

## СЕКЦІЯ 19

### МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Керівники секції: підполковник Д.А. Філістєєв;  
д.т.н. професор полковник В.Б. Кононов  
Секретар секції: майор О.В. Коваль

#### ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ВІЙСЬК (СИЛ)

*Д.А. Фелестєєв<sup>1</sup>; В.Б. Кононов<sup>2</sup>, д.т.н., проф.; Д.М. Комарівський<sup>1</sup>*  
*<sup>1</sup>Центральне управління метрології і стандартизації*  
*Збройних Сил України*  
*<sup>2</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Вирішення завдань будівництва Збройних Сил України (ЗС України), підтримання необхідного рівня бойової та мобілізаційної готовності в умовах значного скорочення чисельності особового складу та витрат на оборону, впровадження нових тенденцій в галузі вимірювань, що пов'язані зі створенням високоточної зброї та сучасних зразків озброєння та військової техніки (ОВТ), зумовлюють підвищення значення вимірювань параметрів технічних засобів ОВТ ЗС України, як складової метрологічного забезпечення військ (сил) самостійної складової частини технічного забезпечення ЗС України. Сучасні технічні засоби ОВТ є сукупність великого числа комплектуючих елементів, які об'єднані між собою електричними, електронними, оптико електронними, механічними зв'язками в вузли, блоки, системи, комплекси, що включають у себе тисячі, десятки і майже сотні тисяч комплектуючих елементів. Так як вони мають граничний термін служби то їх параметри з часом починають змінюватися. Наявність зв'язку між елементами в свою чергу веде до зміни параметрів або параметрів системи ОВТ. При визначеному рівні змін параметрів вузли, блоки, системи та комплекси втрачають свою працездатність. Тому питання вдосконалення вимірювань параметрів технічних засобів ОВТ військ (сил) в ЗС України, яке призначено здійснювати контроль параметрів зразків озброєння і військової техніки в Збройних Силах та інших військових формуваннях України є важливою науково-технічною задачею, актуальність якої підтверджується необхідністю підтримання (ОВТ) військ (сил) у безздатному стані.

#### НОРМАТИВНЕ І МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ВИПРОБУВАНЬ МОБІЛЬНИХ МАШИН

*М.А. Подригало<sup>1</sup>, д.т.н., проф.; М.П. Артьомов<sup>2</sup>, к.т.н., доц.;*  
*Д.М. Клець<sup>1</sup>, к.т.н.; А.І. Коробко<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Харківський національний автомобільно-дорожній університет;*

*<sup>2</sup>Харківський національний технічний університет  
сільського господарства імені П. Василенка*

Випробування є єдиним джерелом отримання майже усіх достовірних відомостей про властивості і якість колісних і гусеничних машин на усіх етапах життєвого циклу – від розробки проектів і до аж до закінчення терміну служби. У доповіді подано результати аналізу нормативного і метрологічного забезпечення

динамічних випробувань автомобілів. Встановлено, що існуючі вимірювальні системи призначені для реєстрації параметрів руху автомобілів у своїй переважній більшості складаються з одного датчика прискорення. Точні методи вимірювання швидкості руху потребують дорогих приладів як на дорозі, так і в автомобілі, і складних процедур вимірювань із застосуванням методу диференціального коригування. Сертифікаційні випробування автомобілів у відношенні гальмування також потребують застосування дорого стоячих процедур вимірювань. Система випробувань автомобілів в експлуатації також потребує удосконалення, оскільки є невідповідності у нормативних документах на стендові і дорожні випробування. Крім цього не забезпечено нормативною документацією методи випробувань із використанням бортових обчислювальних комплексів.

### **ПРОМИСЛОВИЙ ЗРАЗОК ВИМІРЮВАЧА ДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АВТОМОБІЛЯ «ВДВА ПФК2-1»**

*М.А. Подригало, д.т.н., проф.; А.І. Коробко; В.В. Федченко  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

За останні 15-20 років автомобільна електроніка здійснила якісний стрибок в своєму розвитку. Кількість електронних систем досягла такого рівня, що в автомобілі вже складно знайти вузол, куди б не підходили дріт від систем діагностики, контролю або управління. В результаті, сучасний автомобіль – це сплав новітніх технологій в якому найважливішу роль займає електронна частина. У доповіді подано опис і технічні характеристики розробленого на кафедрі технології машинобудування і ремонту машин ХНАДУ промислового зразка вимірювача динамічних властивостей автомобіля «ВДВА ПФК2-1». Прилад являє собою електронний пристрій, на передній панелі якого розташовані клавіатура для управління режимами роботи, рідкокристалічний графічний дисплей для відображення інформації і світлодіодні індикатори, що показують, в якому режимі працює прилад. В якості чутливих елементів використовуються два трикоординатні датчики лінійних прискорень MMA7260Q фірми Freescale Semiconductor. Інформація з датчиків поступає в мікропроцесор і після аналого-цифрового перетворення виводиться на дисплеї. Є можливість провести запис показань на SD/MMC-карту з подальшим відтворенням запису на дисплеї в цифровому або графічному виді. Живлення здійснюється від бортової мережі автомобіля. Прилад має чотири основні режими роботи.

