

СЕКЦІЯ 4

ТЕОРІЯ І ПРОЕКТУВАННЯ НАНОПРИЛАДІВ І СИСТЕМ ВИМІРЮВАННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЕЛИЧИН І НАНОПЕРЕМІЩЕНЬ

УДК 62.526.001.32

МЕТОД СИНТЕЗУ ПАРАМЕТРІВ СИЛОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ

Задорожний І.С., Задорожний В.І., Східноєвропейський університет економіки і менеджменту, м. Черкаси, Україна

Створення сучасних навігаційних комплексів 5-го покоління для засобів цілодобового пошуку наслідків надзвичайних ситуацій (техногенних і екологічних катастроф) вимагає підвищення точності систем керування (СК) (похибка 5-20 кут.с). Елементами СК є високошвидкісні електричні двигуни, з'єднані з навантаженням силовим редуктором. В існуючих методах редуктор розглядається як елемент, похибками якого нехтують. Проте, аналіз точності редуктора показує, що для кожного колеса характерні похибки, пов'язані з технологією виготовлення коліс (кінематичні похибки), і похибки профілю зуба (циклічні похибки), амплітуди яких можуть досягати декількох десятків кутових хвилин. У відомих роботах розглянуті причини виникнення кінематичних і циклічних похибок коліс редуктора, проте, вони не дають відповіді на питання - з яким достатнім ступенем точності необхідно виготовляти колеса редуктора для забезпечення точності СК.

Метою даних досліджень є розробка методу визначення ступеня точності коліс редуктора виходячи з умов забезпечення необхідної точності СК. Відомо, що кінематична похибка колеса є щонайбільшою похибкою кута повороту зубчастого колеса в межах обороту, характеризується амплітудою і визначається частотним спектром. Амплітуда визначається ступенем точності виготовлення колеса і регламентується стандартами. Другою характеристикою кінематичної похибки в СК є проява частоти. Циклічна похибка характеризує неплавність руху колеса і визначається точністю зубів колеса і має залежність, близьку до гармонійної.

В даній роботі показано, що складові похибки мають закон, близький до гармонійного, і впливають на замкнену систему як внутрішнє збурення з певною амплітудою і частотою спектру. Смуга пропускання частот замкненої СК розраховується з умови відробітку керуючих дій певної амплітуди і частоти. СК здатна відпрацювати складові кінематичних і циклічних похибок, частота яких менше частоти зрізу замкненої системи, що знижує вимоги до ступеню точності коліс механічної передачі.

Експериментальні перевірки запропонованого методу проводилися для СК з редукторами замкнених і розімкнених зворотним зв'язком. Згідно методикою,

похибка СК, викликана кінематичними і циклічними похибками, не повинна перевищувати 4 кут.с на максимальній робочій швидкості супроводу, що потребує виготовлення коліс, розташованих ближче до навантаження, - 8-ого ступеню точності; для коліс, розташованих ближче до виконавчого двигуна, - 5-ого ступеню точності; у разі не обхвату редуктора зворотним зв'язком - 4-й ступінь точності для всіх коліс.

Ключові слова: система керування, редуктор, кінематичні, циклічні похибки, зворотний зв'язок.

УДК 681.2: 532.137

ГІДРОДИНАМІЧНА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РІДИН

Древецький В.В., Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

Принцип дії інформаційно – вимірювальної системи (ІВС) ґрунтується на гідродинамічному методі вимірювання таких фізико-механічних параметрів, як густина, динамічна і кінематична в'язкість рідин.

Первинний перетворювач ІВС виконаний в виді симетричної гідравлічної мостової схеми з перехрестним з'єднанням двох ламінарних дроселів (довгих капілярів) і двох турбулентних дроселів (діафрагм).

При вимірюванні використовується зрівноваження дросельної мостової схеми (ДМС) шляхом зміни об'ємної витрати рідини через неї. В момент рівноваги ДМС значення об'ємної витрати прямо пропорційне значенню кінематичної в'язкості, а загальний перепад тиску на гідравлічному мосту прямопропорційний добутку кінематичної на динамічну в'язкість рідини. Коефіцієнти пропорційності визначаються тільки конструкцією і геометричними розмірами дроселів, тому по виміряним значенням об'ємної витрати і перепаду тиску на ДМС можна визначити динамічну і кінематичну в'язкість, а також густину рідини.

Розроблено методику і програму розрахунку геометричних розмірів ламінарних і турбулентних дроселів для вибраних діапазонів вимірювання в'язкості і густини рідини. Проведено теоретичні і експериментальні дослідження статичних і динамічних характеристик ІВС з слідкуючим статичним зрівноваженням.

В якості генератора витрати в ІВС використовується шестерінчастий насос з жорсткою напірною характеристикою, який приводиться в дію регульованим електроприводом. В вимірювальну діагональ ДМС ввімкнено дифманометр, сигнал з якого поступає в автоматичний регулятор. При відхиленні ДМС від стану рівноваги, автоматичний регулятор змінює швидкість обертання насоса в напрямі зрівноваження моста. В момент рівноваги на мікропроцесор одночасно поступає сигнал з регулятора швидкості обертання насоса, який пропорційний об'ємній витраті, а також сигнал з дифманометра, який вимірює загальний перепад тиску на ДМС. На основі відомих значень конструктивних параметрів

дроселів і вимірних значень об’ємної витрати і перепаду тиску, мікропроцесор веде розрахунок фізико-механічних параметрів рідин, які відображаються на цифровому дисплеї реєструючого приладу.

Значення основної похибки вимірювання кінематичної в’язкості і густини не перевищує 2,5%.

Ключові слова: гідродинамічний дросель, мостова схема, кінематична в’язкість, густина.

УДК 531

ОСОБЛИВОСТІ КОНТРОЛЮ ГЕОМЕТРИЧНИХ РОЗМІРІВ ПРЕЦИЗІЙНИХ ДЕТАЛЕЙ ГАЗОТУРБІННИХ СТАНЦІЙ

¹⁾Налісний М.Б., ²⁾Борковська Л.О., ²⁾Борковський О.В., ¹⁾УМГ “ЧЕРКАСИТРАНСГАЗ”,
м Черкаси, Україна; ²⁾НАУ, м. Київ, Україна

Аналіз існуючих методів автоматичного контролю деталей з складними просторовими поверхнями в умовах гнучких виробничих систем показав, що функція контролю приймає новий зміст і особливе значення. Координатно-вимірювальні машини та роботи з найбільшою перевагою задовольняють вимогам енергомашинобудування, в яких реалізується інтелектуальна функція обробки вимірювальної інформації, а також функції адаптації та навчання.

Розробити високоточний алгоритм вимірювання складної просторової поверхні на прецизійній координатно-вимірювальній машині на прикладі турбінної лопатки газотурбінних станцій з визначенням кількості точок вимірювання при заданій вірогідності та визначити похибку вимірювання.

Задача розробки алгоритму є достатньо складною, оскільки вимагає врахування завад при коливанні механічної частини координатно-вимірювальної машини та точності позиціонування вимірювального датчика.

Положення і форма складних профілів та поверхонь задаються набором значень координат точок щодо базових поверхонь, якими звичайно є прості граничні поверхні деталі, що містить дану складну поверхню або профіль. Для контролю відхилення від форми та розташування поверхні повинні бути відомі напрями нормалі до кожної точки номінального положення профілю поверхні.

Розмір турбінної лопатки визначається по координатах глобальних екстремумів поверхні на заданих ділянках S_e . Геометрична складова похибки вимірювання характеризується дисперсією відновлення глобальних екстремумів на цих ділянках функцій поверхні.

Для вимірювання геометричних розмірів отримують вимірювальну інформацію, по яким будують ізометрію зображення з обмежених ділянок її поверхні – інформаційних зон.

В якості геометричний центру зони вибрана точка вимірювання з околom, яка визначається аналогічно шорсткості та прийнято п’ять періодів високоча-

стотних нерівностей поверхні. Якщо $z = z_j(x, y)$ – функція, що описує поверхню вимірювальної турбінної лопатки ($j=1, 2, \dots, N$) у вибраній декартовій системі координат, $z_j \in [z_0]$. Лінійний розмір деталі визначається як відстань між заданими ділянками паралельних плоскостей, дотичними z_j та перпендикулярних заданій прямій (лінії вимірювання).

Вибираючи систему координат так, щоб вісь z була паралельна цій прямій, отримуємо, що вказані точки дотику є глобальними екстремумами функції z_j на цих ділянках.

Розмір турбінної лопатки визначається по координатам глобальних екстремумів поверхні на заданих ділянках S_e . Геометрична складова похибки вимірювання характеризується дисперсією відновлення глобальних екстремумів на цих ділянках функцій поверхні.

Математичне сподівання дисперсії відновлення функції поверхні турбінної лопатки із множини $\{z_0\}$ на відповідних ділянках є:

$$\sigma_m^2 = \int_S \varphi(x_m, y_m) \sigma_p^2 dx_m dy_m \frac{\Delta y}{\Delta x}, \text{ де } \sigma_p^2 = \lim \frac{1}{N} \sum E_{ji} - \text{дисперсія відновлення}$$
 функції,

E_{ji} – енергія частот функції поверхні,

$j=1, 2, \dots, k, i=1, 2, \dots, q,$

$\varphi(x_m, y_m)$ – функція щільності розподілу імовірності координат глобального екстремуму.

Необхідна кількість точок вимірювання визначається цілою частиною:

$$K = \inf \left[\frac{\sigma_m^2}{\sigma_l^2} \right], \text{ де } \sigma_m^2 - \text{сумарне значення дисперсії, } \sigma_l^2 - \text{оцінка дисперсії}$$

глобального максимуму.

Розроблений алгоритм високоточного автоматизованого вимірювання турбінних лопаток на координатно-вимірювальній машині та визначена кількість точок вимірювання по математичній моделі. Розроблена математична модель погрішності вимірювання турбінної лопатки.

Ключові слова: турбінна лопатка, геометричні розміри, відновлення функції, складні поверхні.

Література

1. Гапшис А.А., Каспарайтис А.Ю., М.Б. Модестов, Раманаускас З.А., Серков Н.А., Чудов В.А. Координатные измерительные машины и их применение. - М.: Машиностроение. – 1988. – 328 с.
2. Фокс А. Пратт М. Вычислительная геометрия.. - М.: Мир, 1982. - 304 с.
3. Юнусов Ф.С. Формообразование сложногопрофильных поверхностей шлифованием. - М.: Машиностроение, 1987. – 248 с.

УДК 531

ІНФОРМАЦІЙНО–ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА БЕЗКОНТАКТНИХ

ВИМІРЮВАНЬ ВНУТРІШНІХ ЛІНІЙНИХ РОЗМІРІВ ДЕТАЛЕЙ

Задорожній Р.О., Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

На використанні сучасних засобів вимірювання лінійних розмірів ґрунтується забезпечення високої якості виробництва та експлуатації сучасних авіаційних двигунів, турбінних лопаток і гелікоптерних лапастей. Вимірювання товщини стінок та сертифікація охолоджуваних турбінних лопаток, сучасних авіаційних двигунів неможливо виконати традиційними методами і засобами вимірювання. Для підвищення рівня розробок і впровадження нових технологій доцільно без руйнування визначити геометрію внутрішньої поверхні виробу аналогу, що випускають конкуренти з використанням альтернативних технологічних прийомів.

Для вирішення вказаної задачі необхідно розробити інформаційно–вимірювальну систему безконтактних вимірювань внутрішніх лінійних розмірів деталей на основі рентгенівської комп'ютерної томографії. Комп'ютерний томограф здатний якісно дослідити внутрішню просторову структуру деталей будь якої складності. В отриманих томограмах складна внутрішня структура деталі відтворюється без накладання як на кресленні перерізу, а матеріали різної густини та складу чітко розрізняються.

Розміри площин чи стінок можуть бути виміряні з точністю більше ніж 0,05 мм. В загальному випадку абсолютна похибка вимірювань внутрішніх лінійних розмірів деталей залежить від “рентгенопрозорості” об'єкту вимірювання, інтенсивності і розмірів фокусного п'ятна джерела випромінювання та часу вимірювання (накопичення квантів), але не перевищує 10^{-4} від діаметру томограми.

