

СЕКЦІЯ 4
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ТЕОРІЯ І ПРОЕКТУВАННЯ
СИСТЕМ ВИМІРЮВАННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЕЛИЧИН, МІКРО І
НАНОПРИСТРОЇВ

УДК 535.5:621.38

ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛЯРИЗАЦІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИ РОЗРОБЦІ
УЛЬТРАФІОЛЕТОВИХ ПОЛЯРИМЕТРІВ

¹⁾Неводовський П. В., ¹⁾Відьмаченко А. П., ¹⁾Мороженко О. В., ²⁾Гераймчук М. Д.,
²⁾Куреньов Ю. П., ²⁾Сергунин В. Б., ¹⁾Головна астрономічна обсерваторія НАН України,
м. Київ, Україна, ²⁾ Національний технічний університет України “Київський
політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Поляризаційний метод дослідження космічних об'єктів є ефективним засобом для визначення їх оптичних і фізичних характеристик. Його суттю є дослідження результатів вимірювання стану поляризації світла, отриманого від об'єкта дослідження. Звернемо увагу на те що, поляриметричний метод дослідження має ряд дуже важливих особливостей, що робить його застосування дуже привабливим для дослідження різних об'єктів. По-перше, це неруйнівний метод вимірювань, який дає можливість проводити дистанційні дослідження не тільки диференційно в даному місці (усередині об'єкта), але й інтегрально по всьому об'ємі. По-друге, при використанні сучасних технічних засобів можна розробити цілу низку надзвичайно чутливих методів дослідження стану як структури тонких плівок, явищ на розділі двох фаз, так і структури газових середовищ великого об'єму, аж до атмосфери планет. Такі дослідження проводяться за допомогою оптичних приладів, які називаються – поляриметри.

Центральним вузлом цих приладів є блок поляризації, який і реалізує даний метод. Цей блок складається з одного або декількох поляризаційних елементів робота яких може базуватися на різних фізичних законах і мати різні функціональні ознаки (поляризатори, фазові пластини, тощо), геометричні форми і розміри. Змінювати їх параметри (керувати ними) можна різними методами (механічним, електрооптичним, тощо). Тому вибір потрібного з такого різноманіття є дуже складною задачею, а враховуючи їх застосування для розробки малогабаритних ультрафіолетових поляриметрів ця задача ускладнюється в декілька разів. Більш детально щодо класифікації, аналізу та застосуванню поляризаційних елементів у ультрафіолетовій поляриметрії буде розказано в доповіді.

Прикладом такої роботи є розробка Головної астрономічної обсерваторії НАН України і Національного технічного університету України під назвою «Малогабаритний ультрафіолетовий поляриметр (УФП) для дослідження стратосферного аерозолу Землі».

Ключові слова: поляриметричний елемент, атмосфера, ультрафіолетовий поляриметр.

Література:

1. Гераїмчук М. Д., Генкін О. М., Івахів О. В., Куреньов Ю. П., Мороженко О. В., Нево-довський П. В., Петренко С. Ф. Елементи і системи поляризаційних приладів для космічних досліджень. Монографія. – К.: ЕКМО, 2009. – 188 с.

УДК 681.51:351:787.510.2

**РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО ПОПЕРЕДЖЕННЯ КАТАСТРОФ,
ВИЗИВАЄМИХ ЗЕМЛЕТРУСАМИ АБО ІНШИМИ ЗБУДНИКАМИ**

¹⁾Гераїмчук І. М., ²⁾Железняк О. О., ¹⁾Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна, ²⁾Керченський державний морський технологічний університет м. Керч, Україна

Ядерна енергетика є одним із джерел, який раніше вважали перспективним і безпечним. Багато країн Європи і інших країн активно використовують ядерну енергетику.

Однако, незважаючи на те, що станції обладнані сучасними системами захисту і попередження катастроф, вони все таки мають місце. Розрушення атомної станції в Японії показало, до яких жахливих і небезпечних наслідків вони можуть привести. Тому розробка систем попередження екологічних катастроф, визиваємих землетрусами і іншими чинниками має велике значення для людства. Особливо це стосується розробки систем попередження розрушення реактора атомних станцій. Над безпекою атомних станцій працюють у різних країнах, а також МАГАТЕ.

Для забезпечення аварійної зупинки реактора при землетрусах використовуються системи сейсмометричного контролю і сигналізації. Дані системи формують команди на зупинку реактору на рівні основи приміщення реакторної установки. До даних систем і вимірювальних перетворювачів коливальних процесів ставляться жорсткі вимоги до стабільності їх метрологічних параметрів, надійності, чутливості і швидкодії. Аналіз вимог, які пред'являються до проєктуємих сейсмічних перетворювачів показує, що наряду з вимогами великої чутливості і точності, вимагається також велика надійність і завадостійкість до електромагнітного випромінювання.

В даній роботі, на основі проведених досліджень і методології синтезу інтегрованих мікроперетворювачів [1] пропонується при розробці систем попередження розрушення реактора атомних станцій, використовувати останні досягнення науки і техніки в галузі використання нано і мікротехнологій і безпроводових систем передачі даних. Для цього у якості первинних перетворювачів параметрів коливальних процесів використовувати 3 осьові інтегровані мікроперетворювачі і безпроводову систему передачі даних [2].

Ключові слова: багатокоординатні мікроперетворювачі, багато осеві мікроперетворювачі, акселерометри.

Література:

1. Гераїмчук М. Д., Гераїмчук І. М. Інтегровані МЕМС перетворювачі для систем вимірювання векторних величин. Монографія. – К.: Видавниче підпр. «Едельвейс», 2011, – 94 с.
2. Гераїмчук М. Д., Івахів О. В., Паламар М. І., Шевчук Б. М. Основи побудови перспективних безпроводових сенсорних мереж. Монографія. К.: ЕКМО, 2010. – 124 с.

УДК 681.51:351:787.510.2

БАГАТОКООРДИНАТНІ МЕМС ПЕРЕТВОРЮВАЧІ

*Гераїмчук І. М., Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Проектування багатокоординатних МЕМС перетворювачів, які представляють складну архітектуру і дозволяють контролювати 6 координат рухомого об'єкта (тобто три лінійних і три кутових прискорення) значно відрізняється від проектування звичайних перетворювачів. Ця різниця обумовлена впливом вибору матеріалу, технології виготовлення і методології проектування на їх параметри і характеристики.

Аналіз мікро і нанотехнологій показує, що в залежності від використовуваної технології, наприклад, виготовлення планарної, чи об'ємної зменшується значно енергоспоживання і збільшується швидкодія перетворювачів. Виконання перетворювачів в мікроелектроніці дозволяє використовувати мікро і нанотехнології в виготовленні великих серій, що з однієї сторони зменшує їх собівартість, а також забезпечує однозначність характеристик.

Процеси проектування мікро- і наноелементів та вибір технологічного процесу їх виготовлення має окремі особливості. Чутливий елемент багатокоординатного мікроперетворювача повинен сприймати не тільки модуль вимірюваної величини, а також і її вектор. Тому перетворювач повинен бути укомплектований системою, яка фіксує і передає на процесорну систему параметри вектора і це ускладнює структуру перетворювача і особливості його проектування. Для реалізації структури перетворювача необхідно інтегрувати різні фізичні ефекти, від правильного використання яких залежать як конструктивні параметри мікроперетворювачів (можливості мікроелектроніки), а також метрологічні. Дослідження можливості використання мікро і нано технологій відкриває нові можливості в побудові даного виду перетворювачів різних фізичних величин.

Тому одним із ефективних і перспективних напрямків розробки багатокоординатних перетворювачів і альтернативних навігаційних систем є подальше розкриття потенціалу їх фізико - топологічних особливостей, мініатюризація і поступовий перехід від елементної бази мікроелектроніки і мікросистемної техніки до наноелектроніки і наносистемної техніки.

Виготовлення даних перетворювачів параметрів руху об'єктів у мікро виконанні дозволить значно розширити області їх використання і вчасності використовувати їх при побудові систем визначення параметрів руху і корекції руху

для безпілотних літаків, мікрокосмічних апаратів, автомобілів, систем екологічного попередження катастроф, визиваємих землетрусами (або іншими збудниками) тощо.

Ключові слова: багатокоординатних мікро перетворювачі, багатоосеві мікроперетворювачі, акселерометри.

УДК 621.315.592

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ЗБОРУ ДАНИХ З УНІВЕРСАЛЬНИМ GPIB-ІНТЕРФЕЙСОМ

*Запорожець Т. В., Яганов П. О., Національний технічний університет України
„Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

У роботі представлено розробку комп'ютерної системи збору і обробки даних, в якій передачу сигналу від джерел інформації та сигнал зв'язку з об'єктами управління здійснюють за допомогою універсального GPIB-контролера.

Системи збору і обробки даних (СЗОД) є важливою складовою автоматизованих систем управління технічними системами. Вони представляють собою апаратно-програмні комплекси з функціями як прийому інформації від об'єктів дослідження, так і передачі сигналу управління на виконавчі пристрої. Розроблено ряд технологій, на основі яких реалізують збір, обробку, перетворення, архівування, візуалізацію інформаційного сигналу. До їх числа належать технології фірм National Instruments, Texas Instruments, Altera та інші. Зазвичай сигнал від джерел інформації до комп'ютера та від комп'ютера до виконавчих пристроїв передають по різним каналам. У кожному з них вирішують проблеми апаратної та програмної сумісності.

