

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

УДК 531.383

ВИМІРЮВАННЯ КУТІВ НЕСТАНДАРТНИХ ПРИЗМ

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

При високоточних вимірюваннях плоских кутів раціонально застосовувати багаторазові вимірювання та використовувати метод калібрування, що дозволяє виключити грубі промахи при вимірюваннях, суб'єктивні помилки оператора, неточності виставки призми.

Застосування методу калібрування у виробничих умовах різко розширює асортимент контрольованих призм. Для метрологічної мети застосовуються, як правило, багатогранні призми з рівномірним кутовим кроком, який складається цілим числом разів у кут 2π .

У виробництві часто зустрічаються призми, кут яких не складається у ціле число разів 2π , або призми з малим кутом між нормаллями до граней, вимірювання яких із стичними кутовими інтервалами потребує більшої кількості перестановок.

Вимірювання таких кутів можуть бути виконані за одним з двох наступних варіантів.

1. Вимірювання здійснюють при перестановці призми з кутовим кроком θ із кутовим інтервалом $\theta = \varphi$ доти, доки грань призми не займе положення 2π .

Для даного випадку повинна здійснюватись умова: $2\pi = \varphi m$, де m - кількість положень призми; n - кількість повних обертів, які здійснить призма до замикання; φ - вимірюваний кут. У цьому випадку отримують вираз для похибки вимірювання:

$$\int_0^{2\pi} f(\Delta\varphi) d\Delta\varphi = 0.$$
 Тобто систематична складова похибки вимірювання не буде впливати на точність вимірювання.

Наприклад, при вимірюванні призми з центральним кутом $\varphi = 240^\circ$ повне здійснення умови (3) настає при $n = 2$, $m = 5$. Це означає, що при перестановці призми із кутовими інтервалами необхідно виконати 5 перестановок ($m = 5$). При цьому буде виконана умова (3) і призма при перестановках опише повне коло 2 рази ($n = 2$). Для $\varphi = 160^\circ$ отримують відповідно $n = 4$, $m = 5$.

2. Вимірювання проводять при кутових інтервалах, які перекриваються, ($\theta < \varphi$) таким чином, щоб як кутові інтервали, так і перекриття ціле число разів вкладались у кут 2π . При цьому повинна виконуватись умова: $\frac{2\pi}{\theta < \varphi} = k$, де k -

додатне ціле число. Наприклад, для призми з центральним кутом $\varphi = 240^\circ$ може бути прийнято $k = 2\pi/240^\circ$.

Ключові слова: вимірювач кута, метод калібрування.

УДК 535.5:621.38

КОНЦЕПЦІЯ ПОБУДОВИ ПОЛЯРИЗАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ СУПУТНИКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ АТМОСФЕРИ ЗЕМЛІ

¹⁾Неводовський П.В., ²⁾Гераймчук М.Д., ²⁾Куреньов Ю.П., ¹⁾Петухов В. М.

¹⁾Головна астрономічна обсерваторія НАН України м. Київ, Україна. ²⁾Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут” м. Київ, Україна

Одна з причина змін клімату на Землі обумовлена варіаціями оптичної товщини аерозолі у верхніх шарах земної атмосфери. Для прояснення причин зміни концентрації стратосферного аерозолі необхідно проводити поляриметричні дослідження в УФ - ділянці спектра, де стратосферний озоновий шар повністю поглинає сонячне випромінювання, та виключає участь у формуванні поля дифузно- відбитого випромінювання, як земної поверхні, так і тропосфери [1].

Така задача може бути вирішена за допомогою дистанційного зондування стратосферного озонового шару с борта штучного супутника Землі (ШСЗ) за допомогою бортового малогабаритного поляриметричного комплексу (БМПК), який складається з блоку ширококутної панорамної поляриметричної камери (ШППК) та блоку ультрафіолетового поляриметра високої роздільної здатності (УФП).

ШППК дає змогу отримати поляризаційні зображення об'єкта досліджень в декількох ділянках спектру, зробити їх топографічну прив'язку, отримати зв'язок з даними інших близьких за змістом космічних місій, і вибрати робочу ділянку для більш детального дослідження за допомогою УФП.

УФП, завдяки застосуванню специфічного приймача світла, дозволяє визначити поляриметричну складову вибраного об'єкту у ультрафіолетовій ділянці спектру з високою чутливістю.

