

Захаров, Ігор. Оцінювання розширеної невизначеності вимірювань з урахуванням кореляції між оцінками вхідних величин / Ігор Захаров, Павло Неєжмаков, Олесь Боцюра // Український метрологічний журнал. – 2021. – № 1. – С. 4-8.

Наведено вираз для оцінювання сумарної стандартної невизначеності з урахуванням спостережуваної кореляції між оцінками двох вхідних величин. Проаналізовано наведену в GUM формулу Велча-Саттерсвейта. Показано, що розраховане за цією формулою число ступенів свободи буде змінюватися в широких межах при зміні значення коефіцієнта кореляції, а в деяких випадках може приймати неприпустиме нульове значення. Наведено вираз для обчислення сумарної стандартної невизначеності методом редукації. Показано, що число ступенів свободи в цьому методі не залежить від значення коефіцієнта кореляції. Таким чином, оцінювання розширеної невизначеності за методикою GUM не дозволяє отримати достовірну оцінку розширеної невизначеності вимірювань за наявності кореляції, що спостерігається між значеннями вхідних величин. Запропоновано формулу для розрахунку ефективного числа ступенів свободи з урахуванням спостережуваної кореляції. Проаналізовано існуючий вираз для обчислення ексцесу вимірюваної величини і запропоновано вираз для розрахунку ексцесу вимірюваної величини за наявності кореляції між вхідними величинами. Розглянуто приклад оцінювання розширеної невизначеності при вимірюванні коефіцієнта перетворювача давача тиску за допомогою калібратора. Оцінки розподілу вимірюваної величини, отримані за допомогою моделювання методом Монте-Карло, показали, що вони найбільш близькі до оцінок, отриманих методом ексцесу. Розглянутий приклад показав, що облік кореляції при обробці результатів вимірювань дозволяє знизити розширену невизначеність вимірювання коефіцієнта перетворювача в 1,22–1,27 рази.

Анохін, Юрій. Дослідження державного первинного еталона одиниці коефіцієнта масштабного перетворення напруги змінного струму до $750/\sqrt{3}$ кВ / Юрій Анохін, Олег Величко // Український метрологічний журнал. – 2021. – № 1. – С. 9-14.

Метою статті є висвітлення результатів досліджень державного первинного еталона одиниці коефіцієнта масштабного перетворення змінної напруги до $750/\sqrt{3}$ кВ, зокрема: формування складу еталонних вимірювальних приладів для відтворення одиниці коефіцієнта масштабного перетворення; встановлення способу відтворення одиниці коефіцієнта масштабного перетворення; оцінка невизначеності вимірювань та інших метрологічних характеристик при передаванні одиниці коефіцієнта масштабного перетворення.

Наведено результати дослідження новоствореного державного первинного еталона одиниці коефіцієнта масштабного перетворення змінної напруги до $750/\sqrt{3}$ кВ, які мають велике практичне значення. Ці дослідження спрямовані на поліпшення метрологічної простежуваності високовольтних змінних струмів на національному рівні.

Костюков, Іван. Особливості оцінювання часткових ємностей ізоляції трьохжильних силових кабелів із застосуванням сукупних вимірювань / Іван Костюков // Український метрологічний журнал. – 2021. – № 1. – С. 15-20.