В роботі представлено розробку універсального USB 2.0 сумісного GPIB-інтерфейсу (інтерфейсу з шиною загального призначення), за допомогою якого у СЗОД здійснюють зв'язок між комп'ютером і комп'ютерною периферією. Інтерфейс реалізовано на базі мікроконтролера NAT9914 фірми National Instruments, який підтримує стандарт обміну даних IEEE488.1-1987. Зв'язок з мікроконтролером NAT9914 по 8-бітній паралельній шині та USB-шині забезпечує мікросхема CY7C68013A, а узгодження логічних рівнів сигналів вводу-виводу реалізовано на мікросхемах 75160 і 75161.

Пристрій взаємодіє з ведучим комп'ютером через нульову кінцеву точку USB, що забезпечує зв'язок з контролером за допомогою будь-якої мови програмування з використанням бібліотеки libusb. Мікроконтролер не потребує окремого драйверу для середовища графічного програмування LabVIEW, створюючи широкі функціональні можливості для розробки нових віртуальних приладів.

Комп’ютерна система збору і обробки даних з GPIB-контролером є економічною альтернативою існуючим системам, оскільки використовує доступні і дешевші ресурси і компоненти, а універсальний GPIB-інтерфейс забезпечить швидкісний зв’язок керуючого комп’ютера з різноманітними обчислювальними платформами та системами.

Ключові слова: система збору і обробки даних, GPIB-інтерфейс, мікроконтролер, програмна сумісність, універсальність, LabVIEW.

УДК 681.121

ПЛІВКОВИЙ ВИТРАТОМІР ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ МАЛИХ ВИТРАТ ГАЗУ

*Теплюх З. М., Парнета О. З., Ділай І. В., Ціцюра О. І.,
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна*

Плівковий витратомір – один з найпоширеніших в лабораторних умовах приладів для вимірювання малих витрат газів, придатний, зокрема, для перевірки і градування промислових витратомірів та лічильників газу. Плівкові витратоміри характеризуються простотою технічної реалізації, невисокими затратами на виготовлення та обслуговування. Однак в традиційному виконанні такий засіб може мати недопустимо низькі метрологічні та експлуатаційні характеристики (вузький діапазон вимірювання, похибка на рівні 10 % і вище, низька надійність, ручний режим роботи). Доцільними та актуальними є вдосконалення плівкового методу з метою підвищення точності та надійності вимірювання, а також автоматизація процесу вимірювання з можливістю використання витратоміра в автоматизованих інформаційних чи керуючих системах.

Оскільки мірна трубка з шаром плівкоутворюючої рідини на її внутрішній поверхні та рухомою плівкою є визначальним елементом витратоміра, від якого безпосередньо залежать точність, надійність та діапазон вимірювання, то найважливіші вдосконалення плівкового витратоміра стосуються саме мірної трубки. Так, зокрема, з метою забезпечення стабільності шару плівкоутворюючої рідини нами запропоновано мірні трубки з матовою внутрішньою поверхнею. Виконані дослідження електричного опору шару плівкоутворюючої рідини на внутрішній поверхні гладкої та матової мірних трубок показали, що матова поверхня забезпечує стабільність шару протягом часу, у декілька разів більшого, ніж гладка поверхня.

Нами показано, що потенційні можливості плівкового методу вимірювання є доволі високими і можуть забезпечити створення автоматичних і надійних приладів з діапазоном вимірювання $10^{-5} \dots 4$ (10) м³/год і з граничною похибкою, що не перевищує 0,3 – 1 % залежно від властивостей газу. У приладі застосовані особлива конструкція мірної трубки, генератор рухомої плівки, а також засоби для усунення основних факторів впливу, зокрема плівок рідини у мірній трубці. Розроблена мікропроцесорна система керування дає можливість узгоди-

ти роботу всіх його складових, що забезпечує оптимальний режим роботи пристрою в цілому і як наслідок – виконання високоточних вимірювань: часу проходження плівкою каліброваного об’єму мірної трубки; параметрів газового потоку (температури і тиску), а відтак і визначення витрати газу у потрібному користувачеві виді (масова, об’ємна, в нормальних умовах тощо).

Ключові слова: плівковий витратомір, малі витрати газу.

УДК 531.383

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ КУТІВ НА ОСНОВІ КІЛЬЦЕВОГО ЛАЗЕРА

*Безвесільна О. М., Ткаченко С. С., Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Точність вимірювання кутів за допомогою кутомірних засобів на основі кільцевого лазера (КЛ) визначається багатьма факторами, обумовленими параметрами підсистем такого приладу. Наприклад, у випадку вимірювача кута - це нестабільність швидкості обертання поворотного пристрою, неточність реєстрації початку і закінчення відліку контрольованого кута, дискретність квантування інформаційного сигналу.

У загальну похибку вимірювання кутів КЛ вносить свої складові, обумовлені нелінійністю і зсувом нуля вихідної характеристики, стабільністю масштабного коефіцієнта, відношенням сигнал/шум інформаційного сигналу.

Похибка, обумовлена нелінійністю вихідної характеристики, легко зменшується роботою у динамічному режимі при підвищеній кутовій швидкості. Зсув нуля вихідної характеристики зменшується за рахунок відповідної конструкції КЛ і його компонентів, а також балансу струмів у вітках живлення.

Вимірювання кутів проводяться при кутовій швидкості 90 град/с. Використовується принцип калібрування, тобто за один повний оберт КЛ визначається кутова ціна періоду його інформаційного сигналу, з використанням якої обчислюються вимірювані кути. Тому стабільність масштабного коефіцієнта повинна бути забезпечена протягом 4 с. Ця обставина значно знижує вимоги до довгочасної стабільності масштабного коефіцієнта.

Вимірювання проводяться при двобічному обертанні. Скачок масштабного коефіцієнта у процесі вимірювань призводить до збільшення похибки. Тому необхідні надійні засоби контролю підсистем приладу, в тому числі КЛ у процесі вимірювань. Для цього обчислюється різниця однойменних кутів, виміряних при обертанні в обидва боки. У випадку, коли різниця перевищує допустиме значення, вимірювання вважається недостовірним і виключається з подальшої обробки. Такий контроль простий у реалізації і досить ефективний. Він дозволяє реєструвати не тільки погіршення параметрів підсистем приладу, але й кон-

тролювати зовнішні впливи, наприклад, недопустимі вібрації підлоги, на якій встановлений прилад, випадкові ударні дії.

Ключові слова: вимірювач кута, кільцевий лазер.

УДК 531

ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ

Лещенко Ю. П., Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

Аналіз роботи сучасних інтелектуальних пристроїв (датчиків, контролерів, елементів порівняння, аналого-цифрових перетворювачів (АЦП), інтерфейсів) показує, що вони здатні накопичувати, зберігати і видавати інформацію про робочі характеристики, результати вимірювань, діагностики та ін. Ідеологія інтелектуальних вимірювальних засобів стає частиною практично будь-який продукції у сфері якості, систем автоматичного контролю, технічної діагностики, телевимірювань та ін.

Інформаційно-вимірювальні засоби з інтелектуальною підтримкою, як правило, застосовуються для вирішення складних задач, де логічна обробка інформації переважає над обчислювальною.

До інтелектуальних засобів вимірювання можуть бути віднесені - інтелектуальні датчики, автомати, автоматизовані вимірювальні установки, які представляють собою набір засобів для реєстрації, передачі та обробки даних, з використанням інтелектуальних алгоритмів, що зберігаються у базі знань.

Цикл роботи інтелектуальних вимірювальних систем складається з чотирьох етапів, для реалізації яких запропоновано включати до їх складу виконавчу частину, базу знань, інтелектуальний інтерфейс, що об'єднані спільною магістраллю.

На практиці інтелектуалізація вимірювання пов'язана в першу чергу із забезпеченням датчика певними знаннями про рівняння реально вимірюваної фізичної величини, з тим результатом, що вимірюється і застосування цього рівняння до вимірюваної величини, а також здійсненням попередньої обробки вимірюваної величини.

Бази знань містять сукупність вимірювальних величин, їх співвідношення з фізичними величинами та метод їх отримання.

Показано, що експертна система, яка містить базу знань і систему логічного виведення, стає все частіше використовуватися як інтелектуальна вимірювальна система.

Запропоновано використовувати експертні системи у складі вимірювальної техніки, що дає значні результати, які пов'язані зі створенням інтерфейсу користувача. Детально розглянуті процедури взаємодії між користувачем і засобом вимірювання.

Необхідність функціонування у режимі реального часу пред'являє специфічні вимоги як до апаратної частини, так і до організації інтерфейсу експертної системи.

Ключові слова: вимірювальна система, інтелектуальний засіб вимірювання, база даних, експертна система.

УДК 531.383

АНАЛІЗ ВПЛИВУ КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ЛІТАКА НА РЕЗУЛЬТАТ АВІАЦІЙНИХ ГРАВІМЕТРИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ

*Литвиненко П. Л., Нечай С. О., Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Точність вимірювань у багатьох випадках обмежується не технічними характеристиками існуючих типів гравіметрів, а неоптимальними умовами проведення вимірювань та обробки отриманих результатів. Тому крім створення нових та удосконалення існуючих типів гравіметрів дуже велика увага приділяється розробці та удосконаленню математичних моделей, методів та алгоритмів обробки вимірювальної інформації. Позитивний результат дає оптимізація та розробка нових методик авіаційних гравіметричних вимірювань (АГВ), що ґрунтується на детальному аналізі умов їх проведення.