### **ВИКОРИСТАННЯ ВАГОВИХ ЦИФРОВИХ ПРИЛАДІВ ВИМІРЮВАНЬ У ПЕРЕСУВНИХ ЛАБОРАТОРІЯХ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ**

*В.А. Бородавка<sup>1</sup>, к.т.н.; Л.В. Трумлікас<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*

*<sup>2</sup>Військова частина А2138*

До обладнання пересувних лабораторій вимірювальної техніки входять ваговимірювачі, за допомогою яких здійснюється точне зважування дорогоцінних металів, медичних препаратів та інших речовин, що потребують точного зважування у малих пропорціях. Використання ваговимірювачів у пересувних лабораторіях вимірювальної техніки, тензорезисторні датчики яких дозволили практично позбавитися систем, важелів, значно понизити металоємність виробів, дозволяє значно підвищити автоматизацію процесів зважування і дозування, розширити інформаційну базу з використанням електронно-обчислювальної техніки та виве-

денням інформації в автоматизовану систему урахування та обробки отриманої інформації. Тому питання здійснення вимірювань за допомогою ваговимірювачів, які засновані на тензорезисторних датчиках, є важливою науково-технічною задачею, актуальність якої підтверджується необхідністю, підвищення якості контролю параметрів зразків озброєння і військової техніки в Збройних Силах та інших військових формуваннях України для підтримання озброєння та військової техніки (ОВТ) військ (сил) у боєздатному стані. Розглянуто переваги низькочастотних вимірювальних систем на несучій частоті над вимірювальними системами на постійному струмі. Визначено важливість використання цифрових вагових цифрових приладів, значно підвищують якість та точність вимірювань технічних засобів озброєння та військової техніки військ (сил) в Збройних Силах України в польових умовах.

## **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ І ОЗБРОЄННЯ**

*С.С. Войтенко, к.т.н.*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Удосконалення системи метрологічного забезпечення авіаційної техніки і озброєння здійснюється, за рахунок підвищення достовірності застосування справної контрольно-перевірочної апаратури (КПА) при метрологічному обслуговуванні. На даний момент в Повітряних Силах Збройних Сил України, як правило, експлуатуються КПА, що розроблена в СРСР. Основним методом підтримки метрологічного справного стану КПА у цей час є їх калібрування. Важливою науковою задачею є визначення оптимальної тривалості міжкалібрувальних інтервалів (МКІ) КПА. Проведений аналіз методів визначення МКІ КПА показав, що найбільш оптимальним є метод визначення МКІ КПА на основі техніко-експлуатаційного підходу. Це обумовлено тим, що шкода від використання ненадійної у метрологічному відношенні КПА непомірна з витратами на її обслуговування або зовсім непередбачена. На основі математичного апарату оптимізації МКІ за критеріями неперевищення вірогідності метрологічних відмов, які лежать в основі техніко-експлуатаційного підходу запропонована методика визначення тривалості МКІ КПА, що дозволяє визначати оптимальну періодичність проведення калібрування КПА, яка залежить від особливостей її експлуатації. Запропоновано основні принципи корегування МКІ КПА з використанням коефіцієнту метрологічної справності.

## **АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ РЕЧОВИН**

*О.В. Гавриш; А.Н. Науменко*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Діапазон вимірюваних хімічного складу і концентрації речовин дуже широкий. Останнім часом у зв'язку з розвитком екології особливого значення набувають прилади для контролю чистоти біологічного середовища землі, води, повітря. Різноманітність досліджуваних речовин, і велика різноманітність умов вимірювання зумовили створення великої кількості найрізноманітніших методів і приладів для аналітичних вимірювань (аналізу хімічного складу і концентрації). Для вимірювань концентрації одного з компонентів газового середовища використовується та чи інша фізико-хімічна властивість досліджуваного газу, яка відрізняється від властивостей інших складових досліджуваного газового середовища. Більшість газоаналізаторів випускаються для вимірювання одного чи декількох визначених компонентів газової суміші.

Ці газоаналізатори застосовуються для вимірювання малих, середніх і великих концентрацій аналізованих компонентів. Для вимірювання концентрації аналізованого газу окрім самого газового датчика потрібні також і інші засоби вимірювань для перетворення вихідного сигналу датчика до легкого для сприйняття виду для подальшого використання. Вибір типу датчика та вимірювального приладу для конкретного використання виявляється рядом метрологічних і експлуатаційних вимог. При виборі типу датчика важливу роль відіграють також його характеристики, аналіз яких дозволяє встановити, наскільки даний тип датчика задовольняє пред'явленим вимогам. Це дозволить знизити вартісні і часові витрати при проектуванні вимірювального пристрою та розробити найбільш оптимальну його конструкцію.