Реалізація Проекту дає можливість провести космічний експеримент з отримання поляризаційних спостережних даних, аналіз яких дозволить визначити зміни фізичних характеристик стратосферного аерозолі та дослідити його горизонтальну структуру і зміни за часом [2].

Концепція роботи, побудова такого бортового малогабаритного поляриметричного комплексу, зв'язки його приладів між собою детально розглянута в доповіді.

Ключові слова: супутник, поляриметр, атмосфера Землі, ультрафіолет, озон.

Література:

1. P.V. Nevodovskiy, A.V.Morozhenko Studies into stratospheric ozone layer from near-earth orbit utilizing ultraviolet polarimeter. // Acta Astronautica. Vol. 69, Number 1 January 2009, P. 54-58.

2. Мороженко А.В., Шаврина А.В., Велесь А.А., Роль стратосферного аерозолію в формуванні озонного слоя // Кинемат. физика небесных тел. -2000. - 16. - №4. - С.364-368.

УДК 681.51:351

ІНТЕГРОВАНІ МЕМС ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ДЛЯ СИСТЕМ ВИМІРЮВАННЯ ВЕКТОРА ФІЗИЧНОЇ ВЕЛИЧИНИ

¹⁾Гераїмчук М.Д., ²⁾Шевчук Б.М., ¹⁾Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, ²⁾Інститут кібернетики НАН України, м. Київ, Україна

Розвиток навігаційних систем, проведення сейсмічних, гравіметричних та інших досліджень нині потребують визначення не тільки вимірюваної величини, а й вектора цієї величини. Традиційно побудова подібних систем вимірювання проектувалася на базі гіроскопів. Однак через складність і високу вартість вони використовуються в основному в системах спеціального призначення. Використання таких систем у медицині, автомобільному транспорті, мікро- і наносупутниках, безпілотних літальних апаратах, робототехніці й інших галузях обмежувалось також їх масогабаритними характеристиками. Вирішенню даної проблеми сприяла мікромініатюризація приладобудування. Широке використання виробів мікроелектроніки та мікросистемної техніки пояснюється не тільки їхніми малими розмірами, але й новими якостями, які забезпечують розширення функціональних можливостей технічних систем, підвищення надійності при роботі в екстремальних умовах, а також зменшення собівартості. Застосування МЕМС технологій у побудові систем вимірювання векторних величин є актуальним і перспективним. Розвитку даного напрямку також сприяє інтеграція елементів перетворення фізичних величин (чутливих елементів) з елементами системи обробки корисного сигналу і безпроводної передачі та приймання сигналу. Одною із основних переваг інтеграції є також розробка стандартної мікротехнології, використання базових матеріалів. Що стосується виробництва МЕМС перетворювачів фізичних величин і інтегральних платформ в Україні, то воно не освоєне.

У роботі розглядається новий вид інтегрованих МЕМС перетворювачів для систем вимірювання вектора фізичної величини, які активно розвиваються в останні роки. Вони дають змогу вимірювати лінійні і кутові параметри об'єкта контролю. Коротко розглянуто МЕМС перетворювачі для вимірювання однієї координати, 2-, 3-, 6- координатні і більше, принципи їх побудови і проектування, а також мікротехнології їх виготовлення.

Показано, що на сьогоднішній день розробка датчиків в мікро виконанні є найголовнішим завданням приладобудування, одним із перспективних напрямків розвитку сучасного приладобудування.

Ключові слова: векторні перетворювачі прискорення, мікротехнології в приладобудуванні, сенсорні мережі.

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

$$\max \rightarrow \left\{ H_{\text{диф.}} = - \int_{-\beta}^{\beta} \int_{-\alpha}^{\alpha} p(x, y) \cdot \ln p(x, y) \cdot dx \cdot dy \right\}, \text{ при условиях:}$$

$$\int_{-\beta}^{\beta} \int_{-\alpha}^{\alpha} p(x, y) \cdot dx \cdot dy = 1,$$

$$\int_{-\beta}^{\beta} \int_{-\alpha}^{\alpha} x^2 p(x, y) \cdot dx \cdot dy = \mu_{20}[x, y], \quad \int_{-\beta}^{\beta} \int_{-\alpha}^{\alpha} y^2 p(x, y) \cdot dx \cdot dy = \mu_{02}[x, y],$$

$$\int_{-\beta}^{\beta} \int_{-\alpha}^{\alpha} x y p(x, y) \cdot dx \cdot dy = \mu_{11}[x, y], \text{ где } \mu_{02}[x, y], \mu_{20}[x, y], \mu_{11}[x, y] - \text{центральные}$$

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 $P_0 \geq P_3$. Процесс закончен.