АГВ є дуже ефективним методом досліджень, але вони значно складніші інших типів, тому що на гравіметр крім гравітаційного прискорення також діють і різного роду інерційні прискорення (сигнали перешкод), що виникають під час польоту і пов'язані з роботою двигунів, змінами курсу під дією зовнішніх факторів і т. інше. Аналіз складових сигналів перешкод дає можливість визначити, які параметри руху літака і яким чином впливають на результати вимірювань.

Одна з головних особливостей АГВ – це велика швидкість руху літака, а відповідно і гравіметра. Як показують дослідження, під дією зовнішніх факторів літак рухається по траєкторії подібній до синусоїдальної. Ці коливання, практично не контрольовані пілотом, мають частоту порядку $0,2 \text{ рад/с}^{-1}$ та амплітуду $75 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$ і викликають прискорення порядку 30 мГал. Ці інерційні прискорення разом з прискоренням сили тяжіння будуть відображатися у вихідному сигналі гравіметра інерційного принципу дії.

Якщо прийняти, що аномалія прискорення сили тяжіння змінюється за синусоїдальним законом (при цьому довжина його хвилі, як правило, знаходиться у межах 5 – 10 км, у залежності від характеру його змін), то неважко підрахувати, що при швидкості польоту літака у 200 – 600 км/год частота зміни аномалії складе $0,05 - 0,5 \text{ рад/с}^{-1}$.

Таким чином частота коливань літака буде співставна з частотою аномаль-

ного поля. При цьому амплітуда цих коливань буде також співставна, а у ряді випадків амплітуда перших у багато разів може переважати.

Вочевидь, використання у цьому випадку фільтрації буде неефективним. Тому для виділення корисної гравітаційної складової сигналу необхідно при проведенні авіаційних гравіметричних вимірювань мати можливість неінерційними методами вимірювати сигнали перешкод, які потім вираховувати з сумарного сигналу.

Ключові слова: гравіметричні вимірювання, гравіметр, обробка результатів вимірювань.

УДК 621.773.9

ПРОГРАМА ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ І АНАЛІЗУ ПРОСТОРОВИХ ВІДХИЛЕНЬ ОБРОБЛЮВАНИХ ПОВЕРХОНЬ

*Приходько В. П., Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

При проектуванні технологічних процесів (ТП) виготовлення деталей машин, у всьому комплексі робіт значне місце займають розрахунки основних параметрів технологічного процесу. Одним із шляхів та засобів вирішення перелічених завдань є використання системи розмірного моделювання та аналізу технологічних процесів (РМА ТП) на всіх етапах підготовки виробництва. Основною проблемою, що знижує ефективність та обмежує використання РМА ТП є значна трудомісткість процедур розмірного моделювання і аналізу, з одного боку, та недосконалість або відсутність алгоритмів і програм їх автоматизації, з іншого.

У даний час існує декілька програм розмірного моделювання і аналізу технологічних процесів, що забезпечують визначення параметрів операційних розмірів, припусків, розмірів заготовок. У той же час, зазначене завдання залишається не вирішеним при моделюванні і аналізі просторових відхилень розташування поверхонь, оскільки, методології такого моделювання, в основному, передбачають “ручний” спосіб виконання більшості процедур. У зв’язку з чим, розроблення алгоритмів і програм для моделювання і аналізу технічних вимог, що характеризують просторове розташування поверхонь деталей, є важливим та актуальним завданням, вирішення якого забезпечить підвищення ефективності моделювання і аналізу та якості розроблених ТП.

Для вирішення проблеми були розроблені концепція та алгоритм розмірного моделювання і аналізу просторових відхилень розташування поверхонь деталей. Для реалізації запропонованого алгоритму розроблена програма «РМА ТП Просторових відхилень», яка дозволяє на етапі розробки технологічного процесу отримати ймовірні (прогнозні) значення просторових відхилень, що

можуть бути забезпечені технологічним процесом обробки деталі, порівняти їх із заданими конструктором.

З метою скорочення витрат часу на введення вихідних даних у програмі запропоновано використання імпортування файлів САМ/САD систем, що дає змогу, виключити кодування поверхонь та відхилень розташування поверхонь оператором. Розроблена програма працює з файлами САD системи AutoСАD, а саме - з 2D кресленнями у форматі DXF. Завдяки імпорту креслення у програмі формується масив поверхонь, що містить інформацію щодо їх розмірів, типів, взаємного розташування та нумерації, що використовується при моделюванні і аналізу технологічного процесу.

Ключові слова: просторові відхилення, програма моделювання

УДК 621.773.9

ПРОГРАМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ВВЕДЕННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ ВИКОНАННЯ РОЗМІРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

*Приходько В. П., Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Одним із ефективних шляхів скорочення витрат на підготовку виробництва та забезпечення якості продукції, що виготовляється є використання розмірного моделювання та аналізу ТП на всіх етапах підготовки виробництва. Розробка та використання такої системи дозволяє перенести розв’язання багатьох задач з етапу впровадження ТП на етап проектування, де пошук раціональних рішень не пов’язаний з великими матеріальними витратами. У той же час, використання “ручних”, чи з частковою автоматизацією, методів виконання процедур РМА ТП, знижує їх ефективність та стримує використання у виробництві.

Аналіз існуючих програмних продуктів, що використовуються для конструкторської («SolidWorks», «Catia», «ProEngineering», «Autodesk Inventor», «КОМПАС 3D v10» та інших) або технологічної підготовки виробництва («MasterCAM», «TechnologiCS», «Feature CAM») свідчить про обмеженість їх можливостей та про спроможність виконання, в основному, тільки окремих розрахунків за умови ручного вводу значних обсягів інформації, при високій кваліфікації виконавців. У той же час представлення технологічного процесу та введення вихідних даних займають >90% усього часу, необхідного для проведення розмірного моделювання і аналізу. У зв’язку з цим актуальною проблемою є розроблення програмних засобів, що забезпечать автоматизацію основних процедур РМА ТП, у тому числі введення вихідних даних, що характеризують поверхні та розмірні параметри деталі в процесі її оброблення, і використовуються для формування та розрахунку операційних розмірних ланцюгів. У результаті виконання даної роботи:

1. Була розроблена концепція та сформульований алгоритм, здатний її реалізувати, що дозволяє автоматизувати процес та максимально усунути похибки введення даних на базі використання 3D моделей деталей.
2. Розроблений препроцесорний модуль “PMA 3D”, в якому реалізована можливість отримувати дані від сторонньої САD системи та на виході мати результат у вигляді матриці розмірних зв'язків, що значно спрощує процес введення даних, розширює інтерактивність спілкування користувача з системою та забезпечує отримання, в прийнятному вигляді, інформації необхідної для формування і розрахунку операційних розмірних ланцюгів.

Ключові слова: розмірний аналіз, розмірне моделювання, програма для розмірного аналізу.

УДК 621.2

АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ВЛАЖНОСТИ ГОРНОРУДНОЙ МАССЫ ПРИ ИХ ИЗМЕЛЬЧЕНИИ

Каландаров П. И., Зияев Ш. Б., Ташкентский Государственный технический университет, г. Ташкент, Узбекистан

В горнорудной отрасли на долю твёрдых сыпучих материалов - таких, как уголь приходится значительный объем сырья и готовой продукции. Автоматизация таких сложных технологических процессов требует применения высокоточных экспрессных методов контроля электрофизических параметров сыпучих материалов, оказывающих существенное влияние на качественные показатели конечной продукции и обеспечивающих надежный эффект от внедрения современных систем автоматического контроля и управления.

Известна проблема построения автоматизированных систем контроля свойств и характеристик сыпучих материалов горнорудного производства, требующего решения целого комплекса задач, наиболее общими и значительными из которых являются:

- нахождение эффективных методов первичного измерительного преобразования, подлежащих автоматическому контролю электрофизических свойств материала в выходной сигнал, которые позволяли бы достигать требуемой достоверности, точности и быстродействия процесса измерения;
- приборная реализация методов, обеспечивающих надежную и бесперебойную работу измерительных устройств в условиях промышленного производства.

Однако вопросы реализации информационно-измерительной поддержки автоматизированных систем управления технологическими процессами контроля влажности сверхвысокочастотным методом (СВЧ) для таких материалов, как

уголь в горнорудном производстве до настоящего времени остаются нерешенными и далекими от своего исчерпывающего завершения.

Для реализации системы контроля влажности в технологических потоках при производстве угля, требуется анализ развития влагометрической сверхвысокочастотной системы, принципов создания приборов для измерения влажности твердых сыпучих материалов и технологических сред горнорудного производства.

В докладе сформулированы научно-методические основы проектирования и реализации единого информационного обеспечения в составе интегрированных АСУ ТП с одновременным достижением точности и достоверности первичной производственно-технологической информации, циркулирующей в подсистеме поддержки принятия управленческих решений.

Ключевые слова: горнорудная масса, уголь, измерение влажности, сверхвысокочастотный метод.

УДК 681.325

ОЦЕНКА МОДЕЛЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БАЗ ДАННЫХ ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Нечипоренко О. В., Мищенко С. А., Черкасский государственный технологический университет, г. Черкассы, Украина

Для обеспечения эффективности информационных процессов необходима соответствующая организация данных. Важнейшей проблемой, решаемой при проектировании баз данных (БД), является создание оптимальной модели БД. Для того чтобы определить наилучшую организацию данных, необходимо установить, какие характеристики данных важны для выражения сущности их значения. Это позволяет провести оценку и сформировать непротиворечивый набор общих формальных утверждений, характеризующих организацию и обработку данных, который и определяет оптимальную модель БД для лазерных технологических комплексов (ЛТК).