## **АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ДАТЧИКІВ ТИСКУ ПУСКОВИХ УСТАНОВОК ПІДРОЗДІЛІВ ЗРВ**

*О.В. Гончаров<sup>1</sup>; О.О. Скібін<sup>2</sup>; І.О. Ципордей<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*

*<sup>2</sup>169 навчальний центр;*

*<sup>3</sup>Військова частина А0666*

Сучасні технічні засоби озброєння та військової техніки (ОВТ) являють собою сукупність великої кількості компонентів, які об'єднані між собою для вирішення завдань за призначенням. У військових частинах Повітряних Сил велике значення відіграють зенітно-ракетні комплекси. Для підтримання зенітно-ракетного комплексу в бойовій готовності до застосування необхідно контролювати низку параметрів. Одним з таких параметрів є тиск. Датчики тиску мають дуже широкий спектр використання в гідравлічних та пневматичних системах зенітних ракетних комплексів. Від надійної роботи даних систем залежить боєздатність ОВТ. Тому сучасні датчики тиску, що застосовуються в військовій техніці повинні володіти високою надійністю, довговічністю, стабільністю, малими габаритами, масою і енергоспоживанням, сумісністю з мікроелектронними пристроями обробки інформації при низькій трудомісткості виготовлення і невеликій вартості. У зв'язку з цим виникає необхідність розробки приладу для вимірювання тиску, котрий відповідав би цим потребам з вимірювання. Одним з напрямків розвитку існуючого парку засобів вимірювальної техніки є впровадження сучасних розробок цифрових приладів вимірювання тиску. Це дозволяє скоротити витрати часу з метою підтримання метрологічних характеристик ЗВТ на необхідному ( відповідному ) рівні. Разом з цим слід приділити увагу модернізації існуючих інформаційно-вимірювальних систем повіркі приладів тиску та розробці нових інформаційно-вимірювальних систем.

## **РОЗРОБКА ВИТРАТОМІРУ РІДИНИ У ТРУБОПРОВОДАХ НА БАЗІ ТЕПЛОВИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ**

*Д.Г. Голуб; А.М. Науменко*

*Харківський університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба*

Мета докладу – аналіз методів вимірювання витрати рідини з допомогою теплових перетворювачів. Надана класифікація чутливих елементів вимірювачів витрати рідини, проаналізовано принципи побудови вимірювальних перетворювачів, характеристики теплових витратомірів, наведені структурні схеми витратомірів для контролю витрати рідини різних принципів дії та призначення, проаналізовані основні вимоги, які пред'являються до витратомірів рідини. Теплови-

ми називаються витратоміри, в основу яких покладено вимірювання залежного від витрати ефекту теплової дії на потік або тіло, яке контактує з потоком. Вони використовуються для вимірювання витрати як звичайної води, так і таких цінних речовин, як нафта та газ, які транспортуються по трубах та споживаються окремими об'єктами. Були наведені різновиди теплових витратомірів, які розрізняються способом нагріву, розташуванням нагрівача (зовні або всередині трубопроводу) та характером функціональної залежності між витратою та вимірюваним сигналом. Розглянуті калориметричні, термоконвективні та термоанемометричні теплові витратоміри, які відрізняються характером теплової взаємодії з потоком. При виборі необхідно виходити із властивостей і параметрів вимірювальної речовини, а також вимог до точності вимірювання та ступеня важливості відповідності тим чи іншим вимогам. Тому при аналізі теплових перетворювачів, були представлені основні види первинних перетворювачів теплових витратомірів. Наведені метрологічні характеристики теплових перетворювачів, вимоги відповідності тим чи іншим умовам використання, що дає змогу зменшення похибок вимірювання.

### **ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДУ ВИМІРЮВАННЯ КОЕФІЦІЄНТА ГАРМОНІК ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

*С.О. Григоренко<sup>1</sup>; А.О. Миронов<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Військова частина А1964;*

*<sup>2</sup>Військова частина А4104*

Одним із важливих показників синусоїдних сигналів у різноманітних вимірювальних приладах, радіотехнічних пристроях, засобах автоматики тощо, є коефіцієнт гармонік, для вимірювання якого використовуються аналогові та цифрові методи і засоби вимірювань (вимірювачі нелінійних викривлень). В докладі основна увага буде приділена аналізу цифрових методів вимірювання коефіцієнта гармонік, які ґрунтуються на різноманітних алгоритмах цифрової обробки сигналів, представлених відповідними аналітичними співвідношеннями, отриманими шляхом перетворень вихідної формули для коефіцієнта гармонік. Буде показано, що найбільш ефективним є кореляційний метод вимірювання коефіцієнта гармонік. На відміну від відомих методів вимірювання цей метод дозволяє підвищити точність вимірювання, за рахунок зменшення інструментальної похибки, та підвищення завадозахищеності. Актуальність теми обумовлена використанням вимірювачів нелінійних викривлень у військових метрологічних органах.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ АКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ ЗМІННОГО СТРУМУ НА ОСНОВІ ЦИФРОВОГО МЕТОДУ**

