***Метрологія та прилади. – 2020. – № 3.***

**Система метрологического обеспечения измерений в области контроля за обращением гидрохлорфторуглеродов** / А. Б. Глебов, С. П. Кисель, С. Е. Якубов, В. И. Згуря // Метрологія та прилади. – 2020. – № 3. – С. 4-12.

Проаналізовано взяті на себе Україною зобов’язання щодо виконання положень Монреальського протоколу та відповідних ра­тифікованих Україною поправок до нього щодо контролю за обігом гідрохлорфторвуглеців, які широко використовуються як холодоагенти та, разом із тим, є озоноруйнівними речовинами.

Озоноруйнівні речовини використовуються у виробництві будівельних матеріалів, оборонній, атомній, автомобільній галузях промисловості, секторах цивільної промислової авіації, об’єктах медичного призначення, на залізничному транспорті тощо, а їх виробництво в країні відсутнє. Імпорт цих речовин та товарів, що їх містять, а також їх споживання вимагає як регулювання на законодавчому рівні, так і наявності у країні відповідної інфраструктури, включаючи технічну та організаційну основу системи метрологічного забезпечення.

Розглянуто наукову, нормативну, технічну та організаційну основу метрологічного забезпечення ідентифікації та кількісного визначення вмісту гідрохлорфторвуглеводнів. Описано процедури відбору проб та підготовки зразків для аналізу зріджених вуглеводнів, включаючи гідрохлорфторвуглеці з різними теплофізичними властивостями, процедуру та результати валідації відповідної методики вимірювання на прикладі холодоагенту R-406A. Зазначено кінцеву точку ланцюга метрологічної просте­жуваності результатів вимірювань вмісту компонентів у зріджених вуглеводневих газах та надано інформацію стосовно результатів міжнародних звірень відповідних національних еталонів для підтвердження калібрувальних та вимірювальних можливостей країн-учасниць.

У результаті виконаної роботи автори вважають, що створена система визначення вмісту компонентів у зріджених вуглеводневих газах є надійним інструментом для виконання Україною своїх міжнародних зобов’язань щодо контролю за обігом озоноруйнівних речовин у країні.

**Гринев, Б. В. Восходящий и нисходящий подходы к оцениванию неопределенности измерений светового выхода сцинтилляторов (обзор)** / Б. В. Гринев, Н. Р. Гурджян, О. В. Зеленская // Метрологія та прилади. – 2020. – № 3. – С. 12-21.

Цей огляд містить аналіз опублікованих авторами у 2012—2020 рр. робіт, присвячених оцінюванню якості результатів вимірювань технічного світлового виходу (ТСВ), у фотонах/МеВ (фот/МеВ), сцинтиляторів, які були виготовлені в Інституті сцинтиляційних матеріалів Національної Академії наук України (ІСМА НАНУ).

Проводився порівняльний аналіз висхідного (модельного) і низхідного (експериментального) підходів до оцінювання якості результатів вимірювань технічного світлового виходу (ТСВ) циліндричних сцинтиляторів на основі монокристалів NaI (Tl), CsI (Tl), CWO, BGO, п-терфенілу, антрацену, стильбену та ПС.

Розраховувалися оцінки показників невизначеності, за висхідного підходу до оцінювання, відповідно до ДСТУ-Н РМГ 43: 2006 [2], та точності, за низхідного підходу, відповідно до ДСТУ ГОСТ ISO 5725-1-2-4:2005 [5, 13, 16]. Результати оціню­вання показників невизначеності та точності представле­но в Таблицях 1-2 та на рис. 2 і 6.

Показано, що основний внесок у невизначеність (точність) результату вимірювання ТСВ вносить невизначеність (похибка) атестації за ТСВ робочого зразка.

Встановлено, що оцінки аналогічних складових показників невизначеності та точності вимірювання ТСВ відрізняються, що пов’язано з різними методиками розрахунку. Однак, оцінки розширеної невизначеності вимірювання ТСВ, за висхідного підходу, та точності, за низхідного підходу, дають порівняно близькі значення: 7,52% — 7,19% — для CsI(Tl) та 7,71% — 7,66% — для BGO. Це зумовлено домінуючим внеском у величину сумарної невизначеності (правильності) результату вимірювання ТСВ випробуваного сцинтилятора невизначеності (похибки) атестації за ТСВ робочого зразка.

**Мельников, О. О. Метрологічна простежність результатів вимірювання pH в Україні** / О. О. Мельников, В. Г. Гаврилкін, А. В. Петренко // Метрологія та прилади. – 2020. – № 3. – С. 22-26.