Целью работы является исследование характеристик основных моделей БД и проведение их сравнительной и критериальной оценки для определения оптимальной модели БД для ЛТК.

Были рассмотрены основные классические и неклассические модели БД (относящиеся к навигационным и ссылочным моделям) и их характеристики, проведена их сравнительная качественная оценка. Рассмотрены и обобщены преимущества и недостатки ранних моделей БД (модель, основанная на инвертированных списках, прототипная и ассоциативная модели), классических (иерархическая, сетевая и реляционная модели) и неклассических (постреляционная, многомерная и объектно-ориентированная модели).

Рассмотрены критерии оценки модели данных. Анализ совокупности факторов позволяет выбрать оптимальную модель данных, которая должна удовлетворять таким критериям, как структурная достоверность, простота, выразительность, отсутствие избыточности, способность к совместному использованию, расширяемость, целостность и возможность представления в виде диаграмм.

Проведен сравнительный анализ моделей данных по критериям для проектирования БД ЛТК. Результаты свидетельствуют в пользу выбора реляционной или многомерной модели данных. Однако однозначно оптимальной модели не существует и разные модели могут применяться взаимосвязано. Предлагается дополнять реляционную и многомерную модель разработками объектно-ориентированного подхода. Полученную модель данных можно определить как интегрированную модель. Ее использование для БД ЛТК позволяет отказаться от двойного представления информации, реализованного в гибридных многомерно-реляционных базах данных. Это дополнительно увеличивает скорость доступа к данным.

Ключевые слова: модель базы данных, интегрированная модель, лазерный технологический комплекс.

УДК 681.3

СИНТЕЗ СИСТЕМ СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ С ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИМ ИНТЕРФЕЙСОМ

*Андреева Е. В., Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

При синтезе систем сбора и передачи информации решают две основных задачи:

- 1) обеспечение помехоустойчивости передачи сообщений,
- 2) обеспечение высокой эффективности работы каналов связи.

Передача информации сопряжена с определенными затратами мощности сигнала, времени и некоторой полосы частот. Применение волоконно-оптических компонентов значительно упрощает задачу передачи информации на значительные расстояния. Если 15-20 лет назад скорости передачи без ретрансляторов составляли всего десятки мегабит/сек на расстояния в несколько терабит/сек под водой без повторителей на расстояние более 320км.

Один из способов передачи данных по волоконно-оптическим линиям связи (ВОЛС) основан на временном уплотнении цифровых сигналов с применением специальных самосинхронизирующихся кодов. Широко распространен для этих целей, так называемый, манчестерский код (код М), который позволяет оптимальным образом расходовать ресурсы оптического передатчика. В коде М

каждый двоичный разряд отображается переходом уровней. Направление перехода определяет значение переменной: лог. «1» или лог. «0».

Фирма Advantech четко отслеживает тенденции на рынке промышленной автоматизации и предлагает большой выбор приемопередающих и интерфейсных модулей (например, ADAM-4541 для сопряжения RS-232/422/485 с ВОЛС; ADAM-6521 5-портовые коммутаторы Ethernet с оптическим портом и др.). При подборе компонентов для построения ВОЛС учитывают два параметра оптоволокна, влияющих на эффективность трансляции: ширину полосы пропускания и затухание. Потери оптической мощности на волнах разной длины происходят в волокне из-за поглощения и рассеивания. Например, потери менее 1дБ/км характерны для волокна многолучевого типа 50/125 мкм, работающего при 1300нм, и менее 3дБ/км- типичны для волокна этого же типа, работающего при 850нм. Эти два диапазона волн: 850 нм и 1300 нм являются самыми распространенными и наиболее часто используемыми. Наиболее перспективным способом защиты от потерь на микроизгибах является применение, так называемого, кабеля breakout, в котором волокно с плотным буфером окружено арамидной пряжей и покрытием типа полихлорвинил. Преимущество такого «кабеля в кабеле» обеспечивают упрощенное подключение и установку.

Информационные запросы пользователей и скорости передачи растут с каждым днем. Исследователи национального института информационных и коммуникационных технологий (Япония) уже сумели сегодня перешагнуть предел скорости передачи сообщений 100 терабит в секунду.

Ключевые слова: передача информации, ВОЛС, ВОК.

УДК 681.51

НОВЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

*Андреева Е. В., Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

Измерительные системы сегодня являются полигоном для апробации новейших компьютерных технологий и предполагают использование нового поколения электронных измерительных приборов. Конструктивные особенности и принципы работы этих приборов задаются стандартом LXI (LAN Extension for Instrumentation). Этот стандарт по сравнению с предшественниками имеет целый ряд преимуществ при низкой стоимости.

Помимо возможности подключения к локальной сети стандарт LXI обеспечивает: веб-интерфейс; равноправный обмен сообщениями; проводной интерфейс синхронизации; новый распределенный интерфейс с синхронизацией по временным меткам; программный интерфейс.

Применяя стандарт LXI, разработчик получает недорогое и долговечное стандартное оборудование для организации измерений. Например, коммутатор Gigabit Ethernet стоит менее 30 долларов и позволяет подключать к системе четыре и более приборов с использованием кабелей, стоимость которых составляет единицы долларов (вместо сотен долларов за метр для специализированных кабелей интерфейсов GPIB и PXI).

Постоянные инвестиции заинтересованных фирм в аппаратное и программное обеспечение позволили за последние 5 лет увеличить пропускную способность каналов на три порядка и заметно снизить при этом стоимость установки оборудования. Практически каждый выпущенный сегодня персональный компьютер оборудован интерфейсом LAN (Local Area Network). Через стандартный разъем интерфейса LAN (RJ-45) с помощью обыкновенных кабелей LAN приборы можно подключать к персональному компьютеру, коммутаторам, маршрутизаторам и другим устройствам локальной сети. При необходимости можно легко подключить беспроводные или волоконно-оптические интерфейсы. Для подключения к прибору необходим только его IP-адрес. Стандарт LXI предусматривает простые методы определения этого адреса и идентификацию прибора по данному адресу.

Поскольку интерфейс LAN позволяет подключаться к прибору, как к узлу в интернете, в стандарте LXI определен веб-интерфейс прибора, дающий возможность подключаться к прибору с использованием любого веб-обозревателя для идентификации и настройки.

Необходимо отметить, что новый стандарт допускает построение гибридных систем с одновременным использованием сразу нескольких интерфейсов, включая LXI, GPIB, UXI и PXI. При модернизации работающих систем добавление компонентов стандарта LXI сопряжено с небольшими затратами, поскольку применение LAN представляет собой недорогую технологию.

Ключевые слова: интерфейсы, новые стандарты LXI, LAN.

УДК 004.652.5:681.2

МЕРЕЖЕВА ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА ФОРМУВАННЯ ВУЗЛІВ ОБЛІКУ ВОДИ

*Згуровська Л. П., Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Розвиток цивілізованого суспільства на сучасному етапі характеризує прогресуючий процес інформатизації. Отримання достовірної інформації про предмети, явища або процеси є актуальною задачею. Доступ до джерел інформації, візуалізація представленої інформації для територіально-розподілених установ і підприємств реалізується мережевими інформаційно-аналітичними системами.

В сучасному суспільстві на тлі зростаючої вартості енергетичних та матеріальних ресурсів (електричної та теплової енергії, газу, води, нафтопродуктів і т.і.) точність вимірювань та правильність обліку ресурсів є особливо актуальною. Тому першочерговою задачею є забезпечення сучасними засобами обліку ресурсів всіх об'єктів комунальної та приватної власності.

Для розв'язання поставленої задачі була створена інформаційно-аналітична система, за допомогою якої можна проаналізувати комплектність та метрологічні характеристики існуючого вимірювального обладнання для обліку холодної та гарячої води у житловому фонді міста. Система також дозволяє виконати підбір необхідного комплексу обладнання з урахуванням експлуатаційних, конструкційних та економічних характеристик. В системі передбачена можливість підбору сучасного обладнання з більш точними та надійними характеристиками для заміни встановленого в помешканні застарілого обладнання.

Інформаційно-аналітична система розроблена з використанням об'єктно-орієнтованої мови програмування Visual C#. NET. Мова C# є Web орієнтованою, що дозволило використовуючи прості вбудовані конструкції мови легко перетворити компоненти в Web-сервіси, до яких можна звертатися з Internet у будь-якій операційній системі.

Ключові слова: облік споживання води, БД, інформаційно-аналітична система, Internet, Visual C#. NET.

УДК 621.317

КОМПЛЕКС ЗАХОДІВ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ПРЕЦИЗІЙНИХ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ

*Киричук Ю. В., Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Розглянуті підходи до створення систем керування навігаційних систем (НС), відрізняються од відомих рішень, передбачають виконання наступних етапів проведення комплексу заходів, що включають процес синтезу:

1. Побудова базової структури системи керування приладу денного бачення, принцип дії якої заснований на використанні двох двоступеневих гіроскопів із зустрічно спрямованими кінетичними моментами, розмішених двоступеневому кардановому підвісі, відомих конструктивних рішень і перспектив поліпшення показників якості за рахунок структурних доповнень (введення високоточного привода слідкуючого кільця, високоточного слідкуючого привода призми Дове та пристрою компенсації помилки збурень по третій осі), що забезпечують задану точність керування лінією візування по трьох осях.