*О.А. Дорош; В.М. Чинков, д.т.н., проф.*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

При проведенні аналізу існуючих методів вимірювання активної потужності розглядається прями та непрямі методи вимірювання активної потужності, метод безпосередньої оцінки та метод порівняння при вимірюванні потужності. Розглянемо цифровий метод вимірювання електричної потужності, заснований на комбінованому аналого-цифровому перетворенні напруги та струму. Протікання струму по електричному колу супроводжується споживанням енергії від джерела, а швидкість поступання цієї енергії характеризує потужність. Розрізняють активну, реактивну та повну потужність. Активна потужність – це енергія за одиницю часу, яка виділяється у ви-

гляді тепла при протіканні струму по активному опору або потужності, яка витрачається на виконання роботи. Встановлено, що існує багато методів вимірювання потужності електричних сигналів. Методи вимірювання потужності на змінному струмі поділяються на методи вимірювання миттєвої потужності і потужності середньої за період чи за кілька періодів гармонічних або періодичних сигналів складної форми. Викликано це, в основному, специфікою вимірюваної величини - потужності, яка безпосередньо не впливає на вимірювальний перетворювач. Крім того сучасні прилади для вимірювання активної потужності, такі як перетворювачі, ватметри та ватварметри, суттєво впливають на якість метрологічних характеристик при проведенні досліджень методів вимірювання активної потужності змінного струму.

### **ВПЛИВ ВИПРОМІНЮЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ ОБ'ЄКТІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ІНФРАЧЕРВОНИХ ДАТЧИКІВ ТЕМПЕРАТУРИ**

*О.В. Заярна; А.М. Науменко*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Вимірювання фізичних величин є основою наукових експериментів, комплексних досліджень та масових визначень параметрів досліджуваних об'єктів у всіх сферах людської діяльності. Велика роль вимірювань у забезпеченні ефективності технологічних процесів та високої якості продукції грає інфрачервоних датчиків температури. Сучасна термодинаміка визначає температуру як величину, що виражає стан внутрішнього руху рівноважної макроскопічної системи й обумовлену внутрішньою енергією й зовнішніми параметрами системи. Безпосередньо температуру виміряти неможливо, можна лише судити у зв'язку з зміною зовнішніх параметрів, викликаних порушенням стану рівноваги завдяки теплообміну із другими тілами. Один з основних каналів автоматизованих систем управління є канал вимірювання температури за допомогою термометрів опору. Існуючі пристрої для вимірювання температури, що застосовуються в сучасних АСУ, вже не відповідають потрібній точності та стабільності вимірювань, а прецизійні елементи коштують дорого. При побудові інформаційно-вимірювальних автоматизованих систем, як правило, використовуються термометри опору. Тому вдосконалення принципу вимірювання температури частотними методами набуває дуже велику актуальність. При виборі типу датчика важливу роль відіграють також його характеристики, аналіз яких дозволяє встановити, наскільки даний тип датчика задовольняє пред'явленим вимогам. Це дозволить знизити вартісні і часові витрати при проектуванні вимірювального пристрою та розробити найбільш оптимальну його конструкцію.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОПЕРЕТВОРЮВАЧІВ НАПРУГИ ТА СТРУМУ**

*І.С. Кіраш*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Перетворювачі напруги та струму відрізняються лише: діапазоном середньоквадратичних напруг та коефіцієнтом перетворення та межею основної та частотної похибки перетворення. Модулі мають нормовані значення вхідних опорів та нормовані значення коефіцієнтів перетворення. Перетворювач напруги В9-26 містить детекторний пристрій, що виконує функцію високоточного лінійного перетворення амплітудних значень гармонійної напруги в постійну напругу в діапазонах частот і напруги від 10 кГц до 1000 МГц і від 50 мВ до 10В відповідно. Основна похибка перетворення становить  $\pm 0,2\%$ . Перетворювач В9-27, єдиний модуль термоелектри-

чного перетворення об'єднаний в один конструктивний вузол з широкосмуговим вимірвальним підсилювачем, який має високий вхідний імпеданс, а коефіцієнт перетворення нормований для кожної межі вимірювання. Основна похибка не виходить за межі  $\pm 0,3\%$ . Комплект В9-14, побудований на основі спеціалізованої мікросхеми плівкового диференціального термоперетворювача ДТПС. Модулі забезпечують вимірювання змінної напруги в діапазоні від 0,2 В до 1000 В, при цьому верхня межа частотного діапазону збільшена з 30 МГц до 200 МГц, а нижня межа понижена від 20 Гц до 10 Гц. Основна похибка складає  $\pm 0,01\%$ . В основі розробленої апаратури лежить термоелектричний метод компарування, в якому вимірювання величин змінного струму зводиться до вимірювань величин постійного струму, еквівалентного йому по тепловій дії. Прилади з термоперетворенням призначені для роботи в ланцюгах змінного струму у діапазонах низьких і високих частот.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИПРОМІНЮЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ ОБ'ЄКТІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ІНФРАЧЕРВОНИХ ДАТЧИКІВ ТЕМПЕРАТУРИ**