Розроблено ланцюг метрологічної простежності результатів вимірювання рН. Реалізація в Україні міжнародної системи метрологічної простежності для цього виду вимірювання дасть змогу значно поліпшити якість вимірювання.

**Купко, О. Д. Аналіз точності способів розрахунку площі квадратної діафрагми методом Монте-Карло** / О. Д. Купко // Метрологія та прилади. – 2020. – № 3. – С. 26-32.

Ця теоретична робота стосується вимірювань площі діафрагми під час фотометричних та радіометричних досліджень. Вона заснована на математичному моделюванні за методом Монте-Карло та стосується невизначеностей вимірювання площі квадратної діафрагми. Приведені результати порівняння розрахунку площі та її невизначеності для квадратної діафрагми 5 способами, які засновані на вимірюванні координат точок на межах діафрагми. Перший спосіб полягає у вимірюванні координат чотирьох точок за вершинами квадрата, та великої кількості точок, приблизно рівномірно розподілених у межах діафрагми. Другий спосіб полягає в багатократному вимірюванні тільки координат вершин і усереднюванні отриманих результатів. За цими двома способами площа розраховувалася за формулою Гауса. Третій спосіб полягає також у багатократному вимірюванні тільки координат вершин і об­численні прилеглих до одного кута сторін квадрата й розрахунку площі. Площею квадрата вважалася сума площ двох прямокутних трикутників, побудованих на протилежних вершинах. Четвертий спосіб полягає у використанні формули обчислення площі, як твори довжин двох сторін, кожна з яких уважалася паралельною осі відповідної координат. П’ятий спосіб полягає у припущенні, що площа квадрата є чверть від суми площ, побудованих на кожній стороні квадрата. Невизначеність вимірювань координат моделювалася додаванням до координат точок випадкової величини. Як випадкова величина використовувалася стандартна функція Excel, щільність розподілу якої за великого числа реалізацій близька до рівномірної. Загальне число вимірювань однакове у всіх випадках. Стандартне відхилення цієї випадкової величини розраховувалося. Розрахунки за кожним способом були проведені 100 разів для декількох значень стандартного відхилення випадкової величини. Було розраховано середнє значення і стандартне відхилення площі по кожному із способів. Показано, що стандартне відхилення площі, розраховане із урахуванням точок, розташованих на сторонах квадрата, приблизно на 20 % більше, ніж розраховані за іншими способами для такого ж числа вимірювань.

**Граняк, В. Ф. Математична модель накладного трансформаторного вихрострумового первинного вимірювального перетворювача абсолютного переміщення** / В. Ф. Граняк, В. В. Кухарчук // Метрологія та прилади. – 2020. – № 3. – С. 32-38.

Розроблено математичну модель накладного трансформаторного вихрострумового первинного вимірювального перетворювача абсолютного переміщення. Показано, що у функціональній залежності від відстані між сенсором та струмопровідним середовищем за постійного значення струму струмової обмотки у вихідному сигналі перебувають як амплітудне значення вихідної напруги так і зміщення її початкової фази. Встановлено, що за вимірювального перетворення типу «аксіальне зміщення — амплітудне значення вихідної напруги» та діапазону вимірювання від 0,5 до 2,5 мм статична характеристика типового накладного трансформаторного вихрострумового сенсора матиме суттєву нелінійність. Показано, що ефективним способом зменшення похибки нелінійності статичної характеристики зазначеного первинного вимірювального перетворювача є звуження діапазону вимірювання.

**Черепащук Г. А. Весоизмерительные устройства для работы в специальных условиях эксплуатации** / Г. А. Черепащук, Е. Е. Калашников, А. П. Потыльчак // Метрологія та прилади. – 2020. – № 3. – С. 38-45.

Выполнен обзор современных весоизмерительных устройств. Определены факторы, влияющие на точность проведения взвешивания с помощью различных весоизмерительных устройств. Оценена степень влияния каждого влияющего фактора на результат измерения и оценена суммарная погрешность от одновременного воздействия всех влияющих факторов. Предложены способы повышения точности проведения взвешивания, позволяющие уменьшить погрешность, путем уменьшения степени воздействия факторов, влияющих на точность проведения взвешивания.