2. Побудова базової структури системи керування приладу нічного бачення, принцип дії якої заснований на використанні цифрових високоточних слідкуючих приводів, що забезпечують керування лінією візування низькорівневої те-

левізійної або тепловізійної систем бачення за курсом і по тангажу, і високоточного слідкуючого привода розвороту зображення при повороті головного дзеркала за курсом.

3. Формування гранично припустимих вимог до систем керування на основі аналізу функціональних можливостей, як складових частин структури системи керування, так і на підставі визначення характеристик елементів і пристроїв, що забезпечують функціонування систем керування.

4. Вибір раціональних по складу та можливостям комплексу методів виявлення, локації об'єктів пошуку та визначення координат об'єкта в прямокутній системі координат з рухомого об'єкта-носія НС, граничних показників якості елементів і пристроїв: кратності оптичної системи, помилки системи стабілізації, як багатопараметричної функції, що залежить від розміру об'єкта пошуку, відстані до нього, яскравості об'єкта та фону, прозорості атмосфери, забезпечених адекватністю математичних моделей, точністю розрахунків з урахуванням значної різнорідності фізичних процесів у системах керування, багатопараметричного характеру елементів і пристроїв, а також заданих рівнів зовнішніх збурень (температур і вібрації).

5. Визначення способів структурного синтезу прямих і зворотних зв'язків сигнальних каналів базової структури системи керування, що забезпечують досягнення необхідних показників точності та стійкості за рахунок коригувальних і компенсуючих впливів.

Ключові слова: навігаційна система.

УДК 621.317

ОПОРА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЗА КУРСОМ

Киричук Ю. В., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Особливістю розробки систем керування навігаційних систем, розташованих на рухомих носіях (літаках, вертольотах, кораблях, катерах, рухомих наземних машинах), є необхідність узгодження зв'язку оптичного елемента із системою керування (СК) навігаційної системи (НС) і корпусом приладу. Складність рішення цього завдання викликана більшим діаметром апертури оптичного променя (діаметр апертури становить від 150 мм до 250 мм), високими ударними збуреннями (0,5-2,0)g, широким діапазоном високочастотних збурень від 5 до 500 Гц, обмеженими масою та габаритами головки керування та системи керування в цілому.

Сьогодні у літературі відсутні відомості, присвячені розробці та дослідженню елементів опори системи керування навігаційних систем за курсом в умовах багаторазових ударних впливів.

Запропонувати оригінальну схему верхньої опори системи керування, обрати розрахункову схему опори та її математичну модель і проведено розрахунки та експериментальні дослідження розробленої опори.

Завданням досліджень при розробці системи керування навігаційного комплексу є: вибір конструктивної схеми опори, що забезпечує пропущення апертури оптичних променів великого діаметра; розробку математичної моделі системи керування для дослідження її параметрів, забезпечення віброударної міцності та надійності її елементів і пристроїв, що виключають руйнування матеріалу та заклинювання опор, і забезпечення мінімальних маси та габаритів головки системи керування.

При виконанні досліджень буди отримані наступні результати:

1. Обрано розрахункову схему опори та її математичну модель для проведення теоретичної оцінки протікаючих у з'єднанні процесів при високочастотних збуреннях; проведено розрахунки контактної напруги в елементах конструкції та визначено найбільшу силу стискання та контактного тиску, а також максимальні швидкості співудару кільця та роликів при гармонійних ударних коливаннях елементів конструкції.

2. Зроблено аналіз і вибір матеріалів елементів опори.

3. Розрахунковим шляхом та експериментально підтверджено, що при перевантаженнях 1g та 2g і частотах до 630 Гц та 10^5 циклах навантаження з'являються ризки та лунки на кільці опори, що збільшує момент опору та приводить до заклинювання опори.

Ключові слова: навігаційна система, опора

УДК 681.123

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Никитин А. К., Сигодзинский А. В., Национальный технический университет Украины „Киевский политехнический институт”, г. Киев, Украина

Сыпучие материалы широко используются в пищевой промышленности, сельском хозяйстве, в строительстве и других областях. Номенклатура сыпучих материалов, их размеры, форма, физические и химические свойства весьма разнообразны. В отличие от жидкостей и газов вопросы измерения расхода сыпучих материалов не решены в достаточной мере.

В предлагаемых материалах содержится информация об экспериментальном определении расхода сыпучих материалов в реальном масштабе времени. Определение расхода проводилось в условиях лабораторных исследований. Поток сыпучего материала формировался с использованием вертикального цилиндрического бункера с донным отверстием круглой формы. Непрерывное определение массы бункера и находящегося в нём сыпучего материала при истечении сыпучего материала осуществлялось измерительным каналом, состоя-

шим из тензорезисторного консольного измерительного преобразователя силы, преобразователя сигнала и компьютера. Расход сыпучего материала определялся как отношение изменения общей массы бункера ко времени, в пределах которого произошло изменение массы.

Для решения поставленной задачи использовалась среда визуального программирования LabVIEW. В качестве преобразователя сигнала использовался прибор НВМ WE-2110. Соединение данного прибора с компьютером осуществлялось по последовательному интерфейсу.

С помощью языка программирования LabVIEW была создана программа – виртуальный прибор. Подготовлена функциональная схема работы программы. Созданная программа позволяет находить в реальном масштабе времени мгновенный расход сыпучего материала, средний расход за весь период процесса истечения, а также продолжительность всего процесса истечения. Кроме того программа позволяет измерять текущую массу сыпучего материала в бункере при истечении сыпучего материала. Пользователь имеет возможность изменять интервал времени измерения расхода, даже после начала работы программы и фиксировать происходящие при этом изменения. Получаемые данные могут быть использованы для оценки стабильности потока сыпучего материала при истечении его из бункера.

Проведённые измерения массового расхода зернового сыпучего материала при истечении из бункера показали, что предложенная система обеспечивает измерение расхода в диапазоне $\pm 1\%$ от номинального расхода.

Ключевые слова: зерновой сыпучий материал, расход сыпучего материала, бункер, измерение, мгновенный массовый расход.

УДК 62-19

ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРСПЕКТИВНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

*Беднарский Д. И., Национальный технический университет Украины
„Киевский политехнический институт”, г. Киев, Украина*

Человечество уже более ста лет реализовывает свою мечту летать. Эта мечта принимала самые, порой причудливые формы, и реализации. Многие из этих воплощений стали классическими, установился подход, появились традиции. Что, несомненно, является причиной повышения качества, как производства аппаратов, так и самой воздушной техники, ее характеристик.

Но эта медаль, имеет и обратную сторону, традиция, даже в столь прогрессивной отрасли как авиастроение, является причиной инертности мышления. Остановки поиска новых и более непривычных конструкций летательных аппаратов.

Основними требованиями к современной транспортной авиации являются экономическая эффективность, надежность, применимость, простота. В более широком исследовании этот список можно расширить, а отдельные позиции уточнить.

Используя принципы теории решения изобретательских задач можно перейти к выводам в вопросах о характеристиках и требованиях современных транспортных летательных аппаратах, тем не менее, достаточно интересным и важным.

Соответственно, перспективный транспортный летательный аппарат в виду своей конструкции и использования технологий воздухоплавания должен обеспечивать минимальное энергопотребление для подъема полезной нагрузки на заданную высоту полета.

Надежность перспективного транспортного летательного аппарата вполне может быть обеспечена широким использованием автоматики, и исключением человеческого фактора.

Перспективный транспортный летательный аппарат должен обладать не только свойствами вертолета, способностью приземляться на неподготовленные площадки, но грузоподъемностью и дальностью самолета.

Перспективный авиационный транспорт по своей сути должен быть простым, модульным, разделенным на элементарные конструкционные элементы, достаточно упрощенные для изготовления их с помощью технологий подобных технологии 3D печати.

В виду выше сказанного стоит попытаться найти реализацию перспективного транспортного летательного аппарата, создавая новую технологию и системы соответствующие его определяющим характеристикам.

Ключевые слова: беспилотный перспективный транспортный летательный аппарат.

УДК 681.26:389.1

ОСОБЛИВОСТІ ВАГОВИМІРЮВАЛЬНОЇ АПАРАТУРИ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ В ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

*Зайцев В. М., Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

В Україні на початок 2012 року введені в обіг два нормативно-правові акти, які затверджені Кабінетом Міністрів – технічний регламент (ТР) з підтвердження відповідності обладнання та захисних систем, призначених для застосування в потенційно вибухонебезпечному середовищі і неавтоматичних зважувальних приладів, які гармонізовані з Директивою 94/9/ЕС Європейського Парламенту і Ради Європи від 23.03.94 р.

В роботі розглянуті основні аспекти проектування ваговимірювальної та вагодозуючої апаратури для застосування в вибухонебезпечних середовищах які задовільняють ДСТУ Переліку державних стандартів виконання яких є доказом відповідності вимогам цих двох ТР.

Сучасний рівень вимог до точності датчикової апаратури для використання в комерційних операціях визначається числом повірочних поділок 2000 – 3000 для ваговимірювальних перетворювачів та приведеними відносними похибками 0,01-0,02 % для силовимірювальних перетворювачів.

Цей рівень похибок визначає вимоги до точності електронної перетворюючої апаратури та стабільності параметрів кабельно-комутаційної частини вагових систем.