*О.А. Ковзунова; Ю.П. Шамаєв, к.т.н., доц.*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

При проектуванні складних комплексів і систем важливу роль відіграє метрологічний аналіз принципів їх побудови та роботи. У цьому аналізі особливе місце займає аналітичне (теоретичне) визначення впливу методів і засобів вимірювань і вимірвального контролю на характеристики виробів. Актуальність цієї проблеми виникає з того, що, по-перше, це дозволяє виявити параметри метрологічного обслуговування, які найбільш впливають на виріб. По-друге, така робота допомагає вибрати найбільш ефективні методи метрологічного обслуговування виробів. Розглядаючи роботу метрологічної ланки складного виробу, можна відзначити три напрями впливу характеристик метрологічного забезпечення (МЗ) на оцінку стану виробу. Перший напрямок пов'язаний з недостовірністю висновків, що виробляються в системі контролю працездатності виробу. Недостовірність висновків з'являється через помилки контролю першого і другого роду, пов'язаних, в основному, з неповнотою контролю, похибками вимірювань і нестабільністю параметрів. Другий напрямок пов'язаний з неточністю даних, які вводяться в продукт перед його застосуванням. Похибки цих даних безпосередньо впливають на якість функціонування виробу. До таких даних належать, наприклад: температура палива ракети, яка входить в балістичне рівняння польоту ракети й похибка її вимірювання істотно впливає на дальність, а отже й на точність стрільби ракетою; обсяг заправленого в літак палива.

### **ПОВІРКА ЧИ КАЛІБРУВАННЯ? ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНОЇ ТЕРМІНОЛОГІЇ В ГАЛУЗІ МЕТРОЛОГІЇ**

*С.С. Войтенко<sup>1</sup>, к.т.н.; С.В. Красинський<sup>2</sup>; Ю.О. Крихтін<sup>2</sup>, к.т.н.*

*<sup>1</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*

*<sup>2</sup>Метрологічний центр військових еталонів Збройних Сил України*

Участь України в діяльності світових метрологічних організацій вимагає гармонізації вітчизняної термінології зі світовою. В першу чергу це стосується термінів “повірка” та “калібрування”, як основних видів метрологічного контролю з метою передавання розмірів одиниць фізичних величин. Усталений підхід, коли під калібруванням розумівся різновид повірки міри шляхом сукупних вимірювань

(ГОСТ 16263–70) або складова заходів з підготовки вимірювальних приладів до роботи, поступово змінився. Чинний Закон України “Про метрологію та метрологічну діяльність” розмежовує повірку та калібрування за правовим статусом, тобто за сферою дії державного метрологічного нагляду, хоча за методикою виконання вимірювань вони є однаковими. Спираючись на міжнародний словник з метрології VIM (JCGM 200:2008), проект нової редакції вищенаведеного Закону передбачає еквівалентність “повірки” та “метрологічної верифікації”. Останній термін є принципово новим та раніше не вживався. У доповіді наводяться термінологічні розбіжності між діючими нормативними документами (Законом України, ДСТУ 2681–94, РМГ 29–99, VIM), розглядається практика провідних метрологічних інститутів та позиції вітчизняних і закордонних фахівців в галузі законодавчої метрології. Запрошуємо широку аудиторію для обговорення даного питання.

### **ПОВІРКА КАЛІБРАТОРІВ ЗМІННОЇ НАПРУГИ**

*Ю.Ю. Кучерявенко*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

У перебігу ряду останніх років в лабораторії електричних вимірювань ВНПМ розроблялися методи і створювалася апаратура для точного вимірювання струму, напруги і потужності в звуковому діапазоні частот. У основі розробленої апаратури лежить термоелектричний метод компарування, в якому вимірювання величин змінного струму зводиться до вимірювань постійного струму, еквівалентного йому по тепловій дії. Калібратор є багатозначною мірою високостабільної змінної напруги, частота й рівень якого можуть змінюватися в широких межах. Основною перевагою калібратора, є те що дозволяє підвищити продуктивність вимірювання, є підтримка з високою точністю заданого рівня сигналу в умовах зміни частоти, величини навантаження, а також інших факторів, що впливають. У найбільшій мірі переваги калібраторів проявляються при використанні їх як еталон для перевірки засобів вимірювання: вольтметрів, вимірювальних перетворювачів змінної напруги в постійну напругу, осцилографів, аналізаторів спектра, атенуаторів, вимірників ослаблень й інших приладів. Однак частотний діапазон більшості калібраторів змінних напруг обмежений частотою 100 кГц, а високочастотні калібратори, що працюють у діапазоні до 50 МГц (В1-16, Н5-3), мають обмежений максимальний вихідний рівень сигналу (3–3,5 В), недостатній для комплексної перевірки приладів цього діапазону частот.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИПРОМІНЮЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ ОБ’ЄКТІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ІНФРАЧЕРВОНИХ ДАТЧИКІВ ТЕМПЕРАТУРИ**