Розглянуто особливості визначення часткових ємностей ізоляційних проміжків трьохжильних силових кабелів з паперовою ізоляцією при різних способах формування та вирішення системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Наведено можливі способи обстеження ізоляції трьохжильних кабелів при визначенні значень часткових ємностей із застосуванням сукупних вимірювань, що полягають у різних можливих способах підключення вимірювача імітансу до досліджуваного зразка трьохжильного силового кабеля. Наведено приклади визначення часткових ємностей при безпосередньому вирішенні системи лінійних алгебраїчних рівнянь, при мінімізації середньоквадратичної похибки вирішення перевизначеної системи рівнянь за методом найменших квадратів, а також при пошуку нормального вирішення невизначеної системи рівнянь за методом псевдооберненої матриці. Показано, що мінімізація середньоквадратичної похибки за методом найменших квадратів та безпосереднє пряме вирішення визначеної системи рівнянь показують достатньо близькі результати при оцінюванні часткових ємностей за допомогою сукупних вимірювань, водночас вирішення невизначеної системи рівнянь за методом псевдооберненої матриці дозволяє достатньо точно відтворювати тільки 3 із 6 значень часткових ємностей. Запропоновано використовувати частотну залежність ємнісного опору ізоляційних проміжків як інформативний параметр про технічний стан ізоляційних проміжків між жилами силового кабеля та між його жилами й оболонкою.

Кузь, Микола. Технічні аспекти реалізації обліку енергії природного газу / Микола Кузь, Леонід Заміховський, Віталій Шульга // Український метрологічний журнал. – 2021. – № 1. – С. 21-25.

Метою роботи є оцінка нормативно-правових вимог та технічних можливостей впровадження в Україні обліку природного газу в одиницях енергії. Запропоновано для визначення енергії природного

газу використовувати пристрої перетворення енергії. Розроблено методологію вимірювання непрямыми методами енергії природного газу на основі вимірювань спожитих об'ємів газу, температури повітря навколо лічильника газу та результатів вимірювання теплоти згоряння газу. Здійснено оцінку метрологічних характеристик опосередкованого вимірювання енергії природного газу.

Григоренко, Ігор. Використання методів статистичного аналізу для контролю стабільності роботи установки комплексної підготовки газу / Ігор Григоренко, Олена Тверитникова, Світлана Григоренко, Юлія Демідова // Український метрологічний журнал. – 2021. – № 1. – С. 26-32.

Розглянуто вирішення науково-практичної задачі підвищення точності та достовірності обліку природного газу шляхом проведення статистичного аналізу результатів вимірювань тиску газу у трубопроводі, отриманих із трьох датчиків тиску впродовж 12 годин. Правильний і точний облік витрат газу є актуальним завданням метрологічного контролю. Важливість цього завдання підкреслюється тим, що довірчий інтервал для середньоквадратичних помилок виявляється зазвичай вельми широким. Перевірка гіпотези про відсутність порушення стабільності процесу вимірювання тиску газу проводиться за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу (рівності середніх значень), лінійного регресійного аналізу (відсутність впливу часу на величину показника за кожною вибіркою), коваріаційного аналізу (відсутність розходжень у функціональному впливі часу на величину показника). Спільне використання трьох видів аналізу дає змогу зробити висновок про метрологічну надійність засобів вимірювальної техніки. Використано три серії результатів вимірів показника контролю X (тиск газу у трубопроводі). Аналіз підтвердив гіпотезу про відсутність порушень стабільності процесу вимірювання тиску газу, що дає змогу визнати датчики тиску метрологічно надійними. Доведено, що наукова й прикладна проблеми підвищення вірогідності контролю й діагностики об'єктів зі стохастичними параметрами, підвищення їх метрологічної надійності є актуальними й мають важливе значення для розвитку теорії й практики неруйнівного контролю, а також функціональної діагностики об'єктів. Рекомендовано, що для підтвердження неперевищення максимально допустимої нестабільності потоку вимірювання потрібно проводити частіше (як мінімум кожні пів години), щоб мати змогу точно визначити закон розподілу результатів вимірювань та границі довірчого інтервалу.

Олійник, Ольга. Автоматизована система проектування віброчастотних густиномірів / Ольга Олійник, Юрій Тараненко // Український метрологічний журнал. – 2021. – № 1. – С. 33-39.

Статтю присвячено опису розробленої автоматизованої системи проектування віброчастотних густиномірів із демонстрацією широких функціональних можливостей програми та налаштувань інтерфейсу. Розробка вирішує проблему проектування віброчастотних густиномірів, розрахунку добротності та чутливості резонаторів, які й забезпечують залежність частоти автоколивань від контрольованої густини. Відсутність чітких методичних рекомендацій градування, методик коригування при різних способах монтажу резонатора суттєво обмежує використання віброчастотних густиномірів.