Спеціальні статистичні методики та врахування систематичних складових похибок дозволяють підвищити точність вимірювання лінійних розмірів до 5 разів тобто 2×10^{-5} від діаметру томограми.

Отримання томограми деталі на вибраному рівні базується на виконанні слідуєчих операцій:

- формування потрібної ширини рентгенівського променя;
- сканування деталі пучком рентгенівського випромінювання;
- вимірювання випромінювання та визначення його послаблення з послідуєчим перетворенням результатів в цифрову форму;
- комп'ютерний синтез томограми по сукупності даних вимірювання що відносяться до вибраного перерізу;
- побудова зображення досліджуваного перерізу.

Необмежений час зберігання цифрових томограм створює принципово нові можливості проведення кількісних досліджень малих змін розмірів на протязі всього життєвого циклу відповідальних деталей.

Ключові слова: інформаційно–вимірювальна система, комп'ютерний томограф, точність вимірювання.

УДК 531

АДАПТИВНИЙ СИНТЕЗ ІНФОРМАЦІЙНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ КОНФІГУРАЦІЇ ВИМІРЮВАЛЬНИХ РОБОТІВ

Кочеткова О.В., Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

Моделювання інтелектуальних вимірювальних роботів є новою галуззю наукового пізнання, що досліджує залежність представлень в розподілених системах, теорію нечітких представлень, теоретичні і реалізаційні основи побудови баз даних і знань систем адаптивного синтезу інформаційно-обчислювальних конфігурацій роботів.

Процес формування знань не завершується на етапі розробки системи адаптивного синтезу інформаційно-обчислювальної конфігурації вимірювального роботу, формування бази даних і бази знань. В даному інформаційному середовищі у процесі експлуатації системи накопичуються знання необхідні для функціонування системи в заданому режимі та при цьому накопичується досвід обходу вимірювальної деталі по поверхні. База знань дозволяє обробити інформацію про випадкові зв'язки між подіями в системі, а знання, що отримані в процесі навчання, використовуються системою керування.

Використання експертних систем (ЕС) дозволяє оперативно аналізувати отриману системою інформацію, видавати рекомендації про можливості усунення несправності, враховувати нелінійності і невизначений характер процесів, що в них протікають, приймати оптимальні рішення. Впровадження нових інформаційних технологій оснований на “м'яких” обчисленнях (нечіткій логіці, нейронних мережах, генетичних алгоритмах) з адаптацією в середовищі гібридних динамічних ЕС дозволяє їм при рівних обчислювальних можливостях із звичайними ЕС охоплювати більш широкий спектр задач. Обчислювальна потужність ЕС визначається в першу чергу накопичуванням бази знань, що зберігає еталонні дані математичної моделі. Сучасні гібридні ЕС дозволяють оперувати нечіткими визначеннями та більш ефективно використовувати і зберігати отримані знання, що дають можливість значно спростити процес створення гнучкої системи.

При рішенні складних комплексних задач контролю параметрів об'єктів в якості динамічних баз ЕС можуть успішно використовуватися нейронні мережі для розв'язання задач в області вимірювальних систем.

Вони дозволяють отримувати на практиці додаткові переваги: декомпозицію складного просторового об'єкту на ряд простих об'єктів, що аналітично описуються; створювати самонастроювану адаптивну систему та забезпечує кращу апроксимацію кусково-неперервних функцій. Структура нейронної мережі може бути оптимізована під вимірювальну задачу по визначенню геометричних розмірів деталей, відхилення від форми та розташування поверхонь.

Ключові слова: нейронні мережі, адаптивна система.

УДК 621.531

ПОБУДОВА ОПТИМАЛЬНОЇ МОДЕЛІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПРИ ВИМІРЮВАННІ В ГОРИЗОНАЛЬНІ ПЛОЩИНІ ОБ’ЄКТІВ

*Руднєва М.С., Іволгіна Т.О., Кочеткова О.В., Національний авіаційний університет,
м. Київ, Україна*

Інформаційні моделі ідентифікації об’єкта використовуються в багатьох галузях дослідження, таких як авіація і космонавтика, фізика, криміналістика, фізіологія, біологія, астрономія та в інших.

В технологічному плані координатно-вимірювальна машина (КВМ) представляє собою складний механізм, який має пристрої управління, електромеханічні елементи, інформаційно-вимірювальні системи. Основною умовою управління КВМ є необхідність реалізувати багатомірний рух по різних осям координат. На практиці існує необхідність виконувати процес ідентифікації та вимірювання при траєкторних переміщеннях вимірювальної головки. Тому актуальною задачею є створення математичної моделі ідентифікації.

В умовах промислового виробництва контрольні операції при вимірюванні залежать від точності переміщення об’єкту та стабілізації вимірювальної головки. Розглянемо рух датчика із індуктивним перетворювачем КВМ в горизонтальній площині по координатам x та y .

Методи ідентифікації системи є гнучким засобом розв’язання багатьох задач в науці та техніці. Для процесу ідентифікації необхідно визначити та сформулювати модель або декілька моделей. Цим процесом може керувати особа, що приймає рішення за допомогою числових розрахунків або автоматизованим, із застосуванням сучасних програмних продуктів. В разі об’єднання цих двох способів процес ідентифікації найбільш ефективний.

Якщо застосовується пакет прикладних програм, то ідентифікація здійснюється в наступній послідовності:

- Обробка даних, фільтрація, побудова залежностей;
- Методи параметричної ідентифікації для різних модельних структур;
- Непараметричні методи ідентифікації: розрахунок кореляцій, спектрів, перетворення Фур’є або застосування вейвлет-перетворення;
- Відображення моделі: діаграми, імітаційне моделювання;
- Процедури підтвердження.

Апріорне знання не завжди дає повну інформацію про об’єкт дослідження. Тому необхідно використовувати статистичні методи, які дозволяють використовувати різного роду фільтрів, що представляють по закінченні дослідження надійніші результати про систему.

Наступний етап дає можливість характеризувати декілька моделей та порівняти їх. На цьому етапі знання формальних властивостей моделей необхідно об’єднати з апріорним. Множина моделей, що базуються на законах фізики та математики дають можливість сформувати модель, яка включає в себе ще не

визначені дані. В деяких випадках використовують стандартні лінійні моделі. Визначення на основі спостереження найкращої моделі і є основною задачею при побудові оптимальної моделі. Завершальний етап включає перевірку вибраною моделі та підтвердження її для вирішення конкретної задачі ідентифікації та вимірювання об'єкту зі складною просторовою поверхнею.

Якщо вибрана модель не відповідає оптимальній системі, необхідно визначити причини не оптимальності:

- числовий метод не дозволяє знайти найкращу по вибраному критерію модель;
- критерій вибраний не правильно;
- вибрані моделі не відповідають якості системи;
- апріорні данні не були достатніми для вибору оптимальної моделі.

Перевірка та адекватність моделі можливо представити, якщо подати сигнал вхідний сигнал систему і обрану модель та зрівняти величину вихідного сигналу. Якщо похибка мінімальна, то модель є оптимальною для вирішення цього класу задач.

В координатно-вимірювальних машинах при русі системи відображена точка вимірювання весь час змінює своє місце знаходження в просторі, вимірювальна головка описує криву, яка і визначає траєкторію руху. Дослідження конфігурації вимірювального механізму необхідно для нормального визначення робочої операції. Найбільш відомий метод дослідження конфігураційного простору вимірювального механізму розглядається з застосуванням зміни прийнятих загальних координат з визначенням параметрів відображеної точки.

Ключові слова: координатно-вимірювальна машина, моделі ідентифікації об'єкта.

Література

1. Льюнг Л. Идентификация систем. Теория для пользователя: Пер. с англ. Под ред. Я.З. Цыпкина. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1991. – 432 с.
2. Дистанционно управляемые роботы и манипуляторы / В.С. Кулешов, Н.А. Лакота, В.В. Андрюнин и др.; Под. Ред. Е.П. Попова. – М.: Машиностроение, 1986. – 328 с.

УДК 531.7

СТАБІЛІЗАЦІЯ ТРАЕКТОРНОГО РУХУ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ГОЛОВКИ КООРДИНАТНО-ВИМІРЮВАЛЬНОЇ МАШИНИ

Гумен М.Б., Іволгіна Т.О., Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

При програмному русі динамічного об'єкту по криволінійним траєкторіям виникає похибка, що характеризує відхилення об'єкту керування від заданої траєкторії, причому зі збільшенням кривизни траєкторії ця похибка збільшується. Точність руху на різних ділянках траєкторії, що має неоднакову кривизну, може виявитись суттєво різною. В зв'язку з цим виникає необхідність стабілізації траєкторної похибки.

Одним з підходів до розв’язання даної задачі є введення в систему додаткових зворотних зв’язків, що забезпечують стабілізацію руху за рахунок автоматичної корекції співвідношень між динамічними похибками по окремим координатам або ж корегуючого керування темпом руху в функції від траєкторної похибки. При цьому найчастіше використовують лінійні закони керування швидкістю. Проте виявилось, що залежність траєкторної похибки від швидкості руху нелінійна і замкнена система в такому випадку стає нелінійною. Дана обставина не дає впевненості в тому, що лінійні закони керування швидкістю гарантують стабілізацію траєкторної похибки в достатньо широкому діапазоні зміни кривизни заданих траєкторій та при наявності невизначеності відносно параметрів об’єкту, а задовільних оцінок стійкості таких систем досі не одержано.

Задачу синтезу нелінійного алгоритму стабілізації в динаміці можна представити як кінетичну задачу та задачу стабілізації швидкості руху вимірювального наконечника. При розв’язанні задачі стабілізації, синтезуються нелінійні алгоритми стабілізації і відхилення від цих програмних рухів передбачаються малими.

Розглядаємо задачу стабілізації програмних рухів по прямій та по колу.

Рух вимірювальної головки описується рівняннями

$$\dot{y} = tg\theta; \quad \dot{\theta} = \frac{c}{\cos\theta}; \quad \frac{dc}{dx} = \frac{u}{\cos\theta}; \quad \dot{R} = Rtg\varepsilon; \quad \dot{\varepsilon} = 1 - \frac{Rc}{\cos\varepsilon}; \quad \frac{dc}{d\varphi} = \frac{u}{\cos\theta}.$$

Введемо фазовий вектор $v = [y\dot{y}\ddot{y}]'$ (штрих означає транспонування), тоді рівняння об’єкту керування можна записати в наступному вигляді:

$$\frac{dv}{dx} = Av + Bu \quad (1), \quad \text{де} \quad A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ – матриця системи,} \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \text{ – матриця входу,} \quad v \text{ – вектор стану,} \quad u \text{ – вектор входу.}$$

Константи a, b, d визначаються законом ланцюга зворотного зв’язку $u = k v$ (2), де k – матриця коефіцієнтів підсилення.

Закон зворотного зв’язку (2) може бути знайдений у результаті рішення лінійної квадратичної задачі. Система (1) оптимізується відповідно до квадратич-

$$\text{ного критерію якості} \quad I = \int_0^{\infty} (\dot{v}Zv + ru^2) dx.$$

Ключові слова: координатно-вимірювальна машина, рух вимірювальної головки.

УДК 531.7

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ТОЧНОГО ПОЗИЦІЮВАННЯ ОПТИЧНОЇ ГОЛОВКИ ПРИ ГРАВІРУВАННІ

*Квасніков В.П., Шевченко Ю.Б., Шевченко Б.Д., Національний авіаційний університет,
м. Київ, Україна*

В наш час лазерні технології стрімко впроваджуються в промислове виробництво, витісняючи традиційні методи обробки матеріалів. За останні роки системам різання, зварювання та маркування на основі лазерів віддається перевага в усьому світі. Впливаючи безпосередньо на поверхню оброблюваного виробу, лазерне випромінювання може викликати зміну структури матеріалу, розплавляти й випаровувати поверхневі шари, зміцнювати поверхню деталей, різати різні матеріали. Впливу цього "інструменту" не можуть протистояти навіть надтверді та оптично прозорі матеріали.

Технологія лазерного гравірування має наступні переваги:

- високі швидкості маркування;
- відсутність механічного впливу на виріб;
- легкість керування та можливість автоматизації процесу маркування;
- екологічна чистота процесу, що виключає застосування фарб, хімічних реактивів і агресивних середовищ;
- короткий технологічний цикл виробництва;
- відсутність складного технологічного оснащення й видаткових матеріалів.