2. Если $P_0 < P_3$ 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 $P_0 \geq P_3$.

3. Число многократных измерений выбирается как максимальные из следующих значений $n_1 = \sigma_{xz}^2 / \sigma_x^2$, $n_2 = \sigma_{yz}^2 / \sigma_y^2$

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

Ключевые слова: многократные измерения, дифференциальная энтропия.

УДК 621.825.5

ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ НА КОЕФІЦІЄНТ μ У ФРИКЦІЙНО-КУЛЬКОВИХ МУФТАХ

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

У фрикційно-кулькових муфтах [1] контактуючі із кульками поверхні мають кути нахилу до осі муфти, які в залежності від їх величини, впливають на момент тертя.

В процесі дослідження були визначенні залежності коефіцієнта μ від чистоти поверхні зразка та величини цих кутів.

Результати експериментальних досліджень були оброблені одним із методів математичної статистики – методом найменших квадратів та представлені на рис. 1.

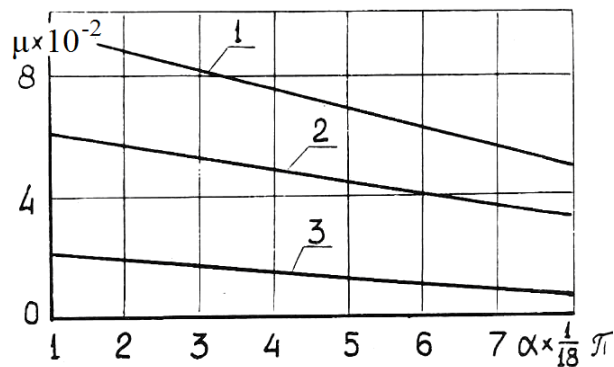


Рис. 1 Графік залежностей коефіцієнта μ від чистоти поверхні зразка та кутів дотику

На рис. 1 представлені залежності коефіцієнта μ від чистоти поверхні та кутів дотику, де 1- залежність μ від α при чистоті поверхні зразка, що відповідає 5 класу по ГОСТ 2789-59, 2 та 3 – при $\nabla 7$ та $\nabla 10$ відповідно. Для розрахунків беруться значення μ , при чистоті поверхні $\nabla 10$, так як в реальних конструкціях робочі поверхні обробляють до чистоти, що відповідає 10 класу.

Ці величини μ ще не в повній мірі відповідають значенням в реальних конструкціях і потребують додаткової оцінки. Проте уже на даному етапі можна приймати коефіцієнт μ для визначення моменту.

Графічні залежності на рис. 1 можна описати в вигляді рівнянь, відповідно:

$$\mu_1 = 0.1017 - 0.0055 \cdot x; \mu_2 = 0.065 - 0.004 \cdot x; \mu_3 = 0.0214 - 0.00203 \cdot x,$$

$$\text{де } x = 1, 2 \dots 8, \text{ що відповідає кутам дисків } \alpha = \frac{1}{18}\pi, \frac{1}{9}\pi, \frac{4}{9}\pi.$$

Ключові слова: фрикційно-кулькова муфта, чистота поверхні, кути дотику, коефіцієнт, метод найменших квадратів.

Література:

1. Матяш І.Ф. и др. “Фрикционно-шариковая предохранительная муфта”. Авторское свидетельство №1293385. Бюл. №8, 1987.

УДК 004.9

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ПОПЕРЕДНЬОГО КОРИГУВАННЯ СИГНАЛІВ КЕРУВАННЯ З МЕТОЮ ПОКРАЩЕННЯ ДИНАМІКИ СИСТЕМ

*Гірняк Ю. Б., Дейнека Р. М., Козут Р. В., Національний університет «Львівська
політехніка», м. Львів, Україна*

Сучасні системи та механізми часто вимагають підвищеної точності та швидкої реакції на зміну керуючих сигналів. Необхідність покращувати їхню динаміку змушує інженерів йти на певні компромісні рішення. Частиною комплексного рішення для покращення динаміки систем може слугувати попереднє коригування керуючих сигналів для виконавчих механізмів з врахуванням умов навантаження, інерційності системи тощо. Її використання може значно покращити динаміку та передбачуваність поведінки усієї системи. При цьому можна досягнути значного зменшення тривалості реагування, часу встановлення, зменшення тривалості та амплітуди перехідних процесів на кінцевій ланці системи, тощо. Для формування скоригованих керуючих сигналів використовуються різноманітні способи: від фіксованих шаблонів поведінки керуючої системи до складних адаптивних моделей поведінки з врахуванням великої кількості параметрів.