*І.Ю. Мірошник; А.М. Науменко*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Теоретично, частотний діапазон теплових випромінювань є нескінченним. Однак при детектуванні теплових випромінювань необхідно враховувати характеристики реальних датчиків, які здатні вимірювати тільки обмежений діапазон випромінювань. У той же час довжина хвилі випромінюваного світла залежить від температури, амплітуди випромінювання, що залежить від випромінюючої здатності поверхні. Тому, врахування інтенсивності випромінюючої здатності об’єктів, що підлягають температурним вимірювань є досить актуальним питанням. Випромінююча здатність середовища є функцією її діелектричної проникності  $\epsilon$ , отже, коефіцієнта заломлення. Максимальна випромінююча здатність дорівнює 1. Вона відповідає, так званому, чорному

тілу - ідеальному джерелу електромагнітних випромінювань. Причиною такої назви є зовнішній вигляд об'єктів при нормальній кімнатній температурі. Якщо тіло є непрозорим ( $\gamma = 0$ ) і нічого не відображає ( $\rho = 0$ ), то воно являє собою ідеальне джерело і поглинач електромагнітних випромінювань (оскільки  $a = e$ ). Часто випромінюючу здатність в порівняно вузькому спектральному діапазоні теплових випромінювань (наприклад, від 8 до 16 мкм) вважають постійною величиною. Однак для прецизійних вимірювань, коли теплове випромінювання необхідно визначати з точністю краще 1%, що випромінює здатність поверхні повинна бути або задалегідь відома, або треба використовувати дводіапазонний ІЧ детектор.

## **АНАЛІЗ СИСТЕМИ КОМПЛЕКСНОГО ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОТОКУ РІДИНИ**

*І.В. Мішньова; А.М. Науменко*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

У наш час значення лічильників, щільномірів та, особливо витратомірів рідини, газу, і пару дуже велике. Раніше основне застосування мали лічильники води та газу переважно в комунальних господарствах міст. Але з розвитком промисловості усе більше значення придбали щільноміри та витратоміри рідини, газу і пару. Тому комплексне оцінювання параметрів рідини набуває актуального значення. Аналізується вимірювальна система, яка дозволяє вирішити задачу щодо вимірювання комплексу параметрів потоку, включаючи витрату, в'язкість і його щільність, без застосування спеціальних автоматичних аналітичних приладів. Серед вимірювань, які виконуються у промисловості, велике місце займає вимірювання витрати, т.т. вимірювання кількості рідини, яка проходить в одиницю часу крізь який-небудь переріз трубопроводу, каналу і т.п. Витрату, як і кількість рідини, виражають в об'ємних чи масових одиницях вимірювання, які пов'язані між собою щільністю речовини. Значення вимірюваних витрат можуть лежати в діапазоні від  $10^{-3}$  до кількох тисяч кубометрів на годину. У цей же час речовини, які витрачаються можуть сильно відрізнитися за своїми фізико-хімічними властивостями. Це можуть бути гази, нейтральні рідини, електроліти, рідкі метали. Усе це у сполученні з різними умовами використання і різноманітними вимогами до точності, надійності та вартості визначає значне число типів і конструкцій засобів вимірювань витрати, а також викликає потребу у розробці нових, більш досконалих витратомірів. За вище викладеним розглянемо деякі найбільш розповсюджені типи перетворювачів витрати.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИНЦИПІВ ПОБУДОВИ МАГНІТОПРУЖНИХ ДАТЧИКІВ МЕХАНІЧНИХ НАПРУЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕФЕКТУ ХОЛА**

*К.Р. Радутна<sup>1</sup>; А.М. Науменко<sup>1</sup>; І.Б. Кузнецов<sup>2</sup>, к.т.н., доц.*

*<sup>1</sup>Харківський університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба;*

*<sup>2</sup>Національний університет оборони України*

Мета докладу – висвітлення стану магнітопружних датчиків механічних напружень на сучасному етапі розвитку науки. Висвітлені історичні аспекти розвитку первинних перетворювачів телединамометричних систем та конструкторські розробки нових типів тензодатчиків, проаналізовані вимірювальні системи з магнітопружними датчиками, класифікація магнітопружних датчиків, розглянуті магнітопружні датчики промислового призначення, проаналізовані магнітопружні перетворювачі з застосуванням ефекту Хола, а також подані приклади конструктивних схем магнітопружних датчиків різних принципів дії та призначення. Принцип дії магнітопружних датчиків заснований на

магнітопружному ефекті - фізичне явище, що проявляється у вигляді зміни магнітної проникності феромагнітного матеріалу в залежності від механічних напружень у ньому. Магнітопружні датчики використовуються для вимірювання силових параметрів: зусиль, тисків, що крутять і згинальних моментів, механічних напруг. В даний час відомі десятки конструкцій МД, які знайшли застосування для дистанційного контролю та регулювання різних виробничих процесів. Переваги МД проявляються в найбільшій мірі при вимірюванні параметрів об'єктів, що працюють в важких умовах експлуатації (прокатні стани, шахтні підйоми, бурові установки і т. п.). З огляду на можливість широкого застосування МД в промислових цілях, приділяється все більше уваги питанню про технологічність конструкції. Виходячи з цього, в цілому ряді випадків перевага віддається МД, в яких чутливий елемент виготовлений із суцільного матеріалу і має циліндричну форму, а котушки розміщуються поза тіла чутливого елемента.