Принцип дії: сфокусований лазерний промінь спрямовується на поверхню виробу, що маркується. Завдяки гарному фокусуванню променя та незначній тривалості мікроімпульсів випромінювання в зоні впливу променя на матеріал вдається встановити виділення високої потужності. Це приводить до миттєвого розплавлення матеріалу та його частковому випаровуванню, утворенню зони термічного впливу. При цьому на поверхні, що маркують, утвориться мікролунка. При русі променя лазера, що працює в імпульсному режимі, по поверхні виробу з окремих лунок утвориться лінія - це і є процес лазерного гравірування. Через локальний вплив променя лазера на матеріал навколишні зони практично не нагріваються, тому не відбувається деформацій або інших порушень форми виробу, що маркують.

На якість обробки впливає велика кількість факторів, включаючи потужність лазерного випромінювання, товщини матеріалу, фокусування та істоти руху. Як правило, якість системи приводів подач багато в чому обумовлює кінцеву якість оброблених деталей. У випадку, якщо в процесі виробництва час виготовлення критичний та система подач відпрацьовує складну траєкторію на великій швидкості, а вимоги до точності високі – необхідні додаткові засоби регулювання в системі керування.

У технологічних комплексах лазерного гравірування в основному використовуються два типи систем руху для позиціонування променя на поверхні деталі:

системи, що сканують та системи на основі взаємоперпендикулярних лінійних координат. Швидкість обробки висока та досягає 40...80 м/хв, то виникають похибки в позиціюванні променю.

Похибки, що виникають у системі подач при русі, можуть бути обумовлені різними факторами, але найбільш значні з них виникають при розгоні або гальмуванні двигунів подач. Відбувається це внаслідок того, що завдання по положенню змінюється швидше, ніж система може реагувати. При цьому варто пам'ятати, що прискорення змінюється не тільки на початку або кінці переміщення, але й при будь-якій зміні швидкості подачі, наприклад при русі по криволінійному контуру.

Під час руху по круговій траєкторії доцентрове прискорення є основним чинником виникнення похибки переміщення, особливо при відпрацьовуванні траєкторій кіл малого діаметру.

Виходячи із цього, для зменшення доцентрового прискорення необхідно або збільшити радіус траєкторії руху, або зменшити тангенціальну швидкість. Оскільки траєкторія руху визначена заздалегідь і радіус не може бути змінений без зміни траєкторії, то для зменшення доцентрового прискорення варто зменшити тангенціальну швидкість на стільки, щоб похибка була нижче встановленої межі. Контролер адаптивного керування порівнює розраховане значення доцентрового прискорення переміщення, перше ніж воно буде виконане й порівнює його із заздалегідь визначеним порогом. Коли це значення перевищить поріг, контролер зменшить тангенціальну швидкість, а отже й доцентрове прискорення.

Обмеження по прискоренню може також використатися для усунення помилок між двома нетангенціальними лінійними сегментами, або кутами, коли швидкість руху повинна підтримуватися постійною. У цьому випадку контролер розраховує прискорення необхідне для переміщення із заданою швидкістю, порівнює його із заданим значенням.

Ключові слова: лазерне гравірування.

Література

1. Котлярів В.П., Коваленко В.С. Особенности разработки лазерных технологических процессов // Применение лазеров в народном хозяйстве. – М.: Наука. – 1985.
2. Реди Дж. Промислові застосування лазерів.- М.: Мир. –1981.
3. Jim Johnston, Brian Cox. Industrial Laser Solutions. September. – 2005.

УДК 531

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ МІКРОКОНТРОЛЕРНИХ ПРИСТРОЇВ, ЩО ЖИВЛЯТЬСЯ З ШИНИ ЗВ'ЯЗКУ

Лобус Р.С., Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

Сучасна тенденція розвитку систем управління, приладів вимірювальної техніки полягає в розширенні функціональних можливостей приладів, підвищенні

точності вимірювань, швидкодії, та зменшення собівартості. Це досягається за допомогою використання мікроконтролерів.

В багатоконтролерних системах виникає потреба організації зв'язку між окремими контролерами. Кабель, що з'єднує блоки контролерів, крім шини зв'язку повинен мати у своєму складі і шину живлення блоку. Ці аспекти зумовлюють багатожильність з'єднального кабелю, що є дуже небажаною частиною системи, особливо, якщо приєднаний таким чином контролер знаходиться у русі.

Постановка задачі. Необхідно зменшити кількість з'єднальних ліній між окремими контролерами шляхом інтеграції шини живлення в шину зв'язку – створити мультишину.

Пропонуються схеми з'єднання мікроконтролерів з мінімальною кількістю з'єднальних ліній:

- з використання діодного мосту;
- з використання захисних діодів мікроконтролеру.

Розглянуті алгоритми передачі даних по запропонованій мультишині:

- симплексного зв'язку в направленні приєднаного контролеру;
- симплексного зв'язку в направленні від приєднаного контролеру;
- напівдуплексного зв'язку;
- дуплексного зв'язку.

Переваги та недоліки використання мультишини

Переваги	Недоліки
- полегшується апаратна розробка пристроїв з окремими модулями, що знаходяться у русі - збільшення надійності з'єднання рухомих контролерів - можливе автоматичне перезавантаження приєднаного контролера при його “зависанні”	- зниження швидкості передачі даних - зниження стабільності напруги живлення приєднаного контролера - обмеження сили току споживання приєднаним контролером - можливий збій роботи приєднаного контролера при “зависанні” основного

Використання мультишини дає значні переваги тільки в контролерних системах, частини яких знаходяться у русі одна від одної.

Ключові слова: мікроконтролер, шина зв'язку, живлення мікроконтролера.

УДК 531.7

ВИМІРЮВАННЯ ВНУТРІШНІХ ГЕОМЕТРИЧНИХ РОЗМІРІВ ОБ’ЄКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ОПТО-ВОЛОКОННОГО ДАТЧИКА

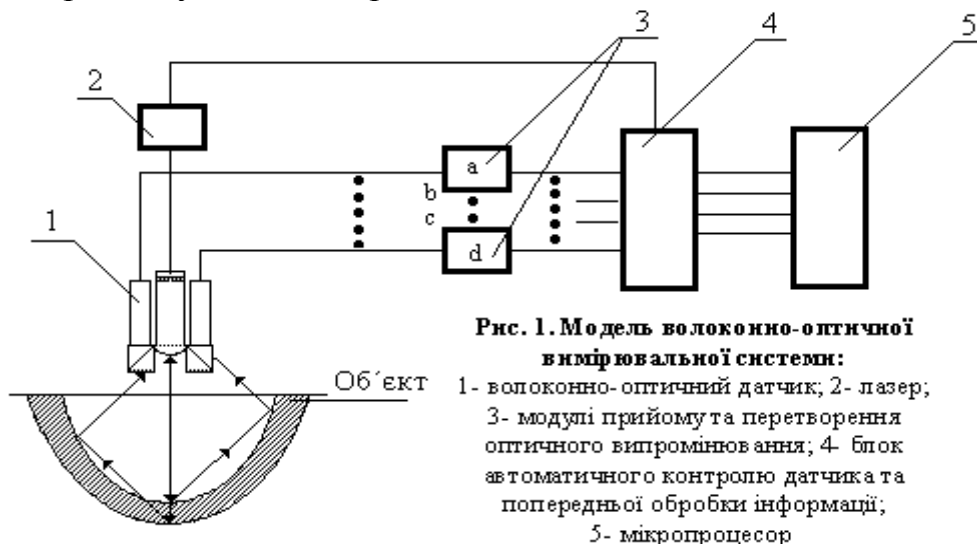
Окоча С.В., Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

Існуючі засоби вимірювання геометричних розмірів об’єктів мають у своєму арсеналі індикатори, мікатори, мікроскопи, а також системи, що базуються на контактних датчиках. Вказані прилади не відповідають сучасним вимогам до точності та швидкодії вимірювання тому, що мають суб’єктивний характер, пов’язаний з інструментальною похибкою та не дають можливості автоматичної корекції похибки вимірювання.

Основним із недоліків таких датчиків є досить вузький спектр застосування, основна їх частина призначена для контактного вимірювання геометричних розмірів об’єкту.

Широке впровадження волоконно-оптичних приладів в промислову практику можливо не тільки при створенні гібридних датчиків, що включають в себе загальновідомі переваги волоконно-оптичного тракту передачі, низьку вартість та доступність чутливих елементів датчиків з електричним живленням.

У класі опто-волоконних вимірювальних пристроїв не в повній мірі використовують засоби для безконтактного вимірювання геометричних розмірів об’єктів. Це дає поштовх створювати в короткий термін нові контрольно-вимірювальні пристрої під конкретну задачу виробничих систем з підвищеними метрологічними характеристиками. Оптичний метод дозволяє проводити тривимірний контроль геометричних розмірів об’єктів, відхилення від форми та розташування поверхонь.



Одним з таких засобів є автоматизований оптичний датчик (рис. 1), створений з використанням комбінації оптичних світловодів, що дає можливість замінити контактні вимірювальні кінцевики на контрольно

вимірювальних машинах, на більш гнучку систему та значно підвищує достовірність контролю.

Ключові слова: оптичний датчик, світловод.

УДК 531

АРХІТЕКТУРА МІКРОКОНТРОЛЕРА З МОЖЛИВІСТЮ ВИБОРУ ВИВОДІВ ЖИВЛЕННЯ

*Лобус Р.С., Чередніков І.О., Ільченко В.М., Національний авіаційний університет,
м. Київ, Україна*

Останнім часом зростає попит на невеликі 8-бітні мікроконтролери (типу серії ATMEL - Tiny). Це зумовлено інтеграцією мікропроцесорів в найпростіші побутові електроприлади: праски, фени, електробритви, вимикачі/регулятори світла та багато ін. Для створення таких пристроїв використовуються мікроконтролери, до яких висуваються наступні вимоги:

- низька вартість (пристрій простий і не повинен бути дорогим);
- невеликі розміри (пристрій має невеликі габарити);
- мінімальна кількість виводів (використання мікроконтролера з більшою кількістю виводів зумовлює зростання ціни друкованої плати пристрою);
- наявність усієї, необхідної для пристрою, периферії (це спрощує принципову схему пристрою, та знижує його собівартість).

В доповіді розглядається архітектура мікроконтролеру, що дозволяє на програмному рівні змінювати функціональне призначення його виводів, включаючи виводи живлення.

Розглядається два способи вирішення задачі:

- модифікація захисних діодів портів вводу-виводу;
- розробка двонаправлених буферів портів вводу-виводу.

Переваги і недоліки обох способів

Модифікація захисних діодів	Двонаправлені буфери портів
не передбачає зміни архітектури мікроконтролеру можливість зміни виводів живлення спричиняє зменшення кількості виводів портів вводу-виводу на 1-2.	збільшує на 2 кількість виводів портів вводу-виводу при динамічному використанні розширює функціональні можливості МК потребує зміни архітектури мікроконтролеру

Можливість зміни виводів живлення мікроконтролеру дає змогу спрощення друкованої плати пристрою – перехід до використання односторонньої печатної плати, тобто зниження собівартості пристрою.

З'являється можливість динамічної зміни джерела живлення мікроконтролеру (перехід до альтернативного джерела живлення в аварійних ситуаціях без короткочасної втрати працездатності пристрою) та ряду інших нових функцій.

Ключові слова: мікроконтролер, архітектура, вибір живлення.

УДК 531.7

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ РОЗМІРІВ ДЕТАЛЕЙ

Ільченко В.М., Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

Вимірювання геометричних розмірів об'єктів залишається актуальною задачею в зв'язку з подальшим розвитком нових високоточних технологій в машинобудуванні, а також інших галузях. Це обумовлює розробку висо-коточних вимірювальних пристроїв з використанням лазерів.

Задача дослідження. Розробити лазерну тривимірну скануючу систему для вимірювання деталей складної форми, що дозволить скоротити час на розробку математичної моделі.

Розв'язування задачі. Серед існуючих безконтактних засобів контролю найбільш перспективними є оптичні на основі стереопроєктування, поточкового сканування поверхні об'єкту, метод структурного освітлення та інші. Останнім часом для автоматичного вимірювання широко використо-вується метод структурного освітлення. Він заснований на освітленні об'єкта пучком світла відомої конфігурації, запису зображення відеокамерою та обробці інформації.