Выполненный обзор современных весоизме­рительных устройств показал, что в промышленности наибольшее распространение получили весоизмерительные устройства прямого преобразования, которые осуществляют преобразование веса в физическую величину (угловое перемещение, линейное перемещение, де­формацию, частоту и др.), удобную для квантования и кодирования. В качестве измерительных преобразователей применяют рео­статные, емкостные, индуктивные, пьезоэлектрические, а также тензорезистивные преобразователи, получившие наибольшее распространение. Определены факторы, являющиеся причиной возникновения дополнительных и динамических погрешностей весоизмерительных устройств: климатические факторы (темпе­ратура и влажность окружающей среды), механические воздействия на весоизмерительное устройство (перегрузка, вибрация, боковые удары, раскачивание груза, существенные динамические нагрузки, низкочастотные динамические помехи и др.), электромагнитные помехи. Тяжелые условия эксплуатации зачастую заключаются в сочетании различных факторов: по­вышенной загазованности и запыленности, высокой влажности, резких перепадов температур, механических воздействий и др. Оценена степень влияния каждого влияющего фактора на результат измерения и оценена суммарная погрешность от одновременного воздействия всех влияющих факторов. Проведенный анализ принципа действия весоизмерительных устройств позволил перейти к оценке факторов, влияющих на надежность их функционирования и точность взвешивания. Рассмотрены существующие и предложены способы повышения точности проведения взвешивания, позволяющие уменьшить погрешность, путем уменьшения степени воздействия факторов, влияющих на точность проведения взвешивания. Приведены примеры разработанных и серийно выпускаемых весоизмерительных устройств, в которых применяются предложенные методы.

**Літвінов, К. А. Математичні моделі реактора аміачної селітри з коливально імпульсним трендом вимірювальних параметрів** / К. А. Літвінов // Метрологія та прилади. – 2020. – № 3. – С. 45-50.

У результаті аналізу реальних трендів технологічних параметрів у виробництві аміачної селітри встановлено, що вони є сумою вихідних сигналів багатьох коливальних систем з різною амплітудою та частотою. Коливальні системи розділяються на зовнішні та внутрішні. Зовнішні коливання зумовлені роботою системи регулятор-регулюючий орган, котрий викликає коливальну зміну матеріального потоку, компресорних установок та іншими. Внутрішні коливання можуть виникати внаслідок коливальної зміни тиску, температури, рівня рідин, кипінням, хімічними реакціями тощо. Як зовнішні, так і внутрішні коливання підсумовуються в технологічному об’єкті управління (ТОУ) та викликають коливальну зміну вихідних координат, котрі постійно вимірюються та реєструються у формі трендів на діаграмі або на екрані монітора реального часу комп’ютерної системи автоматизації. За характером коливань установлено, що джерела коливань являють собою динамічні консервативні ланки, котрі можуть мати паралельний, послідовний та паралельно-послідовний характер фізичного з’єднання. У цій роботі наведено результати досліджень трендів зміни рівня реакційної маси в реакторі аміачної селітри другого порядку аперіодичної дії з консервативними ланками, з’єднаними паралельно.

**Григоренко, І. В. М Аналіз кореляції за оцінювання невизначеності результатів вимірювання температури у процесі виготовленні губної помади Дніпрогес** / І. В. Григоренко, С. М. Григоренко, М. М Боженко // Метрологія та прилади. – 2020. – № 3. – С. 50-56.

Розглянуто вирішення науково-практичної задачі визначення кореляції між результатами вимірювання температур, що отримані за допомогою двох датчиків ТМР36 та DS18b20, мікроконтролерної плати Arduino Uno, а також програмного забезпечення для системного проектування — LabVIEW. Наведено схеми підключення датчиків до плати Arduino Uno та блок-діаграму повірки датчика температури, що сконструйована за допомогою програмного за­безпечення для системного проектування — LabVIEW. Виконано обчислення коефіцієнту кореляції. Зроблено перевірку значимості коефіцієнту кореляції, що обчислений за обмеженою кількістю спостережень. Проведено розрахунок сумарної стандартної невизначеності для корельованих даних. Зроблено висновок стосовно того, що ігнорування кореляції в цьому випадку призвело б до збільшення значення сумарної стандартної невизначеності. Розрахунок розширеної невизначеності для корельованих даних надав можливість зробити висновок, що ігнорування кореляції призвело б до невиправданого збільшення розширеної невизначеності.

**Козубовський, B. Р. Методи термостабілізації датчиків** газу / B. Р. Козубовський, І. П. Алякшев // Метрологія та прилади. – 2020. – № 3. – С. 56-61.