До складних моделей керування можна віднести математичні пропорційно-інтегрально-диференціальні (ПІД) контролери, що базуються на використанні достатньо складних інтегральних та диференціальних рівнянь. Врахування різноманітних параметрів в реальному часі разом з інерційними параметрами ланок – складна та порівняно довготривала операція, для її здійснення необхідно залучати значну кількість обчислювальних ресурсів та точних гіпотез керування.

Внесення в систему формування сигналу штучних нейронних систем певних архітектур може повністю чи частково замінити складні обчислювальні алгоритми на достатньо прості та зручні для реалізації послідовності з використанням мікроелектронних засобів (зокрема, мікро-ЕОМ – мікроконтролери, процесори, тощо), які не вимагають значних обчислювальних та інших ресурсів. Також можливо поступово адаптувати систему до реальних умов роботи, зовнішніх впливів (завад, непередбачуваних подій, тощо), впливу часу (старіння та зношування вузлів, тощо). Таке виконання значно зменшує загальну вартість апаратної реалізації при незначних (та передбачуваних) похибках роботи системи.

Дані системи можуть успішно використовуватися в електроприводах різної природи, в роботизованих системах, в системах позиціонування, тощо. В залежності від умов роботи та типів механізмів, вимоги до апаратних засобів можуть змінюватися. Але для демонстрування задовільних результатів роботи осибливих вимог не має.

Ключові слова: динаміка, штучні нейронні мережі, системи керування.

УДК 621.876.1

СИЛОВИЙ АНАЛІЗ ПАНТОГРАФНОГО МОДУЛЯ ЛІНІЙНОГО ПЕРЕМІЩЕННЯ

*Ключковський С.М., Гаваль Н.І., Національний університет “Львівська політехніка”,
м. Львів, Україна*

Пантографні механізми з гідравлічним приводом знаходять широке застосування, не лише для вертикального переміщення вантажів в ножичних підйомниках, а також в якості механізмів маніпуляторів та автооператорів, що широко застосовуються при складанні приладів, та в якості трансформованої щогли мобільних комплексів зв'язку.

Актуальним для даного механізму є зменшення матеріаломісткості і ваги. Більшість виробників продукують механізми пантографного модуля з ідентичним конструктивним виконанням усіх пантографних груп. Проте, однакові за геометрією пантографні групи навантажені неоднаково. Одним з небагатьох виключень з цього правила є пантографний механізм щогли антени новітнього мобільного комплексу зв'язку МІК-МКС, де важелі різних пантографних груп виконані з різними перерізами.

Робота присвячена силовому аналізу двох типових механізмів пантографного модуля з 5-ма пантографними групами і одним гідроциліндром а також з двома гідроциліндрами при робочому навантаженні, напрям якого протилежний переміщенню, що супроводжується видовженням модуля (робота у варіанті підйомника). Необхідна сила гідроциліндрів визначалась для кожного положення. Розрахунок проведено графоаналітичним методом планів сил із застосуванням графічного пакету AutoCAD, що дозволяє підвищити точність розрахунків. Дисипативні втрати та динамічні навантаження не враховувались.

Силовий аналіз показав, що кінематичні пари механізму навантажені в процесі роботи вкрай нерівномірно. Відношення навантаження між найбільш та найменш навантаженими парами становить 107:1 разів. Навантаження в кінематичних парах змінюється також від переміщення. Найбільш навантаженим є положення, що відповідає стиснутому положенню модуля. При збільшенні кута нахилу важелів сили в кінематичних парах зменшуються. Здійснивши порівняння досліджуваних пантографних модулів, ланки механізму з двома гідроциліндрами навантажені дещо меншими силами, ніж ланки механізму з одним гідроциліндром, співвідношення максимальних сил становить на початку підйому відповідно 1:1,2.