Використання для забезпечення умов вибухонебезпеки іскрозахисних бар’єрів, які мають в своїй конструкції нестабільні опори або електронні компоненти з неконтрольованими змінами інформаційних потенціалів, приводять до значного зменшення чутливості та додаткових похибок, які не задовільняють вимоги ГОСТів з Переліку .

Розглянуті активні та пасивні шестипровідні логометричні схеми, які реалізують структурні методи забезпечення точності перетворення сигналів тензодатчиків на базі сучасних схемотехнічних рішень сигма-дельта аналого-цифрових перетворювачів та параметрів іскозахистних бар’єрів провідних світових виробників.

Показано, що задовольнити вимоги рівня захисту ExiaIIB для ваг III класу точності з $n=3000$ можливо використанням симметричного живлення мостових схем з різницею потенціалів < 8 В використовуючи активну шестипровідну схему з прецизійними опорами в ланцюгах контролю напруги. При цьому падіння чутливості системи з кількістю датчиків до 8 категорії С3 з робочим коефіцієнтом 2,0 мВ/В та чутливістю перетворення 1,0 мкВ дозволить виконати вимоги ДСТУ EN45501 та ТР на неавтоматичні зважувальні прилади.

Ключові слова: неавтоматичні зважувальні прилади, вибухонебезпечне середовище.

УДК 531.7.08; 621.317

ТЕНЗОРЕЗИСТИВНІ СЕНСОРИ ТИСКУ ДЛЯ НЕСТАЦІОНАРНИХ ТЕМПЕРАТУР

Тихан М. О., Національний університет “Львівська політехніка”, м. Львів, Україна

У численних сучасних технічних системах процес вимірювання тиску супроводжується впливом різко змінної нестационарної температури (контроль тиску у камерах згорання двигунів, відпрацювання виробів аерокосмічного комплексу, наукові дослідження тощо). Через це конструкційні елементи терезистивних сенсорів, якими здійснюють вимірювання тиску, зазнають суттєвих і

змінних в часі термонапружень та термодетформацій. Саме ці фактори є першочерговою причиною значної температурної похибки сенсорів. Тому розроблення способів зменшення такої похибки є вкрай актуальною задачею.

На підставі аналізу впливу нестационарної температури на конструкційні елементи тензорезистивного сенсора тиску пропонується спосіб зменшення його температурної похибки, та подаються розроблені конструкції сенсорів які реалізують такий спосіб. Оскільки зменшення температурної похибки тензорезистивного сенсора реалізується на конструкційному рівні, то пропонується спосіб дозволяє швидкодіюче коригування результату вимірювання тиску.

Ключові слова: тиск, вимірювання, тензорезистивний, сенсор, нестационарна температура, похибка, коригування.

УДК 681.518.3

КОРРЕКЦІЯ ФУНКЦІЇ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПОЛИМЕТРИЧЕСКОЙ ИИС ПО ВСПОМОГАТЕЛЬНЫМ ОТРАЖЕННЫМ СИГНАЛАМ

Чегринец В. Н., ГК «АМИКО», г. Николаев, Украина

Полиметрические системы построены на принципах импульсной рефлектометрии, где используется реакция контролируемой среды на воздействие короткого электромагнитного импульса. Применяются такие системы для измерения уровня, температуры, массы жидких и сыпучих сред.

Рассматриваемый метод является разновидностью структурного метода автоматической коррекции погрешности измерения, при котором корректирующее воздействие на измерительный преобразователь оказывают неинформативные параметры рефлектограммы – вспомогательные отраженные сигналы.

В качестве вспомогательных отраженных сигналов используются отражения от существующих элементов крепления двухпроводной длинной линии датчика, которые далее будем называть *метками*. Поскольку положение меток неизменно, то, проходя через всю цепочку измерительного преобразования, начиная чувствительным элементом датчика и заканчивая АЦП, сигналы отражений от меток несут в себе информацию об искажениях характеристик звеньев этой цепи, которые возникают под влиянием дестабилизирующих факторов.

Задержки меток ищутся по максимуму корреляции сигнала метки и опорного сигнала B , являющегося суммой двух гауссовых импульсов противоположной полярности, разнесенных на величину Δd :

$$B = B_{\max} \left(e^{-\left(\frac{x-d}{\tau}\right)^2} - e^{-\left(\frac{x-(d+\Delta d)}{\tau}\right)^2} \right).$$

Параметры Δd и τ находятся по максимальной схожести с импульсами отражения от меток (рис. 1).

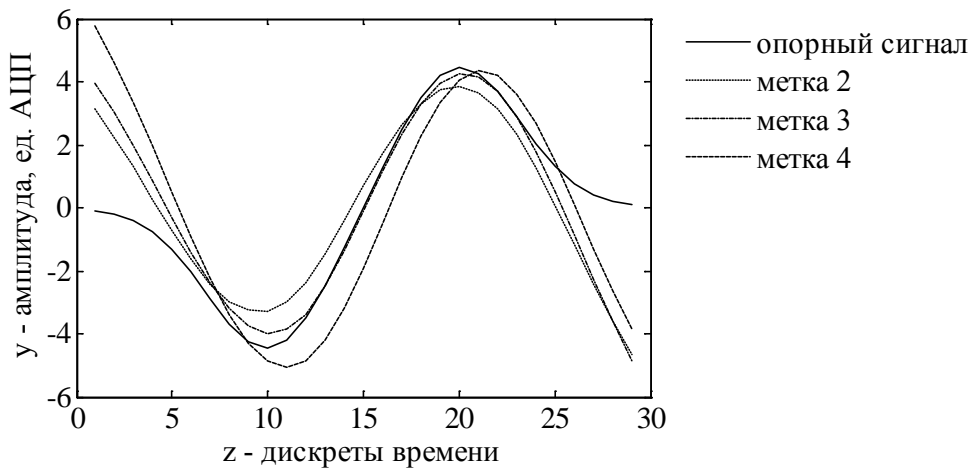


Рис. 1. Опорный сигнал и форма импульса меток в совмещенном масштабе

Точность измерения уровня после такой коррекции возрастает в три раза.

Ключевые слова: ИИС, повышение точности, измерение уровня, рефлектометрия.

УДК 621.317

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ЗМІНИ ТЕМПЕРАТУРИ НА ВЕЛИЧИНУ ПЕРЕДАТНОГО КОЕФІЦІЄНТА П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНОГО ГРАВІМЕТРА

*Безвесільна О. М., Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Для визначення характеристик гравітаційного поля Землі доцільно використовувати авіаційну гравіметричну систему (АГС), чутливим елементом якої є гравіметр. За допомогою АГС можна отримувати гравіметричну інформацію у важкодоступних районах земної кулі значно швидше і з меншими затратами, ніж за допомогою інших гравіметричних засобів або систем.

Однак, як швидкодія існуючих гравіметрів, так і їх точність, недостатні. Більшість із відомих гравіметрів є неавтоматизованими. Обробка результатів вимірювань проводиться після льоту літака на Землі протягом місяців часу, що неприпустимо.

Сьогодні у якості чутливого елемента АГС перспективним вважається використання п'єзоелектричного гравіметра (ПГ), що дозволяє підвищити точність вимірювань прискорення сили тяжіння до 0,1 мГл і значно збільшити швидкодію. Однак, у відомій літературі з гравіметрії не досліджено вплив на роботу ПГ його власних параметрів, які змінюються при дії зовнішнього середовища.

Розглянуто математичну модель п'єзоелектричного гравіметра авіаційної гравіметричної системи. Виведено і проаналізовано передатну функцію гравіметра. Досліджено залежність передатного коефіцієнта п'єзоелектричного гра-

віметра від змін температури навколишнього середовища, проведено відповідне моделювання.

Досліджено вплив на п'єзомодуль та діелектричну проникність п'єзоелемента зміни температури та встановлено, що при зростанні температури значення п'єзомодуля знижується, а діелектричної проникності – зростає.

Проведено моделювання залежності передатного коефіцієнта ПГ від змін температури (від -100°C до $+150^{\circ}\text{C}$) та встановлено спад та приріст відповідно на рівні 8%. Також встановлено, що на висоті, на якій проводяться гравіметричні вимірювання за допомогою ПГ АГС (9-10 км), температура навколишнього середовища практично не впливає на роботу ПГ (призводить до похибки вимірювань 0.08 мГл).

Ключові слова: авіаційна гравіметрична система, п'єзоелектричний гравіметр.

УДК 621.317

МОДУЛЬНЕ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ ТА НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ

Андрєєва О. В., Нечай С. О., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Бурхливий розвиток інтегральних технологій, широке впровадження мікропроцесорних засобів та створення нових інтерфейсів дозволяє сьогодні будувати досконалі вимірювальні комплекси.

Сучасні вимірювальні комплекси передбачають модульний принцип побудови (принцип агрегування з можливістю подальших доробок та розширення функцій). Автоматизація процесу вимірювання також передбачає розподілення функцій обробки, тобто обробку вимірювальної інформації на різних рівнях, починаючи з нижнього (практично в точці її отримання) та закінчуючи верхнім (у центральній ПЕОМ).

Мета обробки на нижньому рівні – це, як правило, захист від завад, підсилення сигналу та перетворення у цифрову форму. Метою наступних етапів обробки є аналіз результатів вимірювання та формування керуючих впливів. Довжина ліній зв'язку для передачі інформації, вимоги до швидкості та надійності її передачі призвели до появи цілих серій цікавих та надійних пристроїв-модулів. Для будь-якої системи вимірювання сьогодні можна підібрати надійні модулі з багатьох пропозицій на ринку електроніки.