В основі алгоритму розробленого програмного комплексу лежить розрахунок амплітудно-частотних характеристик трубчастого резонатора з використанням диференціального рівняння для визначення частот і форм згинальних коливань трубчастого резонатора. Програмна реалізація розробленої моделі розрахунку дозволяє не тільки візуалізувати форми, частоту, пучності та вузли коливань резонаторів густиномірів із широкого спектра матеріалів, придатних до експлуатації у завданих виробництвом умовах, але і враховує тип кріплення, чисельне значення жорсткості опори, дозволяє виконати моделювання розподілу чутливості уздовж усього діапазону вимірювання.

Розроблена автоматизована система проектування має простий і зрозумілий інтерфейс, а відсутність необхідної інсталяції програмного забезпечення і його налаштування роблять продукт більш доступним у промислових умовах невеликих підприємств.

Серіков, Яків. Теоретичні й практичні аспекти реалізації програми “Human Centric Lighting” у виробничих умовах / Яків Серіков, Каріна Серікова // Український метрологічний журнал. – 2021. – № 1. – С. 40-45.

Обґрунтовано актуальність впровадження у виробничих умовах програми реалізації керованих систем штучного освітлення, в яких характеристики світлового потоку можуть динамічно змінюватися відповідно до природних процесів організму людини (програма HCL). Актуальність впровадження визначається тим, що незадовільні характеристики освітлення робочої зони призводять до підвищення ризику одержання травм, професійних захворювань. Визначено, що забезпечення тільки нормативних кількісних характеристик освітленості робочої зони є недостатнім, тому що її якісні характеристики – коефіцієнт пульсації, спектральний склад викликають невізуальну дію світла (NIF). Вони можуть діяти на психофізіологічний стан людини шляхом впливу на циркадні біоритми її організму та впливати на працездатність, рівень стомленості працівника. Це обумовлено тим, що циркадні біоритми організму протягом його еволюції залежать від динаміки зміни комплексу

характеристик світлового потоку. На основі порівняння із природним освітленням проаналізовано нормативні значення рівня штучного виробничого освітлення у різних країнах. На основі аналізу розроблено рекомендації, що спрямовані на адаптацію штучного освітлення до організму працюючої людини. Проведено аналіз результатів дослідження невізуального впливу пульсації світлового потоку на психофізіологічний стан людини. Наведено основні негативні наслідки такої дії, визначено необхідні завдання для реалізації програми HCL у виробничих умовах у цьому аспекті. Викладено також результати дослідження впливу колірної температури світлового потоку на психофізіологічний стан людини. Розроблено рекомендації з регулювання цього параметра для різних видів виробничої діяльності.

Туз, Юліан Особливості вимірювання температури коротких теплових імпульсів / Юліан Туз, Олег Козир, Юрій Самарцев // Український метрологічний журнал. – 2021. – № 1. – С. 46-52.

Короткі теплові імпульси характерні для вибухів, розжарених продуктів горіння, які супроводжуються високим тиском та руйнівною силою. Для вимірювання значень температури швидкодіючого теплового процесу найбільш придатні термопары з відомими динамічними характеристиками, які фіксують значення вихідної електрорушійної сили (ЕРС) протягом перехідного процесу зміни температури.

Відновлення значень діючої на них температури відбувається шляхом обробки зафіксованих значень ЕРС із використанням відомих динамічних характеристик термопар, які пропонується попередньо визначати у вигляді амплітудно-фазової частотної характеристики (АФЧХ), розігрівачи термопару синусним струмом відповідної частоти. Запропоновано модель процесів, які відбуваються в термопарі при пропусканні через неї електричного струму. На основі запропонованої моделі розроблено алгоритм отримання АФЧХ термопары шляхом визначення відношень амплітуд змінної складової ЕРС термопары у вигляді складової на подвійній частоті вхідного струму – до амплітуди другої гармоніки вхідного струму, отриманої шляхом піднесення миттєвих значень вихідної ЕРС до квадрату, обчислювальним шляхом.