Порівняльний силовий аналіз двох схем пантографних механізмів показав характер зміни навантажень в кінематичних парах і дав можливість виявити найбільш навантажені ланки. Знайдені вектори критичних сил, які дають можливість розрахувати на міцність шарніри і ланки механізму. Аналіз показав доцільність розробки конструкції з різними поперечними перерізами ланок з метою зменшення ваги конструкції.

Ключові слова: пантографний модуль, ланка, підйомний механізм.

УДК 621.865.8

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ ЗА ЗВУКОМ

*Івахів О., Мокрицький О., Мушеник П., Національний університет “Львівська політехніка”,
м. Львів, Україна*

На сьогодні існує досить багато відлагоджених та працездатних методів локалізації об'єктів на відкритому просторі. До найвідоміших можна віднести такі системи як GPS та її аналоги (наприклад ГЛОНАС), а також системи визначення просторового розташування, що базуються на використанні інформації про сигнали від найближчих базових станцій стільникового зв'язку (GSM, UMTS мережі, тощо).

Однак нерозв'язаною залишається проблема локалізації об'єктів, що перебувають в закритому приміщенні, де сигнали вищезгаданих глобальних систем позиціонування є або недоступними, або похибка локалізації з їх використанням є неприйнятно великою з тих чи інших причин. Існують варіанти розв'язання даної проблеми тими ж методами, що й на відкритому просторі, а саме: використання спеціалізованих пристроїв-маячків, просторове розміщення яких є відомим. Проте дуже часто немає сенсу вирішувати задачу локалізації повністю, оскільки достатньо знати позицію об'єкта відносно іншого пристрою. Наприклад, це задачі відстежування траєкторії руху об'єкта чи його появи в тій чи іншій точці простору (системи відеоспостереження, системи мультимедійних телеконференцій з автоматичним фокусом на доповідачеві).

В даній роботі було проаналізовано існуючі методи локалізації джерела звуку та зроблено висновки про переваги та недоліки тих чи інших методів, можливі шляхи їх вдосконалення. Основний акцент було зроблено на можливості використання того чи іншого методу локалізації в реальному часі в автоматизованих/роботизованих системах відеоспостереження та сигналізації, а також в системах проведення мультимедійних телеконференцій для автоматичного фокусування системи на доповідачеві.

В роботі представлена оцінка різних алгоритмів звукової локалізації в реальному часі: з використанням масивів мікрофонів, бінауральної локалізації, що базується на алгоритмі TDOA (Time Difference of Arrival — різниця в часі між моментами надходження сигналів).

Базуючись на останньому, було запропоновано вдосконалення — використання фільтрів частинок для визначення положення джерела звуку та відсіювання фальшивих невірогідних результатів, поява яких може бути викликана шумами навколишнього середовища або іншими, слабшими, джерелами звуку.

Ключові слова: локалізація, звук, відстежування, навігація, траєкторія, TDOA, фільтр, робот.

УДК 004.932.2

АНАЛІЗ МЕТОДІВ КАЛІБРУВАННЯ КАМЕРИ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

*Вельган Р.Б., Пилипець П. Я., Національний університет «Львівська політехніка»,
м. Львів, Україна*

Аналізуються системи комп'ютерного зору, зокрема, основні методи калібрування камери, а саме: прямого лінійного перетворення, Цай і Цанга методів. Калібрування камери завжди було одним з найважливіших компонентів фотограметричних вимірювань з самокалібруванням і на даний час залишається невід'ємною його частиною, регулярно застосовується в фотограметричній триангуляції, особливо при високоточних вимірюваннях на близьких відстанях. Автономне калібрування камери є важливим не лише для фотограметрії ближнього зору, але залишається предметом наукового зацікавлення в системах комп'ютерного зору загалом.

Більшість існуючих методів калібрування є складними, для їх використання потрібне точне і дороге обладнання. А простіші методи не забезпечують достатню точність. В даний час виникає потреба в нових способах калібрування, які би забезпечували гнучкість, надійність, відносно низьку вартість, а особливо простоту обладнання, що не вимагає особливих умов калібрування.

Метод прямого лінійного моделювання є простим у проведенні моделювання, мінімізує алгебраїчну суму похибок вимірювання, відзначається достатньо високою точністю. Недоліком цього методу можна вважати необхідність багаторазового застосування процедури мінімізування похибки.