Функціонування лазерної вимірювальної системи. Програмне забезпечення вимірювальної системи містить: основну програму; програму для аналізу статистики, зібраної під час вимірювань; програму для збору та обробки інформації. Режим вимірювання дозволяє автоматично визначити геометричні розміри об'єкта вимірювання, а також візуалізувати результати вимірювань по кожному з параметрів та видавати протоколи вимірювань.

В якості поворотного столу використовується координатний стіл АР-400, який забезпечує переміщення об'єкту вимірювання в полі зору оптико-електронного вимірювального блоку в напрямку координат X та Y . Точність позиціонування складає $2 \cdot 10^{-6}$ м.

Висновки. Розроблена структура лазерної вимірювальної системи та алгоритми програмного забезпечення вимірювання геометричних розмірів об'єктів зі складною просторовою формою.

Ключові слова: автоматизована система, відеокамера, сканування поверхні.

Література

1. Битюцкий О. И., Вертопрахов В. В., Гушина А. А. и др. Трехмерный бесконтактный контроль геометрических параметров дистанционирующих решеток ядерных реакторов // Автометрия. – 2003. – 39, № 5. – С.4.
2. В.В. Демин, В.Г. Максимов, И.Г. Половцев Фильтрующие свойства измерительной базы в

задачах профилометрии // Автометрия. – 2000. – №6. – С. 74–81.

3. Сороко Л.М. Основы голографии и когерентной оптики. М.: Сов. радио. – 1980.

УДК 62-50+51(075)

ЛИНЕАРИЗОВАННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МАГНИТНОГО ДАТЧИКА ПРОСКАЛЬЗЫВАНИЯ

*Кондратенко Ю.П., Шишкин А.С., Национальный университет кораблестроения
им. адмирала Макарова, г. Николаев, Украина*

Для решения задачи перемещения объектов манипулирования с изменяющимися параметрами широко используются адаптивные роботы, построенные на основе современных сенсорных систем и информационных технологий. Отдельного внимания заслуживают их системы очувствления на основе датчиков проскальзывания (ДП), которые позволяют корректировать величину сжимающего усилия схвата робота при изменении массы объекта манипулирования, исключая его повреждение или деформацию. Как правило, при разработке и исследовании новых ДП требуется: а) проведение экспериментальных исследований для определения чувствительности, разрешающей способности и других характеристик ДП; б) построение математических моделей ДП.

Настоящий доклад посвящен построению линеаризованной регрессионной модели разработанного авторами магнитного ДП, описанного в [1], с использованием метода наименьших квадратов (МНК), который является одним из наиболее распространенных методов статистической обработки экспериментальных данных и применяется в тех случаях, когда требуется функцию, заданную в m точках x_j, y_j ($j=1, 2, \dots, m$), представить многочленом P_m степени n ($n < m$):

$$P_m(x) = \sum_{i=0}^n a_i \cdot x^i.$$

Для формирования соответствующей регрессионной модели необходимо определить коэффициенты $a_0, a_1, \dots, a_n$ и значение n , для которых среднеквадратичное отклонение (СКО) σ будет минимальным:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n+1} \cdot \sum_{i=0}^n (P_m(x_i) - y_i)^2}.$$

В докладе обсуждается сформированная линеаризованная модель магнитного ДП; установлено, что для экспериментально полученных результатов оптимальным является многочлен второй степени; определены коэффициенты a_0, a_1, a_2 для различных условий эксперимента.

Ключевые слова: робототехника, магнитный датчик проскальзывания, эксперимент, линеаризация, регрессионная модель.

Литература

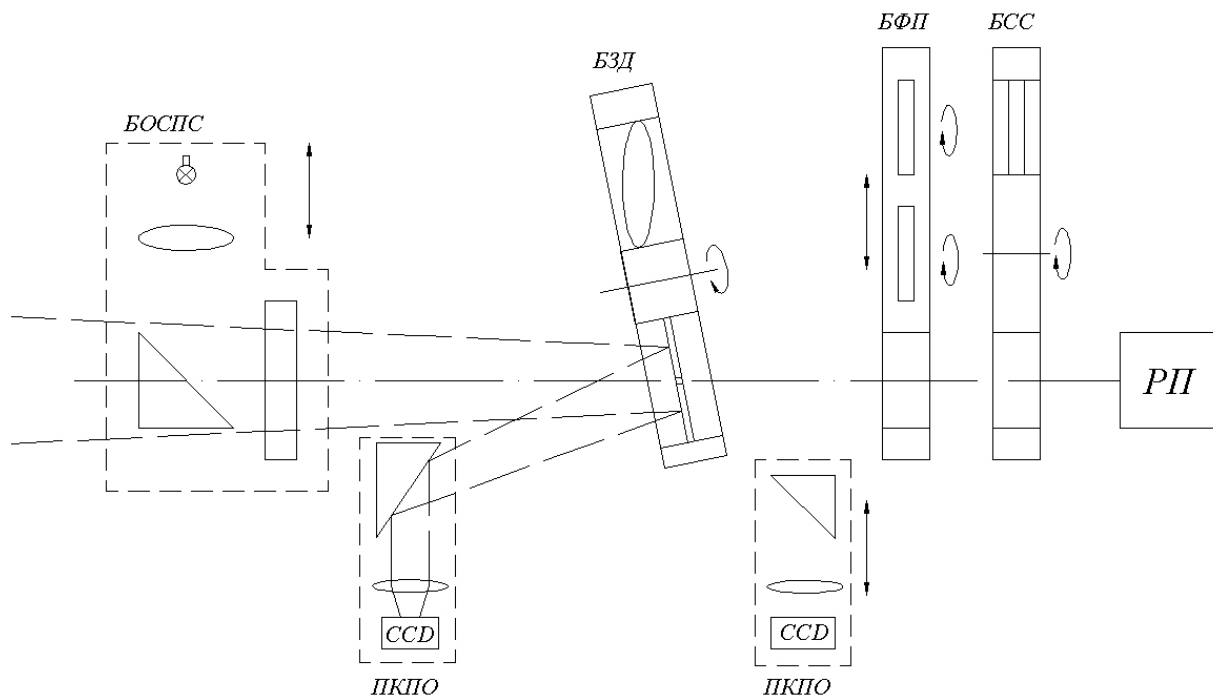
1. Кондратенко Ю.П., Шишкин А.С. Экспериментальные исследования магнитного датчика проскальзывания для адаптивных робототехнических систем // Труды Одесского

УДК 535.5:621.38

УНІФІКОВАНИЙ ОПТИКО-МЕХАНІЧНИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ АСТРОНОМІЧНИХ ПРИЛАДІВ.

*Відьмаченко А.П., Іванов Ю.С., Неводовський Є.П., Головна астрономічна обсерваторія
НАН України, м. Київ, Україна*

В астрономічній практиці основними традиційними приладами для досліджень небесних тіл в оптичному діапазоні є фотометри, спектрометри, поляриметри та їх комбінації. Усі вони мають декілька спільних вузлів однакового функціонального призначення. Об'єднавши їх можна отримати уніфікований оптико-механічний модуль. Додавши до нього дисперсійну чи поляризаційну частину та відповідний приймач світла, будемо мати астрономічний прилад необхідного призначення.



БОСПС – блок опорного спектро-поляриметричного стандарту, БЗД – блок змінних діафрагм, БФП – блок фазових пластинок, ПКПО – пристрій контролю положення об'єкта, БСС – блок спектральної селекції, РП –реєструючий пристрій

Рисунок 1 – Функціональна схема уніфікованого оптико-механічного модулю

Ключові слова: фотометр, спектрометр, поляриметр уніфікований оптико-механічний модуль.

УДК 535.5:621.38

РОЗРОБКА БОРТОВОГО УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ПОЛЯРИМЕТРА ДОСЛІДЖЕННЯ СТРАТОСФЕРНОГО ОЗОНОВОГО ШАРУ ЗЕМЛІ

¹⁾Неводовський Є.П., ¹⁾Неводовський П.В., ¹⁾Фоменко О.О., ²⁾Гераймчук М.Д.,
²⁾Зінченко В.П., ²⁾Миндюк Я.Л., ¹⁾Головна астрономічна обсерваторія НАН України м. Ки-
їв, Україна; ²⁾Національний технічний університет України “Київський політехнічний ін-
ститут” м. Київ, Україна

Головна астрономічна обсерваторія НАН України та приладобудівний факультет Національного технічного університету України “КПІ” розробляє ультрафіолетовий поляриметр (УФП), який планується встановити на борту українського молодіжного супутника (УМС).

Цей прилад призначений для визначення поляризаційної складової стратосферного озонowego шару Землі.

В основу УФП покладена концепція, яка розроблена Головною астрономічною обсерваторією НАН України [1]. Схема приладу представляє собою двохканальний ультрафіолетовий фотополариметр з призмою Волостона в якості поляризуючого елементу розсіяного стратосферним шаром Землі сонячного випромінювання, та точкових фотоприймачів світла.

В результаті аналізу у якості фотоприймачів світла для розробляемого приладу вибрано сонячно сліпий фотопомножувач фірми «HAMAMATSU» R1893, який працює в заданному спектральному діапазоні, та має мінімальні габаритні розміри, що є суттєво важливим при побудові данного приладу для мікросупутника.

Прилад включає також оптико-механічний блок, систему реєстрації, та блок формування та передачі даних, побудований на базі промислового бортового комп'ютера (Prometeus) в стандарті PC-104. Це дозволяє зробити прилад автономним та мобільним. Пріоритетом при розробці приладу є максимальне використання покупних елементів, готових вузлів та комплектації, що дає можливість заощадити кошти і час розробки.

Реалізація такої концепції побудови УФ-поляриметра загострена на простоту дає змогу в короткий термін створити такий прилад і встановити його на мікросупутнику для поляризаційних досліджень аерозольної складової стратосферного озону Землі.

Ключові слова: ультрафіолет, поляриметр, стратосферний озон, супутник.

Література

2.Неводовський Є.П., Видьмаченко А.П., Мороженко О.В. та ін. Український молодіжний супутник: дослідження аерозольного шару Землі за допомогою УФ-поляриметра // Космічна наука і технологія. 2004. Т.10, № 5/6. - С.27-32.

УДК 535.5:621.38

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТВЕРДОТІЛЬНИХ

ВИПРОМІНЮВАЧІВ СВІТЛА НА БАЗІ SiC В ЯКОСТІ КАЛІБРАТОРІВ АСТРОНОМІЧНИХ ПРИЛАДІВ

¹⁾ Генкін О.М., Гераїмчук М.Д., ²⁾Неводовський Є.П., Недоводський П.В.,
¹⁾Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”,
м. Київ, Україна; ²⁾Головна астрономічна обсерваторія НАН України, м. Київ, Україна

При астрономічних спостереженнях небесних об'єктів калібрування оптичних приладів проводиться по стандартним небесним об'єктам з заздалегідь визначеними параметрами. Але цей процес має окремі технічні та технологічні труднощі. З цієї точки зору для спектрофотометричних досліджень в оптичному діапазоні має значний інтерес використання для калібрування оптичних приладів штучних випромінювачів світла. До таких випромінювачів світла відносяться вакуумні та газонаповнені лампи, твердо тільні лазери та світлодіоди, радіаційні випромінювачі та ін.

В НТУУ «КПІ» на основі карбіду кремнію створено пробійні напівпровідникові випромінювачі, які можуть бути використані для калібрування оптичних приладів.

Розроблені випромінювачі працюють в широкому спектральному діапазоні, мають високу температурну та часову стабільність випромінювання. Спеціальна технологія виготовлення р-п-переходів забезпечує нормоване лавиноутворення.

До переваг також відносяться малі їх габаритні розміри. Все це дає можливість використовувати ці випромінювачі для калібрування астрономічних спектро-фотополяриметричних приладів.

Випромінювач, при використанні його для калібрування приладів, може бути в залежності від призначення оптичних приладів доповнений набором світлофільтрів на вузьку і широку ділянки спектру.

Для калібрування поляриметричних приладів до складу випромінювача може входити поляриметричний перетворювач світла з лінійною або коловою поляризацією.

В роботі розглянуто основні схеми, типи і конструкції випромінювачів.