### **РОЗРОБКА ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ ДАТЧИКІВ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

*О.В. Руденко; А.А. Назаренко; О.О. Жайворонко*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Метою доповіді є аналіз принципів побудови оптоволоконних датчиків та у визначення шляхів їх подальшого застосування та удосконалення. Потреба в датчиках стрімко росте у зв'язку з швидким розвитком автоматизованих систем контролю і управління, упровадженням нових технологічних процесів, переходом до гнучких автоматизованих виробництв та постійним контролем різних параметрів процесів, що протікають. Крім високих метрологічних характеристик датчики повинні володіти високою надійністю, довговічністю, стабільністю, малими габаритами, масою і енергоспоживанням, сумісністю з мікроелектронними пристроями обробки інформації при низькій трудомісткості виготовлення і невеликій вартості. Цим вимогам в максимальному ступені задовольняють волоконно-оптичні датчики. Оптоволоконні датчики застосовуються там, де традиційні вимірювальні засоби не можуть бути використані або їхнє застосування є витратним. У волоконно-оптичних датчиках оптичне волокно може бути застосоване просто як лінія передачі, а може відігравати роль самого чутливого елемента датчика. Основними елементами волоконно-оптичного датчика є оптичне волокно, світловопромінюючого і світлоприймального приладу, чутливого елемента. Крім того, спеціальні лінії необхідні для зв'язку між цими елементами або для формування вимірювальної системи з датчиком. Для практичного впровадження волоконно-оптичних датчиків необхідні елементи системної техніки, які в сукупності з вивказаними елементами й лінією зв'язку утворюють вимірювальну систему.

### **АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПОБУДОВИ ДАТЧИКІВ ТИСКУ ТА ЇХ МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

*Ю.Н. Сквородкіна; А.М. Науменко*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Тиск має механічну природу, і тому для його опису можна використовувати основні фізичні величини: масу, довжину й час. Добре відомий факт, що тиск сильно міняється уздовж вертикальної осі, тоді як на однаковій висоті воно постійно у всіх напрямках. Тиск рідкого середовища в замкнутому об'єкті не залежить від форми посудини, і тому при розробці датчиків тиску такі параметри як форма й розміри часто бувають не дуже істотними. Якщо на одну зі сторін посудини з рідиною або газом діє зовнішній тиск, воно передається по всьому об'єкту без зменшення його значення. Над-

лишковий тиск – це тиск газу, що перевищує тиск навколишнього середовища. У протилежному випадку – мова йде про вакуум. Тиск називається відносним, коли його вимірюють щодо тиску навколишнього середовища, і абсолютним – коли воно вимірюється стосовно нульового тиску. Тиск середовища може бути стаціонарним, коли рідке середовище перебуває в спокої, або динамічним, коли воно ставиться до рідин у русі перпендикулярно до поверхні. При будь-якому куті крім  $90^\circ$  рідина буде просто зсковзувати або стікати. Тиск – скалярна величина, тож не залежить від напрямку. Загальнішим поняттям, ніж поняття тиску є поняття напруження. У анізотропних середовищах деформація залежить від напрямку прикладеної сили, тому для опису дії сили в таких середовищах використовується інша величина: тензор механічних напружень. Тому поняття тиску найкраще характеризує пружні властивості газів і рідин.

### **РОЗРОБКА ЦИФРОВОГО ОДНОФАЗНОГО ЛІЧИЛЬНИКА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОСНОВІ ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ**

*К.І. Туренко; В.М. Чинков, д.т.н., проф.*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Мета докладу – висвітлення методів вимірювання електричної енергії на сучасному етапі розвитку науки. Наведені основні структурні схеми цифрових лічильників електричної енергії, надані приклади конструкцій лічильників на основі мікросхем різних типів, принципів дій та призначень, розрахунок складових похибок вимірювання, а також порядок метрологічної перевірки, та висвітлені теоретичні засади створення лічильників з більш високим захистом від розкрадань та з вбудованим пристроєм моніторингу параметрів якості електроенергії. В залежності від побудови і компонентів, що використовуються, лічильники вимірюють: активну, реактивну і повну потужності; енергію, відповідну вказаним потужностям; параметри напруги мережі і струму навантаження. Розрахунок енергії, споживаної за певний проміжок часу будь навантаженням, вимагає інтегрування поточних позначень активних потужностей протягом усього часу вимірювання. В електромеханічних лічильниках електроенергії це здійснюється механічним лічильником. В цифрових лічильниках електроенергії необхідно реалізувати постійне підсумовування обчисленої величини активної потужності за певні проміжки часу. При аналізі вибору методів вимірювання електричної енергії були представлені лічильники на основі інтегральних схем закордонних компаній, різноманітні аналогово – цифрові перетворювачі та створювачі потужності. Було запропоновано шляхи зменшення втрат при вимірюванні електричної енергії.