Моделювання за методом Цай застосовується лише до камер, у яких розміри пікселя точно відомі, чим, відповідно, обмежується кількість моделей, що використовуються в системах комп'ютерного зору. Хоча наявні і певні переваги, а саме: маємо можливість введення декількох площин калібрування. Калібрування з використанням тільки однієї площини не дає достатньо стабільні і точні результати. Отже, основним недоліком цього методу є його недостатня точність. Також, тут доводиться оперувати таким поняттям, як коефіцієнт масштабування, точне значення якого знайти зазвичай досить складно.

Цанг запропонував метод моделювання, в якому не використовується таке значення, як коефіцієнт масштабування, що звісно, є перевагою цього методу порівняно з попереднім методом. Площина калібрування згідно з даним методом розглядається в декількох положеннях. Таким чином, похибка є меншою, ніж при використанні інших методів.

На підставі аналізу вибрано оптимальний за критерієм «якість-коштовність» метод калібрування та проведено експериментальні дослідження.

Ключові слова: калібрування камери, коефіцієнт масштабування, площина калібрування.

УДК 621.317

ЦІЛЬОВІ ЗАДАЧІ РУХОМИХ ОБ’ЄКТІВ ТА ЇХ ВПЛИВ НА СКЛАД КОМПЛЕКСІВ ОРІЄНТАЦІЇ І НАВІГАЦІЇ

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

Існує велике різноманіття варіантів виконання комплексів орієнтації і навігації (КОН) різного складу, конфігурації і складності, які великим чином залежать від конструктивних особливостей рухомих об’єктів (РО), їх цільових задач, середовища, в якому ці задачі виконуються. Враховуючи важливу роль особливостей об’єкта у формуванні КОН, з метою узагальнення, можна привести класифікацію об’єктів.

Основною класифікаційною ознакою є середовище використання РО. Їх можна поділити на рухомі об’єкти використання у: космічному просторі; земній атмосфері; водному середовищі; на поверхні Землі; під поверхнею Землі.

Космічні апарати характеризуються рухом по балістичним траєкторіям з великими швидкостями і на великій відстані від поверхні Землі. Це призводить до деяких особливостей у роботі інерціальних навігаційних систем (ІНС), труднощів у використанні сигналів супутникових навігаційних систем (СНС), неможливості використання традиційних радіотехнічних систем. Разом з тим, такі бортові засоби, як астросистеми, інфрачервоні вертикалі, радіовисотоміри можуть успішно використовуватись у складі КОН космічного призначення.

Авіаційні об’єкти, відрізняються великими кутовими швидкостями та прискореннями. Це обумовлює високу частоту оновлення інформації у КОН і накладає жорсткі вимоги на відповідне розроблюване програмно-алгоритмічне оснащення. На цих об’єктах можуть використовуватись всі сучасні навігаційні засоби і системи орієнтації: інерціальні, супутникові, аерометричні, радіотехнічні та інші.

Для засобів, призначених для роботи у водному середовищі, суттєвим недоліком є неможливість використання радіонавігаційних систем, включаючи супутникові. Разом з тим, у складі бортового комплексу можуть бути задіяні гідроакустичні засоби вимірювань для визначення відстаней і напрямків.

Рухомі об’єкти на поверхні Землі (автомобілі та інші засоби пересування) традиційно у меншому ступені використовували можливості комплексної обробки вимірювань для підвищення точності визначення місця і параметрів орієнтації. Розвиток наземного транспорту призвів до необхідності установки навігаційних систем навіть на приватні автомобілі. У сучасних умовах бортовий навігатор автомобіля, використовуючий сигнали супутникових навігаційних і одометричних систем, становиться штатною апаратурою.

Розвиток технології буріння і підземної транспортної мережі (маються на увазі тунелі великої довжини) призвів до необхідності точного позиціонування в умовах роботи під поверхнею Землі, де велика кількість традиційних систем

навігації і орієнтації не можуть бути використаними. У таких умовах основними навігаційними засобами є системи счислення; інерціальні і одометричні, корегуємі спеціальними методами.

Ключові слова: навігаційна система, рухомі об'єкти.

УДК 621.317

ІНФОРМАЦІЙНА ОСНОВА КОМПЛЕКСІВ ОРІЄНТАЦІЇ І НАВІГАЦІЇ

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

Об'єднання окремих систем у комплекси орієнтації і навігації (КОН) дозволяє підвищити точність і надійність відомостей щодо параметрів руху і стану системи, а також підвищити безпеку руху. Узагальнену структуру КОН можна представити у вигляді п'яти взаємопов'язаних модулів (рис.1).