Попередній аналіз показує перспективність використання випромінювачів на основі карбіду кремнію для внутрішнього калібрування астрономічних спектро-фотополяриметричних приладів.

Ключові слова: випромінювач, калібрування, фотометрія, поляризація.

Література

1. Генкин А.М., Генкина В.К., Гермаш Л.П. Влияние длительной работы и температуры на спектры карбид-кремниевых светодиодов, работающих в режиме электрического пробоя // Журн. Технич. Физики. -1999. Т.69. в.10. -С. 69-76.
2. Белоус М.В., Генкин А.М., Генкина В.К. Влияние температуры на спектральный состав пробойной электролюминесценции р-п-структур на основе карбіду кремнію // Физика и техника полупроводников. -1999. Т.33, в.6. -С.727-732.

УДК 681.3+ 615.89

К ВОПРОСУ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ "PODIATRY"

¹⁾Зинченко В.П., ¹⁾Гераимчук М.Д., ²⁾Зинченко С.В., ¹⁾Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина; ²⁾Институт кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины, г. Киев, Украина

Существует большое количество медицинских задач, которые относятся к теме "podiatry" или к разделу медицины о лечении голеностопных суставов. Анализ показывает, что основной тенденцией их решения является использование и развитие как переносных, так и стационарных систем [1,2], которые при минимальном воздействии на походку исследуемого человека, позволяют получить полную картину состояния голеностопного сустава, что и обеспечивает эффективное лечение и/или профилактику [3].

Задачи систем - это позволить врачу: дать непосредственную оценку из потребностей пациента в клиническом вмешательстве в анатомических областях, в которых ранее можно было лишь делать предположения; обработать данные в реальном масштабе времени, мгновенно фиксируя и сохраняя данные для детальной экспертизы; организовать базу данных не только для сохранения, но и для восстановления данных с целью улучшения клинического лечения и документирования процесса лечения.

В докладе рассмотрены вопросы:

- применения встроенных систем для решения задач "podiatry": конструкция, промышленные компьютеры и контроллеры, процедуры разработки, программное обеспечение (ПО), программные и аппаратные интерфейсы;

- построения измерительного модуля, а именно: чувствительный элемент, преобразование сигнала, выбор схемы преобразование сигнала (инвертирующий, не инвертирующий, суммирующий и дифференцирующий усилители, датчики измерения силы и схема преобразования сигнала), оптимальное сочетание преобразователя сигналов и АЦП (влияние шумов, ширина полосы и время успокоения);

- разработки блока съема данных на базе интерфейса I²C, в том числе: ПО, форматы данных, синхронизация и арбитраж, подключение;

- разработки интерфейса между блоками съема и обработки данных (драйвер и его свойства, RS-протоколы; ПО работы с портами);

- исследования составных элементов системы, а именно: анализ погрешностей; метрологическое обеспечение; надежность системы и устройств.

Ключевые слова: podiatry, датчики силы, обработка данных, встроенные системы, интерфейс, программное обеспечение, исследование.

Литература

1. Podiatry. Foot problems // www.feetfixer.com.
2. Pressure mapping and force measurement // www.tekscan.com.
3. Yegipko V.M., Zinchenko V.P. Conceptual Aspects of Individual Computer Mems Application in Medicine // УСиМ. - 1996. - № 1. - С. 108 - 111.

УДК 681.3+ 615.89

ЩОДО ВИКОНАННЯ ПРОЕКТУ “УНІВЕРСИТЕТСЬКИЙ МІКРО СУПУТНИК”

Зінченко В.П., Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", г. Киев, Украина

Створення мікросупутників (МС) стало можливим з розвитком мікротехнологій, які мають малі габарити, масу, енергоспоживання та високу продуктивність. Актуальними напрями є розробка принципово нових на основі комп'ютерної техніки:

- конструкції, механізмів, вузлів та системи стабілізації, орієнтування, управління та контролю; передавання, приймання, зберігання, оброблення інформації; наземної навігації.

- бортових приладів (корисне навантаження) для спостереження Землі з космосу, таких як ультрафіолетовий поляриметр (УФП), магнітометр, електрометр, тощо.

В доповіді запропоновано проект МС, який передбачає: - розробку та виготовлення МС (габарити - 150x150x600, вага – до 10 кг, енергоспоживання – до 20 ват, похибка орієнтації – до 2°, зв'язок в діапазоні 433МГц, призначення – дослідження стратосферного аерозолі Землі) у складі системи стабілізації, орієнтації та управління (БСК); системи керування, збору і обробки наукової інформації (БСО); системи енергозабезпечення (БСЕ); системи зв'язку та телеметрії (БСЗ); - розробку прикладного програмного забезпечення (ПЗ); УФП (корисне навантаження); - розробку та виготовлення наземної навігаційної системи; - розробку та виготовлення технологічного і випробувального обладнання, а також виконання лабораторних і наземних випробувань МС.

Передбачається розробку, виготовлення та випробування МС виконати в два етапи, де на першому етапі передбачається одержати:

1. Макет МС у складі БСК, БСО, БСЕ, БСЗ та ПЗ;
2. УФП (корисне навантаження);
3. Наземну навігаційну систему (ННС);
4. Технологічне та випробувальне обладнання;
5. Результати лабораторних і наземних випробувань макету МС.

На другому етапі буде поставлене завдання щодо розробки польотного зразка МС, тобто передбачається виконати такі пункти проекту:

6. Розробка, виготовлення, наземні індивідуальні та комплексні випробування МС і ННС.

7. Запуск МС.

8. Спостереження, керування МС та постановка наукових досліджень.

Ключові слова: мікросупутник, макет, бортові системи, корисне навантаження, розробка, випробування, навігація.

УДК 519.6 + 681.327

РОЗРОБКА УНІФІКОВАНИХ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ДЛЯ ТЕНЗОМЕТРИЧНИХ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Зінченко Н.П., Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", г. Київ, Україна

У доповіді наведене узагальнення вирішення наукової задачі щодо розробки методів і засобів тензометричних експериментальних досліджень (ЕД) в аеродинамічних трубах (АДТ) [1], а саме:

- метод аналізу проблематики розробки методів і засобів промислового експерименту в АДТ [2];
- удосконалена технологія тензометричних ЕД [2];
- принцип проектування методів і засобів, що дозволяє досягти високої якості за рахунок уніфікації, стандартизації і типізації [2];
- сукупність процедурних моделей моніторингу характеристик засобів проектування, які забезпечують обґрунтований їх вибір [3];
- засоби методичного забезпечення тензометричних ЕД [4];
- уніфіковані структури апаратно-програмного забезпечення [4];
- апаратно-програмне забезпечення тензометричних ЕД для промислової АДТ [5];
- приклад застосування тензометричних ЕД для визначення аеродинамічних коефіцієнтів літака в умовах великих кутів ковзання і атаки [6].

Ключові слова: експеримент, аеродинамічна труба, технологія, проектування, методи, засоби, апаратно-програмне забезпечення, дослідження.

Література

1. Зінченко Н.П. Розробка інформаційної технології тензометричних експериментальних досліджень моделей літальних апаратів/ Вісник НАУ, 2005. – №4 (26). – С. 90–96.
2. Зінченко В.П., Зінченко Н.П. Моніторинг тензометричних експериментальних досліджень/ Вісник НАУ, 2005. – №1 (23). – С. 63–74.
3. Зінченко В.П., Муха І.П., Куляс А.І., Зінченко Н.П., Заславский В.А. Процедуры комплексирования компонент информационных технологий экспериментальных исследований моделей летательных аппаратов// Комп'ютерні засоби, мережі та системи. – 2002, №1. – С. 92–100.
4. Зінченко В.П., Зінченко Н.П. Розробка методичної і програмної компонент інформаційної технології// Наукові вісті НТУУ “КПІ”. – 2005. – № 2. – С. 98–109.
5. Zinchenko V.P., Zinchenko N.P. Designing a component of information technology of strain-gauge experimental researches / Вісник НАУ, 2005. – №2 (24). – С. 21–28.
6. Зінченко В.П., Зінченко Н.П., Гуржий А.М. Дослідження характеристик установки для кругової продувки/ Вісник НАУ, 2004. – №1 (19). – С. 67–75.

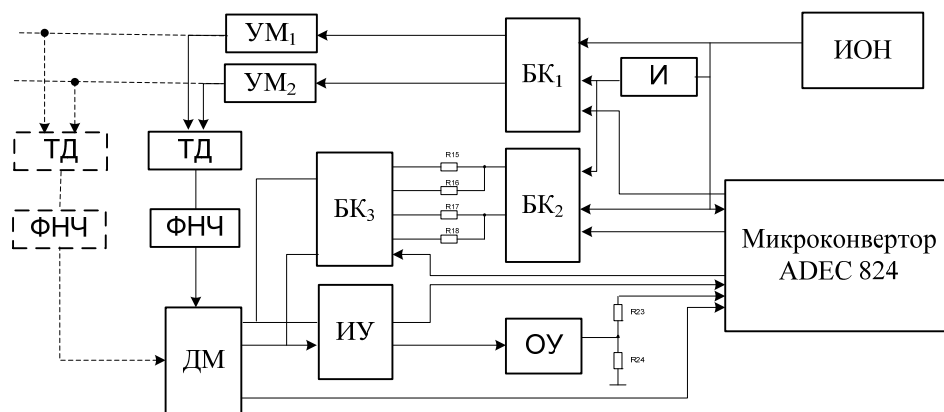
УДК 681.3:519.6

ТЕНЗОДИНАМОМЕТРИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ МЕХАНИЧЕСКИХ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ВЕСОВ

Зинченко В.П., Зинченко Н.П., Штефлюк А.В., Мирошніченко И.В., Национальний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, г. Київ, Україна

В докладе представлен разработанный тензодинамометрический модуль (ТМ) для механических аэродинамических весов [1-4] на основе тензодинамометров (ТД) – датчики силы Z6-4 (НВМ).

Схема модуля ТМ построена по принципу цифровой компенсации и состоит из источника образцового напряжения (ИОН) для электропитания ТД, дифференциального мультиплексора (ДМ), трех блоков коммутации (БК), измерительного усилителя (ИУ), инвертора (И), фильтров нижних частот (ФНЧ), двух усилителей мощности (УМ), операционного усилителя (ОУ), образцовые резисторы (ОР) и микроконвертора (МК) ADuC824 [5,6].



Алгоритм работы ТМ включает инициализацию и подготовка внутренних портов к выполнению программы измерения (измерение проходит в пять тактов), опроса каналов, подсчета результатов и их записи.

Ключевые слова: датчики силы, измерения, обработка данных, программное обеспечение, механические аэродинамические весы.

Литература

1. Зинченко В.П. Автоматизация экспериментальных исследований в аэродинамической трубе// УСиМ. – 1989. - № 1. - С. 95–99.
2. Дубов В.С. Многокомпонентные механические весы // Тр. ЦАГИ. – 1971. Вып. 1270. - 18 с.
3. Зінченко В.П. Методологія проектування первинних джерел інформації // Наукові вісті НТУУ “КПІ”. – 2001. - № 5. – С. 69–82.
4. Зинченко В.П. Метод математического моделирования механических аэродинамических весов // Вестник НТУУ “КПИ”: Машиностроение, 2001. - Вып. № 41. – С. 79–86.
5. Артвин Б.А. Сопряжение микро-ЭВМ с внешними устройствами. - М.: Машиностроение, 1983. – 352 с.
6. Analog Devices – [http:// www.analog.com](http://www.analog.com); - [http:// www.vdmais.kiev.ua](http://www.vdmais.kiev.ua).

УДК 681.121.8, 681.123

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ВИТРАТОМІРА СИПКИХ РЕЧОВИН

Корнєва Ю.О., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Вимірювання масових витрат сипких речовин є складовою технологічних процесів різноманітних галузей промисловості, таких як виробництво будівельних матеріалів, продуктів харчування, металургійна та вугільна галузі та ін. Тому всебічні експериментальні дослідження витратомірів сипких речовин є вкрай важливими.