### **ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДУ ВИМІРЮВАНЬ ХАРАКТЕРИСТИК АМПЛІТУДНО-МОДУЛЬОВАНИХ СИГНАЛІВ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

*В.Ю. Черкасова; А.О. Саніна*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Сигнали, які поступають від джерела повідомлення, найчастіше всього є низькочастотними і при передачі за допомогою радіохвиль їхні спектри переносяться в область високих частот. Для цього достатньо змінювати пропорціонально передаваному сигналу параметри високочастотного коливання, називає його несучим. В якості несучих застосовуються неперервні (аналогові), імпульсні або навіть хаотичні коливання. Найчастіш інших використовуються одно тональні безперервні сигнали, математичною моделлю яких є гармонічне коливання. Фізичний процес зміни в часі одного або декількох параметрів несучого коливання згідно з передаваним повідомленням називається модуляцією. Важливим показником амплітудно-модульованих сигналів, які широко

застосовуються в радіотехнічних системах і системах передачі інформації, є коефіцієнт амплітудної модуляції (КАМ). В доповіді будуть розглянуті основні цифрові методи вимірювання КАМ, тому що вони є більш досконалішими і перспективними, у порівнянні з аналоговими методами. До цих методів належать метод вимірювання КАМ за вибірковими миттєвими значеннями АМ сигналу, метод квадратичної обробки, інтегральний метод, метод кореляційної обробки. Більш ґрунтовно буде розглянуто методи з рівномірним і нерівномірним скануванням АМ сигналу, як один з найбільш ефективних.

## **МЕТОД ПОБУДОВИ ЦИФРОВИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ГЕНЕРАТОРІВ**

*О.О. Ярохіна; В.М. Чинков, д.т.н., проф.*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Мета роботи – провести аналіз методу прямого цифрового синтезу вихідних сигналів. Проаналізувати принцип простої схеми функціонального генератора. Призначення та вид мікросхем МАХ038 та ХR-2206. Проаналізувати експлуатаційні характеристики функціональних генераторів. Розвиток науки і прискорення технічного прогресу – завдання, яке можна успішно вирішувати за наявності парку вимірювальних приладів різного призначення. Основою генераторів сигналів спеціальної форми є аналогові функціональні генератори. Найбільш широкі можливості по постановці складного вимірювального експерименту представляє група так званих функціональних генераторів, які формують сигнали декількох (частіше - трьох) видів: синусоїдальні, трикутні, прямокутні і інші. Широкому поширенню функціональних генераторів в останні 10-15 років сприяла розробка спеціалізованих на їх побудову великих інтегральних мікросхем (ВІС). Їх застосування не тільки здешевлює ці корисні прилади, але і дозволяє досягти при їх побудові високих технічних характеристик. Труднощі в побудові функціональних генераторів багаторазово зростали при збільшенні максимальної частоти генерації з 1 до десятків МГц. Вони стали по суті непереборними, і лише з розробкою нових поколінь інтегральних ширококутових підсилювачів і (особливо) спеціалізованих інтегральних мікросхем функціональних генераторів з'явилася можливість створення дійсно малогабаритних та легких пристроїв цього типу з максимальними частотами, що досягають десятків МГц.

## **АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ТА ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ**

*Н.В. Тахтай; В.Б. Кононов, д.т.н., проф.*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Економічна ефективність стандартизації – це загальне поняття, що визначається через систему грошових і натуральних показників. Через ці показники виражається економія живої і упредметненої (уречевленої) праці від впровадження стандарту. Тому актуальною проблемою є визначення методів розрахунку економічної ефективності стандартизації та підвищення якості продукції. На стадії проектування витрати зменшуються внаслідок зниження трудомісткості науково-дослідних і проектно-конструкторських робіт, скорочення термінів розробки, кількості розроблюваної документації та впровадження нової продукції, обладнання, технології, що в свою чергу, дозволяє прискорити отримання ефекту від їх впровадження. До основних джерел економічної ефективності у сфері виробництва слід віднести зниження трудомісткості виготовлення, матеріаломісткості, фондомісткості продукції. А це забезпечує скорочення витрат по заробітній платі за рахунок раціонального розміщення трудових ресурсів, економію різних видів ресурсів та підвищення якісних показників виробів, удосконалення методів контролю та випробувань продукції, пакування, транспортування і збереження.