Розроблено методологію, створено дослідницьку систему, виготовлено експериментальні зразки швидкодіючих термопар. Знайдені динамічні характеристики дозволяють, шляхом застосування оберненої функції, адекватно вимірювати поточну температуру теплових імпульсів за даними вихідної термічної ЕРС термопар.

Защепкіна, Наталія. Розробка функціональної моделі вимірювача температури / Наталія Защепкіна, Максим Свита // Український метрологічний журнал. – 2021. – № 1. – С. 53-59.

Тонкоплівкові платинові термометри опору різної конструкції і виконання широко застосовуються у різних галузях промисловості. Діапазон вимірювання температури цими термоперетворювачами знаходиться у межах від мінус 200 °С до 600 °С.

Запропоновано функціональну модель портативного цифрового вимірювача температури в діапазоні від мінус 50 °С до 300 °С на основі давача L416 типу Pt100. Обрано оптимальне схемне рішення включення давача L416 у вимірювальний міст Уінстона із застосуванням однополярної напруги живлення мосту та підсилювача. Запропоноване схемне рішення доцільне при живленні від автономних джерел постійного струму, що дозволяє мініатюризувати прилад і сприяє ефективності енергоспоживання.

Виконано нормування вихідної напруги підсилювача у всьому робочому діапазоні аналого-цифрового перетворювача відповідно до робочого діапазону давача температури, що дозволяє отримати максимальну роздільну здатність аналого-цифрового перетворення при вимірюванні температури.

Розроблено функціональну модель перетворення опору термодавача в цифровий код. Функціональна модель показує, що вихідний код аналого-цифрового перетворювача не залежить від напруги живлення схеми, таким чином реалізується стабільність функції перетворення опору давача в значення коду аналого-цифрового перетворювача.

Давач має нормовану характеристику залежності опору від температури, тому для калібрування схеми вимірювача температури використано прецизійний магазин опору МСР-60М. За допомогою магазину опору МСР-60М можливе калібрування схеми вимірювача температури з невизначеністю 0,07 °С.

Бойко, Тарас. Кіберфізична система для оцінювання впливів вітроенергетичних установок на компоненти довкілля / Тарас Бойко, Марія Руда // Український метрологічний журнал. – 2021. – № 1. – С. 60-66.

Оцінено вплив вітроенергетичних станцій на компоненти довкілля, якими є компартменти складних ландшафтних комплексів з урахуванням низки їх параметрів. Визначено перелік категорій впливу, якими представлено навантаження на довкілля, а також для кожної категорії визначено відносний внесок шкідливих чинників з урахуванням можливих сценаріїв поведінки з відходами. За всіма потенційними впливами з допомогою методології Eco-indicator побудовано екологічні

профілі, які дали змогу отримати значення екологічних показників (впливів) та еко-індикаторів, виражених в еко-балах, що характеризують вплив досліджуваної вітроенергетичної станції.

Виконано математичне моделювання процесів впливу окремої вітроенергетичної установки на підсистеми та яруси компартментів, за результатами якого отримано систему диференціальних рівнянь, вхідними даними для яких є окремі показники і еко-індикатори, а також статистична інформація функціонування елементів ієрархічної структури складного ландшафтного комплексу. Розв'язуючи систему рівнянь, можна здійснювати дослідження (прогнозування) станів розвитку складного ландшафтного комплексу в динамічному та стаціонарному режимах під час впливу життєвого циклу вітроенергетичної установки на підсистеми та яруси їх компартментів, з метою оптимізації діяльності людини щодо забезпечення мінімального ступеня її негативного впливу на довкілля.