Стенд для дослідження роботи витратоміра, побудованого на принципі Коріоліса, складається з дозуючого бункеру, електродвигуна, на вихідному валу якого закріплений диск та збирального бункеру. Діаметр вихідного отвору дозуючого бункеру є змінним, вага бункеру разом з сипким матеріалом визначається за допомогою перетворювача сили, на якому він підвішений. Дозуючий бункер формує потік сипкого матеріалу, що потрапляє на диск, обертання якого забезпечує електродвигун. Частота обертання диску змінюється перетворювачем частоти напруги живлення двигуна. Під час переміщення сипкого матеріалу по площині диску виникає коріолісова сила інерції пропорційна масовим витратам матеріалу, яка визначається за допомогою закріпленого на статорі електродвигуна важеля та перетворювача сили. Вага сипкого матеріалу, що зсковзує з диску, визначається у збиральному бункері. Для автоматизації експериментальних досліджень застосований персональний комп'ютер оснащений багатоканальною платою АЦП. Перетворювачі сили під'єднані до аналогових входів плати. Керування перетворювачем частоти також здійснюється за допомогою ПК.

Розроблена методика дослідження передбачає визначення:

- поточної та інтегральної похибки вимірювання витрат при різних сталих значеннях витрат;
- інтегральної похибки при порційній подачі матеріалу;
- відхилення кутової швидкості обертання диску від номінальної при сталих значеннях витрат;
- відхилення кутової швидкості при порційній подачі матеріалу;
- поточної та інтегральної похибки вимірювання при імітації ефекту “налипання матеріалу” на вимірювальному диску;
- зміни кутової швидкості обертання при “налипанні матеріалу” в робочому режимі та режимі холостого ходу та інш.

Проведення досліджень за описаною методикою дозволить оцінити метрологічні, динамічні та експлуатаційні характеристики витратоміра та розширити можливості застосування витратоміра, побудованого на принципі Коріоліса, для виміру масових витрат сипких речовин.

Ключові слова: дослідження, витратомір, сипкий матеріал, сила Коріоліса.

УДК 531.391

ПЛОСКАЯ МЕМБРАНА КАК ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

*Никитин А.К., Зайцев В.Н., Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

Плоские мембраны являются одними из наиболее широко применяемых упругих элементов в приборах и аппаратах различного назначения. Они используются как измерительные преобразователи в составе как средств измерений техники, так и в качестве конструкционных элементов, не участвующих в процессе измерительных преобразований

При использовании плоских мембран в качестве измерительных преобразователей можно выделить три группы значимых факторов:

1. Физические величины на входе.
2. Физические величины на выходе.
3. Параметры мембраны.

1. Физические величины на входе

P_1, P_2 – давления, действующие на плоские поверхности мембраны – физическая величина, действующая всегда – при любых условиях применения мембраны;

F – сосредоточенные силовые воздействия;

$M_{изг}$ – изгибающий момент сил; $M_{кр}$ – крутящий момент сил; q – зональная (местная) поверхностная распределенная нагрузка; E_T – тепловая энергия; E_{Θ} – тепловая энергия.

2. Физические величины на выходе

ω – перемещение (деформация) в направлении оси перпендикулярной плоскости мембраны; σ – внутренние нормальные напряжения; ϵ – деформация поверхностных слоев; ϕ – угол поворота центральной зоны; F – развиваемое усилие; U – выходное напряжение.

3. Параметры мембраны

форма – круглые, квадратные, прямоугольные; размеры – D, h, a, b ; материал – металлы, неметаллы (пьезоэлектрические материалы, пластмассы); наличие (отсутствие) жесткого центра; наличие (отсутствие) пьезоэлектрических свойств; конструкция – однослойные, многослойные.

Выходные физические величины могут быть постоянными во времени, медленно изменяющимися, быстро изменяющимися и импульсными. Давления на входе могут создавать жидкости, газы, а так же сыпучие материалы. Мембраны могут быть закреплены по наружному контуру, в центре, в отдельных фиксированных точках.

Анализ ситуации в вопросах исследования плоских мембран позволяет сделать заключение о целесообразности проведения работ по изучению динамических характеристик плоских мембран с учетом положений приведенных выше.

Ключевые слова: плоская мембрана, динамика, анализ.

УДК 531.383

МОЖЛИВІСТЬ УНИКНЕННЯ ФІЛЬТРАЦІЇ ВИХІДНОГО СИГНАЛУ ГРАВІМЕТРА АГС

*Безвесільна О.М., Киричук Ю.В., Добржанський О.В., Нечай С.О., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”
м. Київ, Україна*

Наведемо рівняння руху авіаційної гравіметричної системи, добуто в [1]

$$\Delta g = f_z + E + A - \ddot{h} - \gamma_0. \quad (1)$$

Для літального об'єкта, що рухається відносно постійним курсом і без значних змін швидкості поправка Етвеша E змінюється повільно і в рівнянні (1) членом, що найшвидше змінюється, є вертикальне прискорення $\ddot{h}$.

В [1] показано, що досить важко з потрібною точністю (до 3 м) виміряти висоту літака h . Водночас показано, що вимоги до визначення вертикального прискорення (подвійний інтеграл від змінного h) дуже жорсткі $(1...3) \cdot 10^{-5} \text{ м/с}^2 = 1...3 \text{ мГл}$.

Якщо рівняння (1) проінтегрувати за деякий відтинок часу $\tau = t_2 - t_1$ і розділити всі члени рівняння на $t_2 - t_1$, то

$$\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \Delta g dt = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} (f_z + E - \gamma_0) dt + \frac{\dot{h}(t_1) - \dot{h}(t_2)}{t_2 - t_1}.$$

Позначимо $\bar{g}$, $\bar{f}_z$, $\bar{E}$, $\bar{\gamma}_0$ - середні відповідні параметри. Тоді рівняння можна переписати у вигляді

$$\Delta \bar{g}(t_1, t_2) = \bar{f}_z(t_1, t_2) + \bar{E}(t_1, t_2) - \bar{\gamma}_0(t_1, t_2) + \frac{\dot{h}(t_1) - \dot{h}(t_2)}{t_2 - t_1}. \quad (2)$$

Рівняння (2) має деякі переваги над виразом (1):

- рівнянні (2) потрібне лише одне диференціювання висоти h . Вертикальну швидкість $\dot{h}$ можна визначити з більшою точністю, ніж $\ddot{h}$;
- в [1] показано, що вимоги до точності визначення $\dot{h}$ $[(0,5...1) \cdot 10^2 \text{ м/с}]$ не є такими жорсткими, як вимоги до визначення $\ddot{h}$ $[(1...3) \cdot 10^{-5} \text{ м/с}^2 = 1...3 \text{ мГл}]$;
- у цьому разі вихідний сигнал гравіметра може не піддаватися фільтрації, що, є складною науково-технічною проблемою. Основна мета фільтрації - усунення впливу збурюючого вертикального прискорення $\ddot{h}$, а коли за основу роботи АГС береться рівняння (2), в якому відсутній $\ddot{h}$, немає потреби здійснювати фільтрацію;

$$\frac{\dot{h}(t_1) - \dot{h}(t_2)}{t_2 - t_1}$$

- значення члена $t_2 - t_1$ рівняння (2) може варіюватися залежно від тимчасового інтервалу $t_2 - t_1$. Тимчасові інтервали $t_2 - t_1$ можна добирати за найсприятливіших умов польоту, зокрема, при $\dot{h} = 0$.

Рівняння (2) є рівнянням роботи гіроінтегратора лінійних прискорень (ГІЛП) у якості гравіметра. Тому сформульоване вище є перевагами використання ГІЛП у якості гравіметра авіаційної гравіметричної системи (АГС). Це свідчить про доцільність ГІЛП у якості гравіметра АГС.

Висновок: обґрунтовано, якщо за гравіметр АГС взяти прилад, що здійснює інтегрування вхідного сигналу, то в цьому разі немає потреби здійснювати фільтрацію. Таким приладом є ГІЛП.

Ключові слова: гравіметр, авіаційна гравіметрична система.

Література

1. Безвесільна О.М. Вимірювання прискорень. Підручник. – К.: Либідь. – 2001. – 261с.

УДК 531.383

МЕТОД КАЛІБРУВАННЯ КУТОВИМІРЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

Безвесільна О.М., Киричук Ю.В., Маркін М.О., Кур'ята С.В., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

На відміну од відомих робіт, задачею даної роботи є – запропонувати метод калібрування для одного з найбільш перспективних нового кутівимірювального пристрою (КП) для попередньої наземної виставки акселерометрів та гравіметрів. Цей метод дозволить виключити грубі промахи при вимірюваннях, суб'єктивні помилки оператора, неточності виставки приладу.

Метод калібрування є ефективним засобом підвищення точності вимірювання кутів. За його допомогою стає можливим провести вимірювання з підвищеною точністю як плоских кутів контрольованого приладу (міри), так і оцінити похибку КП.

Сутність методу полягає у тому, що контрольований прилад встановлюють послідовно зі зсувом на її кутовий крок відносно лімба КП у діапазоні $0...2\pi$, вимірюють в у будь-якому з положень кутів приладу і знаходять середнє значення однойменних кутів, виміряних у різних положеннях. Таким чином, визначаються усереднені значення кутів, виміряних на різних ділянках лімба. При цьому одержують:

$$\int_0^{\varphi} f(\Delta\varphi)d\varphi + \int_{\varphi}^{2\varphi} f(\varphi)d\varphi + \dots + \int_{(n-1)\varphi}^{2\pi} f(\varphi)d\varphi = \int_0^{2\pi} f(\Delta\varphi)d\varphi = 0,$$

де φ – кутовий крок міри;

n – кількість перестановок приладу;

$\Delta\varphi$ – функція похибки КП.

З наведеного виразу видно, що систематична складова похибки при вимірюваннях одного і того ж кута на всіх ділянках лімба КП в діапазоні $0...2\pi$ дорівнює нулю. Ця обставина дозволяє суттєво підвищити точність вимірювань.

Запропонований метод дозволяє виключати грубі промахи при вимірюваннях, суб'єктивні помилки оператора, неточність встановлення приладу, різкі зміни похибки КП у процесі вимірювань і таким чином підвищити достовірність вимірювань.

Реалізація способу не потребує додаткових змін конструкції і може бути виконана на звичайному КП.

Застосування методу калібрування розширює асортимент контрольованих приладів.

Ключові слова: вимірювання кутів, калібрування.

УДК 531.383

НОВИЙ ВИСОКОТОЧНИЙ КУТОВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПОПЕРЕДНЬОЇ ВИСТАВКИ ДНГ

*Безвесільна О.М., Киричук Ю.В., Маркін М.О., Кур'ята С.В., Коробійчук І.В., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”,
м. Київ, Україна*

На відміну од відомих робіт, розроблено, на основі фільтра Калмана та методу найменших квадратів, нові алгоритми автоматичної компенсації похибок кутів попередньої виставки ДНГ на робочому столі кутовимірювального пристрою (КП) (дивись рисунок). Це дозволяє підвищити точність виставки більше, ніж у 10 разів.

Рисунок. ДНГ на робочому столі КП з автоматичною компенсацією похибок:
 N – північний полюс Землі;

g_z – проекція прискорення сили ваги на вісь чутливості гравіметра АГС;

g – прискорення сили ваги, або гравітаційне прискорення;

φ – географічна широта;

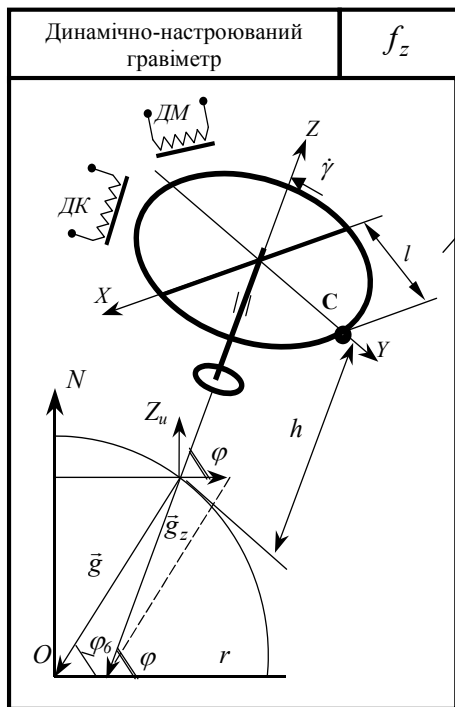
φ_c – геоцентрична широта;

r – радіус місцезнаходження АГС;

h – висота АГС над поверхнею еліпсоїда;

Δg – аномалія прискорення сили ваги.