Порівняння архітектур традиційних та віртуальних приладів показує, що обидві архітектури використовують аналогічні апаратні компоненти, а основні їх відмінності – це місце зберігання програмного забезпечення та доступність його зміни користувачем. В традиційних вимірювальних приладах програма обробки даних та інтерфейс користувача зашиті у самому приладі і користувач

Секція 4. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ТЕОРІЯ І ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ВИМІРЮВАННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЕЛИЧИН, МІКРО І НАНОПРИСТРОЇВ

не може виконувати вимірювання, які не включені в перелік функцій. Це ускладнює вимірювання за новими стандартами, а також модифікацію самої вимірювальної системи.

У випадку вибору програмованих віртуальних приладів користувачі можуть виконувати нестандартні вимірювання, додавати прилади, канали або вимірювальні функції, а також втілювати нові стандарти (VXI, LXI, AXIe та інші). У досконало спроектованих модульних вимірювальних системах багато компонентів (такі як шасі та джерела живлення) є загальними для різних вимірювальних модулів і не дублюються в кожній апаратній функції. Оскільки модульні прилади спеціально проектуються для інтеграції в систему, вони мають можливості тактування та синхронізації загальними генераторами-задавачами та схемами запуску. Наприклад, з метою забезпечення найвищої точності синхронізації прилади для вузькополосного зв'язку, зв'язку на проміжних (IF) або високих (RF) частотах можуть синхронізуватися між собою з міжприладовим розфазуванням менше ніж 100 пікосекунд (це менше ніж розфазування між декількома каналами одного й того ж приладу).

Модульним вимірювальним приладам потрібні шини з високою пропускною здатністю та скороченим часом затримки їх підключення до центральної ПЕОМ. Звісно, що USB надає у роботі ряд переваг завдяки зручності використання. В той же час PCI and Express забезпечує найбільш високу швидкість у модульних приладах. Сьогодні PCI Express пропонує слоти з пропускною здатністю до 4 Гб/с, а PXI - до 2 Гб/с, тобто у 33 рази більше, ніж високошвидкісний USB, в 160 разів більше, ніж 100 МБ/с Ethernet (і навіть у 16 разів більше порівняно з новим, що розвивається, гігабітним Ethernet).

Таким чином, комбінація гнучкого програмного забезпечення, що визначається користувачем, та масштабованих апаратних компонентів є основою побудови сучасних вимірювальних комплексів.

Ключові слова: вимірювальні прилади, вимірювальні комплекси, модулі.

УДК 681.2:532.13

ОДНОЧАСНЕ ВИМІРЮВАННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ БІНГАМІВСЬКИХ РІДИН ГІДРОДИНАМІЧНИМ МЕТОДОМ

*Крих Г. Б., Матіко Г. Ф., Національний університет "Львівська політехніка",
м. Львів, Україна*

Серед методів вимірювання реологічних параметрів, що може бути теоретично обґрунтований для різноманітних неньютонівських рідин, зокрема в'язкопластичних, в широкому діапазоні швидкостей зсуву і температур, особливої уваги заслуговує гідродинамічний метод. Цей метод базується на залежності характеристик руху рідини в чутливих елементах від її властивостей. Чутливими елементами гідродинамічних перетворювачів є циліндричні трубки з круглим або кільцевим перерізом.

Для вимірювання параметрів неньютонівської рідини застосовують вимірювальні перетворювачі з мостовою схемою ввімкнення чутливих елементів, що

працюють в режимі постійної витрати і забезпечують зменшення або й повну компенсацію деяких систематичних складових похибок вимірювання.

Одна із схем мостового перетворювача з різнотипними чутливими елементами показана на рисунку. Для одночасного вимірювання пластичної в'язкості η і граничного напруження зсуву τ_0 бінгамівської рідини необхідно застосувати не менше двох послідовно з'єднаних мостових перетворювачів з чутливими елементами із різними конструктивними характеристиками.

Визначити реологічні параметри рідини за перепадами тиску у вихідних діагоналях мостових перетворювачів

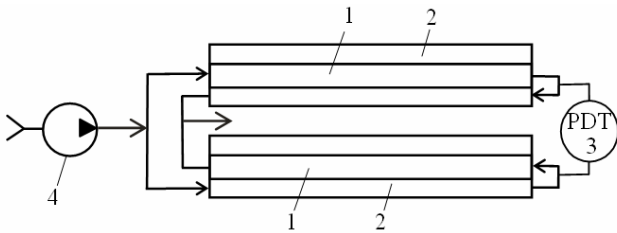


Рис. 1 Схема мостового гідродинамічного перетворювача: 1 – трубки з круглим перерізом; 2 – трубки з кільцевим перерізом; 3 – дифманометричний перетворювач; 4 – задавач витрати.

в явному вигляді не вдається. Це зумовлено тим, що витратні характеристики мостових перетворювачів є нелінійними, і для знаходження вказаних параметрів необхідно розв'язувати систему нелінійних рівнянь.

Запропонована методика, за якою значення η і τ_0 отримують в

результаті вирішення оптимізаційної задачі. Знайдені значення η і τ_0 забезпечують мінімум вибраного критерію оптимальності, наприклад - суми квадратів відхилень між виміряними і розрахованими значеннями перепаду тиску в діагоналях всіх мостових перетворювачів.

Похибка визначення η і τ_0 при швидкостях зсуву $500 \div 1000 \text{ с}^{-1}$ для бінгамівських рідин з різноманітним співвідношенням в'язкісних і пластичних властивостей не перевищує 10%.

Ключові слова: неньютонівські рідини, реологічні параметри, гідродинамічний мостовий перетворювач.

УДК 681.586

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИХ АКСЕЛЕРОМЕТРІВ З БІМОРФНИМ П'ЄЗОЕЛЕМЕНТОМ

Дубінець В. І., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», г. Київ, Україна

Достовірність та точність вимірювань, а отже у подальшому і коректність діагностичної інформації багато в чому визначаються якістю вимірювальних каналів. Першою ланкою будь-якого вимірювального каналу, призначеного для вимірювання прискорення, є віброакселерометр. При розробці і виготовленні віброакселерометрів необхідно забезпечити мінімальну залежність їх параметрів від різних видів зовнішніх негативних впливів: температури, магнітних і електричних полів, промислових перешкод і наведень, ударних навантажень, радіаційного опромінення, проникнення вологи і газів.

Досліджувались ПА з біморфним чутливий елементом у вигляді диску із

центральною закріпленням і вплив геометричних параметрів БПЕ на коефіцієнт перетворення та резонансну частоту.

Для досягнення поставленої мети потрібно було вирішити наступні задачі:

- дослідити вплив зовнішнього діаметру, товщини БПЕ, діаметра струмознімача (опори) на коефіцієнт перетворення акселерометра;
- дослідити вплив зовнішнього діаметру БПЕ і діаметра струмознімача (опори) на резонансну частоту.

Побудована і досліджена математична модель ПА із БПЕ, що дає можливість встановити залежність коефіцієнта перетворення і резонансної частоти від геометричних параметрів ПЕ.

Отримані результати (рис.1) дозволяють підбирати коефіцієнт перетворення і резонансну частоту на етапі проектування, виключаючи експериментальний підхід.

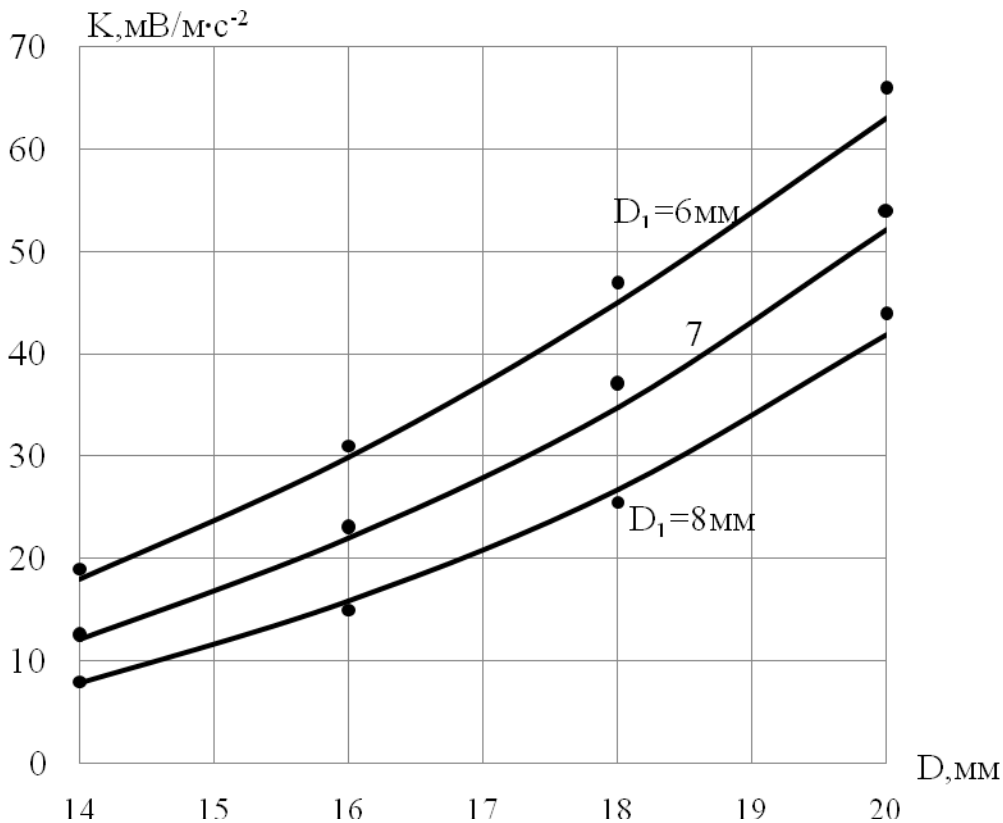


Рис. 1. Залежність коефіцієнту перетворення ПА від діаметру БПЕ:

- - експериментальні дані; — - теоретичні дані

Результати розрахунку біморфних акселерометрів дозволяють оцінювати характеристики акселерометрів і можуть бути використані при їх проектуванні. Робота виконана в рамках НДКР 0110 У 0003434 на базі НВФ «Промвітех» Україна.

