнього освітлення відповідно до їх параметрів (джерел світла, світлових приладів, умов середовища й  експлуатації) результати розрахунків збігаються з виміряними, що свідчить стосовно підвищення достовірності результатів комп’ютерного визначення освітленості.

**Підвищення якості керування технологічними процесами шляхом забезпечення максимальної їхньої аперіодичності** / С. М. Лісовець, М. А. Зенкін, І. Л. Ківа, Я. Т. Недлінський// Метрологія та прилади. – 2020. – № 4. – С. 50-55.

Показана можливість, використовуючи типову методику, синтезу цифрових регуляторів у  такий спосіб, щоби забезпечувалася максимальна аперіодичність технологічних процесів, для яких вони використовуються. На прикладі об’єкта керування 2-го порядку наведено розрахунок таких регуляторів для стрибкоподібних і  лінійно-змінюваних вхідних сигналів. Також показано, що внаслідок незначної коливальності, можна забезпечити високу якість перехідних процесів одночасно для кількох різних вхідних впливів.

**Костюков, І. О. Оцінювання амплітуд синусоїдальних сигналів за допомогою методу найменших квадратів: порівняльний аналіз точності алгоритмів апроксимації еліпса** = **Estimation of sine signals amplitude by the least squares method: a comparative analysis of accuracy of ellipse fitting algorithms** / І. О. Костюков // Метрологія та прилади. – 2020. – № 4. – С. 56-62.

У статті представлений порівняльний аналіз точності оцінки амплітуди синусоїдальних сигналів на основі обчислення параметрів розсіяного еліпса. Такі обчислення були проведені для випадків нормально розподіленого білого шуму і довільно підібрані, записані та отримані форми сигналу шуму на вході та на виході фазообертача. Всі моделювання були зроблені з використанням трьох різних підходів: дві модифікації методу найменших квадратів на основі двох різних обмежень, накладених на параметри розсіяного еліпса, і на безпосередній розрахунок відповідних параметрів квадратної форми через значення дисперсії адитивної суміші синусоїдалимчного сигналу та шуму. Проведений аналіз показав переваги оцінки амплітуди на основі безпосереднього обчислення параметрів квадратичної форми на основі обчислених дисперсій аналізованих сигналів. Зазначені переваги були визначені не лише значним спрощенням розроблення програмного забезпечення у разі прямої оцінки параметрів квадратичної форми, а й більш високою точністю оцінки амплітуди синусоїдального сигналу.

**Тараненко, Ю. К. Комп’ютеризована система контролю та управління динамікою газової фази технологічного апарата з барботажем** / Ю. К. Тараненко, О. Ю. Олійник // Метрологія та прилади. – 2020. – № 4. – С. 63-67.

Стаття присвячена розробленню комп’ютеризованої системи контролю та управління динамікою газової фази технологічного апарата з  барботажем з використанням віброчастотного методу контролю амплітудно-частотних характеристик середовища рідина-газ. Використання відомих методів контролю в  технологічних апаратах з барботажем ускладнено, оскільки густина і в’язкість середовища значною мірою визначаються ступенем насичення газом. Основою запропонованої динаміки газорідинного середовища є отримане раніше співвідношення для розрахунку відносної амплітуди коливання твердої фази в суспензії, на основі якого отримана залежність, що враховує поведінки бульбашок газу в рідині. Наведено числові рішення диференціального рівняння для гетерогенної системи рідина-газ у середовищі Рython з  вико- ристанням бібліотеки sympy із застосуванням комплексного поєднання і спрощення. Отримано диференціальне рівняння для розрахунку швидкості спливання бульбашок газу різного діаметра, яке можна використовувати як ламінарний режим течії, так і турбулентний. Показано, що стабілізація швидкості бульбашок у  потоці газу через рідину відбувається за  різної швидкості, що визначається розміром діаметра бульбашок і може регулюватися шляхом контролю розміру форсунки. Час до стабілізації швидкості зростає зі зменшенням діаметра бульбашок. Амплітуда коливань газової фази перевищує амплітуду коливання рідини, а діаметр збільшується за спливання і з ростом частоти. Запропоновано структуру комп’ютеризованої системи контролю та управління динамі- кою газової фази технологічного апарата з барботажем, що дозволяє контролювати процес стабілізації швидкості бульбашок за барботажу для ефективного теплообміну.

**Габрук, Р. А. Кількісна імовірнісна оцінка надійності функціонування комплексу зв’язку рухомого об’єкта водного транспорту** / Р. А. Габрук // Метрологія та прилади. – 2020. – № 4. – С. 68

Сформульовано алгебраїчні вирази для ймовірнісної оцінки надійності технічного комплексу зв’язку. Сформовано схему надійності для типового обладнання інтегрованого комплексу глобальної морської системи зв’язку в разі лиха і для убезпечення мореплавства для морського району А4, який схвалено класифікаційним товариством. Визначено перспективні напрямки подальших наукових досліджень.