Ключові слова: вимірювання кутів, динамічно настроюваний гравіметр.



$$\begin{aligned} \hat{R}_y^{N,S} &= \hat{R}^{N,S} - \Delta \hat{R}_1^{N,S} - \Delta \hat{R}_2^{N,S} - \Delta \hat{R}_3^{N,S} - \Delta \hat{R}_4^{N,S} - \Delta \hat{R}_5^{N,S}, \\ \Delta \hat{R}_1^N &= -d_1(u) \frac{A_0^3}{192} \sin 3(\varphi_0 + \frac{u}{2}), \Delta \hat{R}_2^N = -d_1(u) \frac{\varepsilon}{\omega_0} A_0 \cos(\varphi_0 + \frac{u}{2}), \\ \Delta \hat{R}_3^N &= d_1(u) \frac{A_0^3}{16} \sin(\varphi_0 + \frac{u}{2}), \Delta \hat{R}_4^N = d_1(u) \frac{\Delta \omega}{\omega_0} A_0 \sin(\varphi_0 + \frac{u}{2}), \Delta \hat{R}_5^N = \lim_{\substack{\Delta \omega \rightarrow 0 \\ T_c = \text{const}}} \tilde{d}_3[\lambda, n, \varepsilon(t_i)] = \tilde{d}_3[u, \varepsilon(t)], \\ d_1(u) &= \frac{(u + \sin u) \sin \frac{u}{2} - u^2 \cos \frac{u}{2}}{u(u + \sin u) - 8 \sin^2 \frac{u}{2}}, \quad d_2(u) = \frac{2}{3} \frac{3 \cos \frac{u}{2} \sin^2 u - \sin \frac{3}{2} u (u + \sin u)}{u(u + \sin u) - 8 \sin^2 \frac{u}{2}}, \\ u &= \omega_0 T_c, \\ \Delta \hat{R}_1^S &= -\frac{1}{48} (c_{10}^3 e^{\frac{3u}{2}} + c_{20}^3 e^{-\frac{3u}{2}}) \cdot l_2(u), \quad \Delta \hat{R}_2^S = -\frac{\varepsilon}{\omega_0} l_1(u) (c_{10} e^{\frac{u}{2}} - c_{20} e^{-\frac{u}{2}}), \\ \Delta \hat{R}_3^S &= -\frac{c_{10} c_{20}}{4} (c_{10} e^{\frac{u}{2}} + c_{20} e^{-\frac{u}{2}}) \cdot l_1(u), \quad \Delta \hat{R}_4^S = -\frac{\Delta \omega}{\omega_0} l_1(u) (c_{10} e^{\frac{u}{2}} + c_{20} e^{-\frac{u}{2}}), \\ \Delta \hat{R}_5^S &= \omega_0 \Delta^{-1} \int_0^T \left[\frac{1}{2} (e^u + 1) + \frac{ue^u}{e^u - 1} \right] - e^{\omega_0 t} - e^{-\omega_0 t} \Bigg\} \varepsilon(t) dt, \\ l_1(u) &= e^{\frac{u}{2}} \Delta^{-1} \left[\frac{ue^u}{2} \left(\frac{u(e^u + 1)}{e^u - 1} - 1 \right) - \frac{e^{2u} - 1}{4} \right], \\ l_2(u) &= \frac{1}{3} e^{-\frac{3u}{2}} \Delta^{-1} \left[ue^u (e^{2u} + e^u + 1) - \frac{1}{4} (e^{2u} - 1) (e^{2u} + 4e^u + 1) \right], \\ \Delta &= u \left(\frac{e^u + 1}{2} + \frac{ue^u}{e^u - 1} \right) - 2(e^u - 1), u = \omega_0 T_c, \\ \Delta \hat{R}_1^N &\text{ - складова похибки оцінки стану, зумовлена третьою гармонікою в законі руху ЧЕ; } \Delta \hat{R}_2^N \text{ - складова похибки оцінки, зумовлена силами, еквівалентними тертю; } \Delta \hat{R}_3^N \text{ - складова похибки оцінки, зумовлена неізохронністю коливань; } \Delta \hat{R}_4^N \text{ - складова похибки оцінки, зумовлена неточністю врахування частоти прецесійних коливань; } \Delta \hat{R}_5^N \text{ - складова похибки оцінки, зумовлена викривленням закону руху внаслідок дії шкідливих моментів на ЧЕ та шумів у каналі ДК.} \\ \Delta \hat{R}_1^S &\text{ - складова похибки оцінки, зумовлена доданком у законі руху ЧЕ} \\ &- \frac{1}{48} (c_{10}^3 e^{3\omega_0 t} + c_{20}^3 e^{-3\omega_0 t}); \Delta \hat{R}_2^S \text{ - складова похибки оцінки, зумовлена неврахуванням декременту затухання в моделі; } \Delta \hat{R}_3^S \text{ - складова похибки оцінки, зумовлена в законі руху ЧЕ доданком} \\ &- \frac{1}{4} c_{10} c_{20} \omega_{10} t (c_{10} e^{\omega_0 t} - c_{20} e^{-\omega_0 t}); \Delta \hat{R}_4^S \text{ - складова похибки оцінки, зумовлена похибкою задання параметра } \omega_0; \Delta \hat{R}_5^S \text{ - складова похибки оцінки, зумовлена викривленнями спостережуваного закону руху ЧЕ.} \end{aligned}$$

$\hat{R}_y^{N,S}$

УДК 531.383

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ АНОМАЛІЙ ПРИСКОРЕННЯ СИЛИ ТЯЖІННЯ ДЛЯ ІНС

Безвесільна О.М., Киричук Ю.В., Анісімов М.В., Іванов С.В., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Національна безпека незалежної України великим чином залежить від навігаційної безпеки космічних, літальних та морських (надводних та підводних) рухомих об’єктів. Остання залежить від багатьох факторів.

Одним з найбільш вагомих факторів є точність алгоритмів роботи інерціальних навігаційних систем (ІНС) названих об’єктів. Як правило, в алгоритми роботи ІНС вводять спрощені довідкові вирази прискорення сили тяжіння g або аномалій прискорення сили тяжіння Δg . Реальні значення g або Δg значно відрізняються від довідкових спрощених значень. Тому реальна точність алгоритмів роботи ІНС рухомих об’єктів не є високою і не відповідає вимогам їх навігаційної безпеки. Окрім того, швидкодія визначення g або Δg відомими засобами є вкрай низькою. Обробка даних проводиться на Землі протягом місяців, не є автоматизованою. В зв’язку з цим, актуальною є проблема розробки точного алгоритму автоматизованого визначення поточного значення прискорення сили тяжіння g або аномалій прискорення сили тяжіння Δg .

В роботі визначено точну математичну модель для розрахунку аномалій прискорення сили тяжіння Δg для ІНС, встановлених на рухомому об’єкті.

Математична модель відрізняється од відомих наявністю додаткових поправок. Вираз поправки Етвеша відрізняється од відомих додатковим членом $2\dot{h}e^{-1}V \cos k \sin 2\varphi$, вплив якого треба враховувати при можливих великих значеннях вертикальної швидкості літака. Похибка від неврахування впливу цього додаткового члена становить 1 мГл, тобто недопустимо велика.

Вираз поправки за висоту відрізняється од відомих додатковим членом $\omega_3^2 \cos^2 \varphi h$. Похибка від неврахування впливу цього додаткового члена становить 2,67 мГл, тобто недопустимо велика. Тому вплив цього додаткового члена також слід враховувати.

Запропонована нова математична модель для визначення Δg забезпечує більш високу точність вимірювань за рахунок використання уточненого алгоритму роботи. Така ІНС має більшу швидкодію, ніж відомі системи, оскільки запропонована система забезпечує безперервний процес вимірювань Δg на борту літака під час польоту, на відміну від відомих систем, у яких всю обробку результатів (визначення поправок, усереднення, обчислення аномалій прискорення сили ваги) виконують після польоту на Землі протягом місяців часу.

Ключові слова: аномалій прискорення сили ваги.

УДК 531.383

РОЗРОБКА МІКРОПРОЦЕСОРНОГО ВИТРАТОМІРА ПАЛИВА В АВТОМОБІЛЯХ

*Безвесільна О.М., Киричук Ю.В., Кременський Д.Г., Національний технічний університет
України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Відомі вітчизняні витратоміри палива в автомобілях різних типів не є інтелектуальними приладами. Вони не є автоматизованими та економічними, мають невисоку точність визначення витрат палива.

В роботі, на відміну од відомих робіт, роблено новий мікропроцесорний витратомір палива в автомобілях.

Мета роботи підвищення точності та зменшення витрат палива в автомобілях досягається шляхом розробки нової мікропроцесорної схеми витратоміра.

Використання такої мікропроцесорної схеми забезпечує автоматизований миттєвий контроль витрат палива в автомобілях, більші економічність та точність визначення витрат палива.

Ключові слова: витратомір палива, автомобіль, мікропроцесор.

УДК 621.825.5(088.8)

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ФРИКЦІЙНО-КУЛЬКОВИХ ВУЗЛІВ НАВАНТАЖУЮЧИХ І ЗАПОБІЖНИХ ПРИСТРОЇВ

*Матяш І.Х., Чорнойван О.І., Національний технічний університет України “Київський
політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Прискорені темпи науково-технічного прогресу в області приладобудування і машинобудування вимагають розрахунку нових елементів і пристроїв високої точності і надійності, великої довговічності і продуктивності, з більшим терміном міжремонтної роботи.

Цьому в значній мірі сприяє оснащення приладів і машин навантажуючими і запобіжними пристроями із характеристиками стабільними в часі.

За останні роки розроблено багато нових навантажуючих і запобіжних пристроїв: муфти із гідравлічним і механічним зворотним зв'язком, фрикційно-роликові, фрикційно-кулькові та ін. Особливої уваги заслуговують фрикційно-кулькові пристрої, в основі яких знаходиться фрикційно-кульковий вузол, в якому використовується тертя кочення із просковзуванням кульок.

Як показали експериментальні дослідження у фрикційно-кулькових пристроях момент спрацювання та гальмуючий момент незначно змінюються, на 3-10%.

В даній роботі проведені дослідження фрикційно-кулькових вузлів, одержані аналітичні залежності для розрахунку гальмуючого моменту, а також інших його параметрів.

Особливістю фрикційно-кулькового вузла є залежність гальмуючого моменту і роботи його в цілому від кутів деталей, контактуючих з кульками. Одержані оптимальні значення параметрів елементів вузла, які визначають точність і довговічність його роботи.

Розроблена методика розрахунку фрикційно-кулькових муфт.

Література

1. Матяш И.Ф. и др. Фрикционно-шариковая предохранительная муфта. Авторское свидетельство 1293385 (28.02.87. Бюл. №8).

Ключові слова: фрикційно-кульковий вузол, гальмуючий момент, точність, довговічність.

УДК 541.67.142

НАНО- И МИКРОТЕХНОЛОГИИ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ И КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКЕ

*Гераймчук М.Д., Банников П.А., Камаев В.С., Национальный технический университет
Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

Нано- и микро технологии в настоящее время находят самое широкое распространение в различных областях науки и техники. Особенно они используются там, где предъявляются высокие требования к работоспособности, надежности, габаритным, массовым и энергетическим характеристикам разрабатываемых объектов.

Настоящий доклад посвящен анализу использования нано- и микро технологий при разработке преобразователей измерения различных механических и теплофизических величин. Анализ показывает, что дальнейшее развитие приборостроения невозможно без освоения нано- и пико- технологий и их использования при изготовлении различных видов преобразователей. Уже в данный час существуют разработанные с улучшенными характеристиками кремниевые преобразователи давления и ускорения, которые имеют высокую устойчивость к вибрациям и ударам с размерами до 04-05 мм. Только использования нано- и микро технологий при разработке преобразователей позволяет их кластерное исполнение, которое значительно упрощает их установку на исследуемом объекте.

Особый интерес представляет использование нано- и микротехнологий в космической отрасли. Многие компании и организации высокоразвитых стран, таких как США, Японии, Китая и других усиленно работают над созданием микро аппаратов авиационного и космического назначения. Ими планируется разработка и вывод на орбиты микро- (до 100кг), нано- (до 10кг), и пико (до 1кг) космических аппаратов различного назначения. Разрабатываются также различные микроаналоги традиционных двигателей, турбин и других устройств.