Ключові слова: біморфний чутливий елемент, акселерометр.

УДК621.83

ФОРМУВАННЯ НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ПРЕЦИЗІЙНИХ ПРИВОДІВ ПРИЛАДІВ

*Матяш І. Х., Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Властивості прецизійних приводів характеризують різні динамічні показники, які впливають на рівномірність руху, діапазон регулювання швидкостей, точність обробки сигналів і швидкодії.

На сьогоднішній день методика аналізу і синтезу динаміки приводів розроблена недостатньо. Відсутність такої методики часто призводить до похибок, які важко усунути на практиці.

Центральне місце при аналізі динаміки привода займає математичний опис динамічної системи.

При зовнішньому описі чи описі типу «вхід-вихід» динамічна система розглядається як єдина структурна одиниця, що описується диференціальними рівняннями достатньо високого порядку. За допомогою перетворення Лапласа для такої системи визначають передаточну функцію, а потім і інші характеристики в частотній або часовій області.

Динамічні властивості привода досліджуються на основі еквівалентної динамічної системи, яка в достатній мірі наближається до реальної.

Еквівалентна механічна система складається з концентрованих мас, що обертаються і пружних елементів, що сполучають їх, які мають жорсткість, але позбавлені мас. Дана система представлена у вигляді послідовного з'єднання елементарних ланок.

В розробленій схемі моделі прецизійного приводу приймаємо вали, опори, зубчаті колеса, муфти і т.д. абсолютно невагомими. Інерційність даних елементів враховується диском на вихідному валу, що імітує моменти інерції усіх попередніх елементів, а також наступних. Розроблена модель включає: кути повороту вхідного і вихідного валів; коефіцієнт жорсткості неінерційного пружного елемента; елемент, що характеризує наявність внутрішніх сил в'язкого тертя в пружному елементі; неінерційний елемент, що характеризує люфт в зачепленні, який може змінюватись в залежності від кута повороту; неінерційний елемент в зачепленні з передаточним числом більшим 1; момент інерції на вхідному валу ланки, який може включати в себе момент інерції шестерні і зубчатого колеса, муфт і т.д..

На основі даної схеми розроблена математична модель роботи прецизійного приводу в динамічному режимі.

Ключові слова: привод, елементи, математична модель, передаточна функція, маса, жорсткість.

УДК 621.317

РІВНЯННЯ РУХУ І БЛОК-СХЕМА СИСТЕМИ НАВІГАЦІЇ АВІАЦІЙНОЇ ГРАВІМЕТРИЧНОЇ СИСТЕМИ

Безвесільна О. М., Нечай С. О., Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Розрізняють три основних типи систем навігації (СН) для літаків:

1) що вимірюють прискорення або швидкість об'єкта і, таким чином, визначають поточне положення (системи інерціальної навігації, доплерівські навігаційні системи);

2) в яких положення об'єкта визначається безпосередньо за допомогою зовнішніх джерел інформації (наземні або супутникові радіонавігаційні системи);

3) які є комбінацією двох попередніх типів систем.

Точнісні вимоги сучасних СН цілком задовольняють вимогам авіаційних гравіметричних систем (АГС). Тому за джерело навігаційної інформації АГС у подальшому вважатимемо СН. Розглянемо рівняння руху і побудуємо блок-схему такої СН (рис. 1).

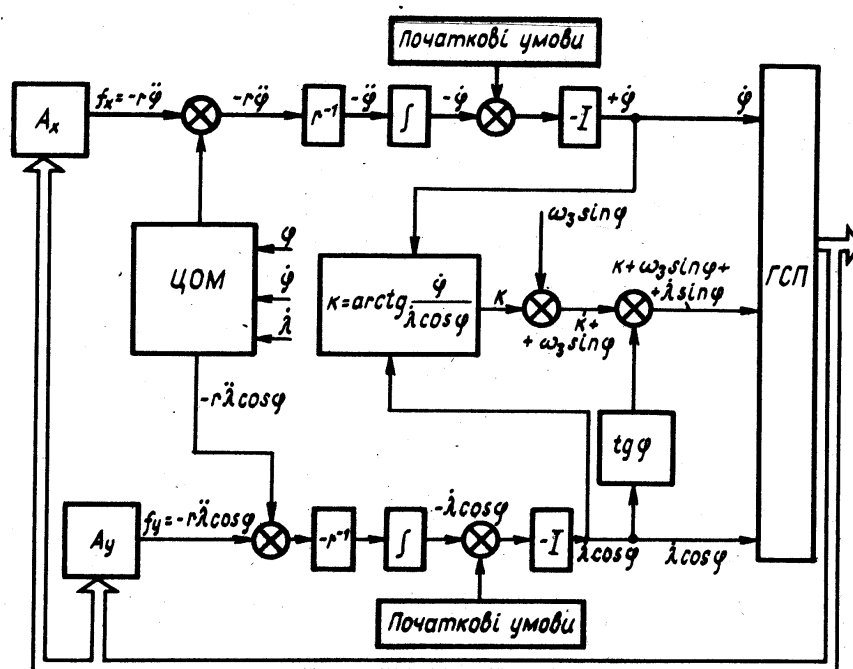


Рис. 1. Схема системи інерціальної навігації АГС.

Звернувшись до рис. 1, бачимо, що виміряні вихідні сигнали акселерометрів після ділення на $r-1$, інтегрування, врахування початкових умов, зміни знаку є кутовими швидкостями відносно північної і східної осей: $\omega_x = \dot{\varphi}$, $\omega_y = \dot{\lambda} \cos \varphi$. Помноживши ω_y на $\sec \varphi$ і проінтегрувавши результат, дістанемо довготу λ (з урахуванням заданого початкового значення довготи). Проінтегрувавши ω_x та з урахуванням заданого значення широти, дістанемо широту φ . Добутки ω_x , ω_y

на г відповідають північній та східній складовим швидкості літака. Результати наведених операцій надходять у БЦОМ.

Ключові слова: авіаційна гравіметрична система, система навігації.

УДК 65.011.56:658.524

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНОГО ЧИСЛА МНОГОКРАТНЫХ ДВУХПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Копп В. Я., Балакин А. И., Волошина Е. А., Севастопольский национальный технический университет, г. Севастополь, Украина

Во многих случаях для повышения точности процесса контроля целесообразно использовать многократные измерения. Использование данного метода ведет к снижению производительности, т.о. их число следует выбирать минимальным для обеспечения требуемой точности. Это минимально необходимое число должно обеспечивать требуемую доверительную вероятность, попадания результатов измерения в заданный интервал, а для определения указанной вероятности необходимо знать вид плотности распределения погрешности СИТ. Вид плотности распределения определяется на основе анализа дифференциальной энтропии, двумерной случайной величины, сосредоточенной на ограниченной области.

Формализованная задача имеет вид определить максимум функционала

$$\max \rightarrow \left\{ \overset{\beta}{\underset{-\beta-\alpha}{I}}_{\text{ред}} = - \int \int p(x, y) \cdot \ln p(x, y) \cdot dx \cdot dy \right\}, \text{ при условиях: } \int \int p(x, y) \cdot dx \cdot dy = 1,$$

$$\int \int x^2 p(x, y) \cdot dx \cdot dy = \mu_{20}[x, y], \int \int y^2 p(x, y) \cdot dx \cdot dy = \mu_{02}[x, y],$$

$$\int \int x y p(x, y) \cdot dx \cdot dy = \mu_{11}[x, y], \text{ где } \mu_{02}[x, y], \mu_{20}[x, y], \mu_{11}[x, y] \text{ – центральные}$$

моменты второго порядка случайных величин.

Решая поставленную задачу, определяется вид двумерной плотности распределения на основе, которого строится алгоритм выбора оптимального числа многократных измерений приведенный ниже.

1. решается задача при заданных исходных условиях, если доверительная вероятность попадания результата измерений в требуемый интервал $P_{\text{д}} \geq \text{D}_{\text{с}}$. Процесс закончен.

2. Если $P_{\text{д}} < \text{D}_{\text{с}}$ то дисперсии по каждому параметру уменьшаются на заданные величины, которые в общем случае различны, и снова решается поставленная задача. Процесс продолжается до тех пор пока не будет выполнено условие $P_{\text{д}} \geq \text{D}_{\text{с}}$.

3. Число многократных измерений выбирается как максимальные из

следующих значений $n_1 = \sigma_{x\zeta}^2 / \sigma_x^2$, $n_2 = \sigma_{y\zeta}^2 / \sigma_y^2$

В докладе приводится пример расчета, обеспечивающий оптимальный выбор числа многократных двухпараметрических измерений.

Ключевые слова: многократные измерения, дифференциальная энтропия.