Прилади газового аналізу є засобами вимірювальної техніки, і тому для них дуже важливим є точність. Різні похибки вимірів знижують їх точність. Особливо суттєвою є температурна похибка (похибка від температури навколишнього середовища). Вона, як правило, у багато разів перевищує всі інші. Особливо чутливими до зміни температури є напівпровідникові газочутливі елементи. Тому для термостабілізації цих приладів використовують різні методи термостабілізації газових датчиків. Залежно від принципу дії приладу це можуть бути фотоопори, адсорбційні чутливі елементи та інші. Наприклад, фоторезистори PbSe: їх вольт/ватна чутливість змінюється приблизно на порядок за зміни температури від 20 до 60 °С. Окрім того, що теж важливо, максимум їх спектральної чутливості значно зміщується в довгохвильову об­ласть спектра. Із цієї причини точність термостабілізації чутливого шару має бути дуже високою. В адсорбційних приладах внаслідок адсорбцій газочутливим шаром аналізованого компонента змінюється його опір. Газочутливий шар підігрівається до певної температури (залежно від вимірюваного газу) за допомогою нагрівника, на якому і нанесений цей шар. Для підтримання стабільної температури газочутливого шару і використовуються, як правило, різні методи термостабілізації. У статті пропонуються різні методи термостабілізації фазочутливих елементів, які значно покращують точність газоаналітичних приладів. Окремо розглядаються методи стабілізації температурних впливів для багатоканального оптичного газоаналізатора.

**Бойко, В. М. Узагальнена інформаційна модель системи метрологічного контролю та управління еталонними сигналами часу і частоти, що використовуються в Збройних Силах України: актуальні питання оптимізації системи** / В. М. Бойко // Метрологія та прилади. – 2020. – № 3. – С. 61-66.

Визначено й обґрунтовано пропозиції щодо оптимізації одного із важливих пріоритетів розвитку військового сегмента служби єдиного часу та еталонних частот України — системи метрологічного контролю та управління еталонними сигналами часу і частоти, що використовуються в Збройних Силах України й інших військових формуваннях. Розроблено узагальнену інформаційну модель системи контролю та управління сигналами. Визначено й обґрунтовано інформаційні модулі (бази даних) системи: інформаційний модуль бази вихідних даних оптимізації системи метрологічного контролю; інформаційний модуль автономної системи контролю й управління сигналами часу і частоти (без використання ГНСС); інформаційний модуль системи контролю частотно-часового поля ГНСС; інформаційні модулі технічної, організаційної і нормативної основ системи метрологічного контролю й управ­ління еталонними сигналами. Розроблено і реалізовано спеціалізоване програмне забезпечення функціонування військового еталона часу і частоти Збройних Сил України. Проведено його тестування та впровадження. Формування шкал часу військового еталона Збройних Сил України здійснювалося апаратно-програмними засобами Державного еталона часу і частоти України. Розроблено, обґрунтовано і реалізовано структуру вторинного еталона одиниць часу і частоти. Обґрунтовано і реалізовано передавання еталонних сигналів часу, синхроніза­цію шкал кінцевих абонентів за протоколами РТР (стандарт IEEE 1588-2008). Для забезпечення коректної роботи протоколу визначено принципові припущення і реалізації. Розроблено пропозиції щодо удосконалення організаційної й нормативної основ системи метрологічного контролю й управління еталонними сигналами часу і частоти, що використовуються в Збройних Силах України та інших військових формуваннях.

**Никитюк, О. А. Управління ризиками у лабораторії в рамках вимог ДСТУ ISO/IEC 17025:201 7** / О. А. Никитюк, B. M. Новіков // Метрологія та прилади. – 2020. – № 3. – С. 67-72.

Робота присвячена вивченню науково доведених методів управління ризиками в лабораторній практиці.

Сьогодні ризик-орієнтований підхід до управління є основою сучасної моделі компетентності лабораторій згідно зі стандартом ДСТУ ISO / IEC 17025: 2017, що зробило необхідним проведення наукових досліджень загальних закономірностей функціонування лабораторій з метою виявлення можливих методів та технологій управління ризиками в лабораторній практиці.

У цій роботі проаналізовано можливість застосування положень міжнародного стандарту ISO 31000: 2018 (який визначає загальні підходи та управління ризиками у будь-якій організації) до лабораторного управління ризиками.

Автори вперше запропонували універсальну модель класифікації можливих ризиків, засновану на окремому аналізі ризиків системи управління, процесів та результатів (тестові звіти).

Також проаналізовано можливості використання таких методів ідентифікації технологічного ризику, як діаграми Ісікави, SWOT-графіки для ідентифікації ризику в лабораторії.

Наведено приклади практичної реалізації діаграми Ісікави для визначення ризиків компетентності та порядку функціонування, а також SWOT-діаграм для виявлення ризиків неупередженості.

Запропонований варіант процедури лабораторного управління ризиками, який складається з етапів ідентифікації, аналізу причин та наслідків, формування планів дій щодо управління ризиками та моніторингу виконання запланованих дій щодо управління ризиками.