Ускоренное развитие нано- и микро технологий и их применения показывает, что эти технологии начинают переходить в разряд обычных высоких коммерческих технологий, от освоения которых зависит дальнейшее развитие как отдельных отраслей народного хозяйства, так и всей страны в целом.

Ключевые слова: нано- и микро технологии, приборостроение, космическая техника.

УДК 681.51:351

МОЖЛИВОСТІ СУЧАСНОЇ МІКРОТЕХНІКИ ТА МІКРОТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ПОБУДОВІ ВЕКТОРНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ПРИСКОРЕННЯ

*Гераймчук М.Д., Камаєв В.С., Левковський Д.Б., Національний технічний університет
України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна.*

Сучасний стан розвитку різних галузей науки і техніки вимагає мікро мініатюризацію не тільки електронних компонентів і систем, а також і перетворюю-

вачів різних механічних і фізичних величин. Проблема мініатюризації вимірювальних перетворювачів пояснюється їх новими властивостями. Дані перетворювачі, маючи малі габарити і вагу не впливають на об'єкт дослідження і не спотворюють реальну картину зміни вимірювальної величини. Надзвичайно малий розмір перетворювачів дозволяє розміщати їх в будь-якому місці досліджуваного об'єкту. Вони мають також високі метрологічні характеристики, низьку вартість, а також характеризуються малим енергоспоживанням.

В даній роботі розглядаються можливості інтеграції мікротехніки та мікротехнологій в сучасне приладобудування. Використання наробіток мікротехнологій для електронної промисловості, при побудові мікросхем та мікропроцесорів і їх впровадження при розробці перетворювачів різних механічних і фізичних величин, дозволяє отримати перетворювачі з новими метрологічними характеристиками і властивостями.

Можливості сучасних мікро і нанотехнологій розглянуті в даній роботі на прикладі розробки перетворювачів вимірювання повного вектора. При розробці і проектуванні векторних перетворювачів прискорення в мікро виконанні, які мають спроможність вимірювати прискорення в шести координатах, завдяки чому є можливість отримати точну інформацію про поведінку об'єкту в просторі, використання мікро і нанотехнологій, дає можливість виготовляти перетворювачі малих розмірів, а також отримати високу швидкодію завдяки малої інерційності чутливого елемента.

Конструктивно векторний перетворювач виконується у вигляді мікро куба. В якості перетворювачів переміщення чутливого елемента, зваженого в магнітному полі, використовуються ємнісні елементи. Використання векторних мікроперетворювачів прискорення дає змогу отримати вектор руху об'єкта з мінімальними похибками, які можуть виникати при встановленні датчика безпосередньо на об'єкт дослідження.

На сьогодні розробка датчиків в мікровиконанні є одним із перспективних напрямків розвитку сучасного приладобудування.

Ключові слова: векторні перетворювачі прискорення, мікротехнології в приладобудуванні.

УДК 621.311

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАГРУЗКИ И ПАРАМЕТРОВ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА НА КАЧЕСТВО ГЕНЕРИРУЕМОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Гераимчук М.Д., Камаев В.С., Мухин О.Я., Национальный технический университет Украины “Киевский политехнический институт”, г. Киев, Украина.

Для питания различных объектов, офисных помещений, банков, спортивных сооружений и т.д. широко используются дизель-генераторные установки. К данным установкам предъявляются следующие требования: высокое качество генерируемой электрической энергии, надежность запуска и работы и другие.

Они должны работать в условиях, когда нагрузка, например холодильник, насос, электроинструмент, в момент запуска потребляют кратковременно 3–5 кратную мощность и могут стабильно работать при пиковых перегрузках.

Данные дизель-генераторные установки разделяют на асинхронные и синхронные. Асинхронные установки имеют более низкую стоимость, однако, качество генерируемой электрической энергии является низким. С другой стороны асинхронные генераторы также плохо работают при пиковых перегрузках.

Синхронные установки, несмотря на более высокую стоимость, отличаются более высоким качеством генерируемой электроэнергии, а также способны переносить многократные мгновенные перегрузки.

Качество вырабатываемой электроэнергии, как асинхронными, так и синхронными дизель – генераторными установками характеризуется в первую очередь нелинейными искажениями, которые определяются суммарным коэффициентом нелинейных искажений вносимых нагрузкой, и изменением других параметров, от которых зависит их работа.

В докладе рассмотрено исследование влияния нагрузки и изменения параметров дизель – генераторной установки на его рабочие характеристики и качество генерируемой электрической энергии. Для исследований применяется Math Lab с пакетом Simulink. Данный пакет используется для моделирования и исследования динамических систем, модели которых формируются из отдельных блоков. Удобство моделирования в Simulink позволяет исследователю, особенно на этапе подготовки модели динамического объекта не иметь справы с программированием.

Программа автоматически генерируется в процессе выбора та соединения выбранных блоков. При этом автоматически формируется модель исследуемой системы.

Ключевые слова: дизель – генераторные установки, качество вырабатываемой электроэнергии.

УДК 681.51

ЗАДАЧИ ИЗМЕРЕНИЯ ВЕКТОРНЫХ ВЕЛИЧИН УСКОРЕНИЯ

*Полищук И.Н., Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

При решение большинства навигационных задач нужна оценка векторных величин ускорения. Решение задачи измерения векторных величин предполагает предварительное решение задачи идентификации направляющих свойств векторных измерителей.

В докладе, на примере измерения ускорения, рассматривается задача определения взаимного расположения измерительных осей трех акселерометров. Для этого приводятся уравнения задачи анализа, идентификации параметров направляющих косинусов и градиентных коэффициентов.

Показана возможность решения одновременного определения значения как градиентов, так и направляющих свойств системы. Решение задачи предполагает задания для блока чувствительных элементов трех некопланарных векторов ускорения, как проекции на оси базовой системы. Ускорение задаем методом вращением базовой системы координат в поле $\vec{g}$. Диапазон задаваемого ускорения $\pm 1g$. При определении четырех неизвестных системы для решения задачи идентификации необходимо записать систему нелинейных алгебраических уравнений для четырех значений углов поворота базовой системы. Ориентация осей – 7...8 угловых минут.

Ключевые слова: векторные преобразователи, задача идентификации.

УДК 681.2

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

*Кудряшова О.М., Гераимчук М.Д., Камаев В.С., Национальный технический университет
Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

Нейронные сети в современном мире играют значительную роль. Если на производстве поставить задачу решения вопроса оптимизации работы двигателя, оптимизации проектирования ротора, произвести оптимизацию процесса проектирования системы навигации или произвести оптимизацию работы светофора по пропускной способности пешеходов и аналогичные задачи, то на данный момент необходимо использовать нейронные сети. Нейронные сети смогут решить эти вопросы с большей степенью точности по сравнению с используемыми на данный момент методами решения этих вопросов и в оптимальном варианте.

В рассматриваемых материалах, решается задача, оптимизации процесса проектирования ротора с использованием нейронных сетей. Процесс оптимизации проектирования ротора производился с оптимизации выбора однорядного радиального шарикоподшипника из ряда серий сверхлегкой 108, легкой 208, средней 308 и тяжелой 408. Выбор однорядного радиального шарикоподшипника проведен по наработке ведомого вала ротора, т.е. было введено, что наработка однорядного радиального шарикоподшипника приблизительно равна наработке ведомого вала ротора.

При решении данной задачи проведена оптимизация сети для обучения выбору однорядного радиального шарикоподшипника из ряда серий сверхлегкой 108, легкой 208, средней 308 и тяжелой 408. Оптимизация проводилась по количеству слоев в нейронной сети, по количеству нейронов в каждом слое и по весовым коэффициентам нейронов.

Для проверки оптимального выбора однорядного радиального шарикоподшипника из ряда серий сверхлегкой 108, легкой 208, средней 308 и тяжелой

408, выбор оптимального шарикоподшипника был произведен с помощью расчета по формулам, а так же методом нахождения наилучшей альтернативы математическими методами оптимизации.

Ключевые слова: нейронная сеть, система проектирования, оптимизация.

УДК 621.38

ІНТЕРФЕРОМЕТРИЧНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИМІРУ ЛІНІЙНИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ У НАНОМЕТРОВОМУ ДІАПАЗОНІ НА БАЗІ АМПЛІТУДНО-ФАЗОВИХ ГОЕ

*Попов А.Ю., Тюрин О.В., Мандель В.Ю., Шугайло Ю.Б., Чечко В.Е., НДІ фізики Одеського
національного університету ім. І.І. Мечникова, м. Одеса, Україна*

Запропоновано інтерферометричну систему для виміру лінійних переміщень, у якій точність виміру може досягати кількох нанометрів при використанні лазерів видимого діапазону. Така точність досягається використанням в якості поділювачів та змішувачів-аналізаторів лазерних пучків голограмних оптичних елементів (ГОЕ), створених на базі об'ємних пропускаючих амплітудно-фазових голограм.

Наводиться теоретичний розрахунок точності виміру та експериментальні результати.

Ключові слова: інтерферометрична система, голограмні оптичні елементи.

УДК 534.232.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С ДВУХКОНТУРНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

*Шарапов В.М., Филимонов С.А., Мусиенко М.П., Туз В.В., Черкасский государственный
технологический университет, г. Черкассы, Украина*

Пьезокерамические преобразователи широко применяются для измерения различных физических величин (силы, давления, параметров вибрации, звуковых полей др.). Одним из главных недостатков пьезопреобразователей является сравнительно невысокая точность измерения, обусловленная нестабильностью параметров пьезокерамики под воздействием дестабилизирующих факторов (например, температуры). Для устранения этого недостатка используют отрицательную обратную связь, при этом лучшие результаты достигаются при использовании пространственной электромеханической отрицательной обратной связи (ПЭОС).

Введение одноконтурной ПЭОС не позволяет охватить весь объем пьезоэлемента, что в ряде случаев, не дает возможности достичь требуемых значений точности измерения. Для этой цели авторами было предложено использовать двухконтурную ПЭОС.

В данной работе была поведено исследование пьезопреобразователей с двухконтурной ПЭОС с помощью схемотехнического моделирования с использованием пакета программы MicroCap 7.0.

Одна из схемотехнических моделей преобразователя приведена на рисунке.

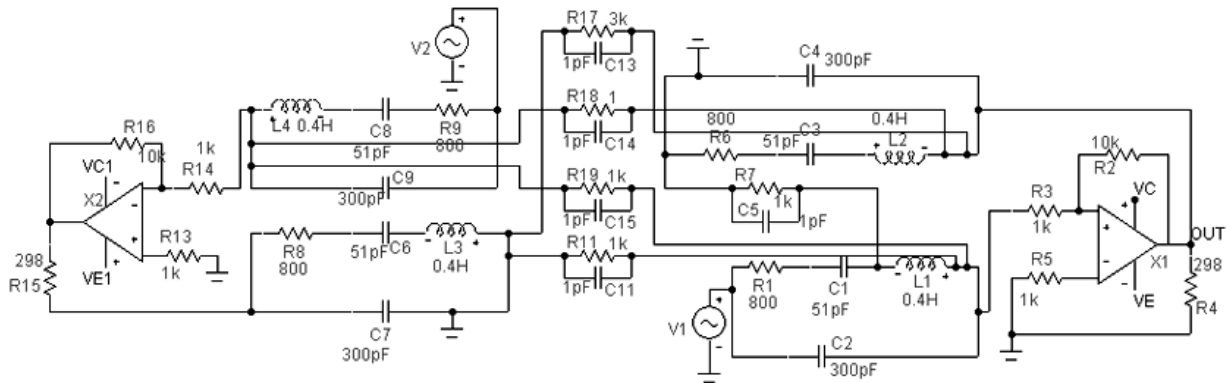


Рисунок 1 – Пьезопреобразователь с двухконтурной пространственной электромеханической обратной связью

Были исследованы амплитудно-частотные, фазочастотные и переходные характеристики, а также устойчивость преобразователей. Проведенные экспериментальные исследования подтвердили результаты теоретических исследований.

Ключевые слова: пьезокерамические преобразователи, двухконтурная пространственная электромеханическая отрицательная обратная связь, схемотехническое моделирование.