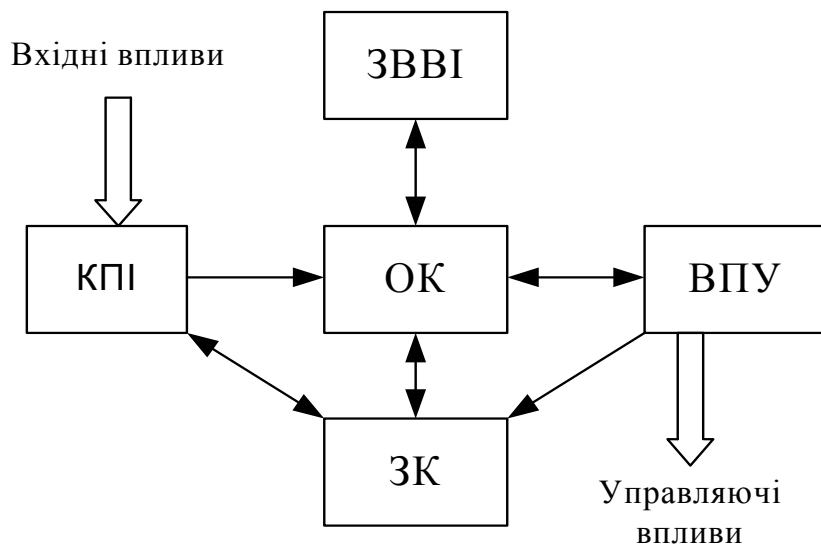


Рис. 1. Узагальнена структура комплексів орієнтації і навігації

Інформаційною основою КОН є комплекс систем – джерел первинної інформації (Кпі), які виконують різні параметри руху або стану об'єкта і передають цю інформацію в аналоговому або цифровому вигляді в обчислювальний комплекс (ОК). На рис. 1 позначено: ЗВВІ – засоби введення і відображення інформації; ЗК – засоби контролю підсистем КОН і об'єкта управління; ВПУ – виконуючий пристрій управління. У Кпі можуть бути присутніми системи, що забезпечують координатні, швидкісні та кутові вимірювання. Вимірювання окремих параметрів можуть дублюватись різними системами (наприклад, координати можуть бути виміряні інерціальним способом і супутниковою системою, кути орієнтації – інерціальною системою і астрозасобами).

Таким чином, Кпі об'єднує системи, що працюють на різних фізичних принципах. Як правило, присутні група радіотехнічних систем (РТС),

інерціальні системи (ІС) та системи: аерометричні (АМС), одометричні (ОМ), акустичні (АС) та інші. Створена інформаційна надлишковість при такому складі є основою для організації комплексної обробки інформації в КОН.

Ключові слова: комплекси орієнтації та навігації, обчислювальний комплекс.

УДК 681.2:004.9

ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ СПЕЦІАЛІСТІВ ПО ІНФОРМАЦІЙНИМ ТЕХНОЛОГІЯМ В ПРИЛАДОБУДУВАННІ

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

В умовах ринкової економіки поєднання можливостей сучасних інформаційних технологій (ІТ) з використанням прогресивних технологій матеріального виробництва, дозволяють істотно підвищувати продуктивність праці та якість продукції і в той же час значно скорочувати терміни проектування та впровадження у виробництво нових виробів.

Сказане вище в першу чергу стосується складної наукомісткої продукції, у тому числі до продукції приладобудування. Тому концепція підготовки студентів – майбутніх спеціалістів промисловості, науки та освіти до роботи в умовах комп'ютерних інтегрованих виробництв є актуальною задачею сьогодення.

Сучасне приладобудування – це проектування та виробництво різноманітних мініатюрних пристроїв з використанням мікроелектромеханічних (МЕМС) – технологій. Майже всі етапи проектування МЕМС пристроїв автоматизовано. Але етап концептуального проектування і розробка принципів функціонування майбутнього пристрою залежить від творчої складової спеціаліста розробника і не може бути стандартизованим. На цьому етапі можуть бути використані можливості стандартного середовища проектування, як допоміжного засобу. За допомогою середовища проектування можна виконати інженерні розрахунки, конструювання та моделювання розроблюваного виробу та його окремих конструктивних елементів, аналіз основних характеристик пристрою, що дозволяє відмовитися у більшості випадків від виготовлення дослідних зразків та лабораторних випробувань, які потребують великих матеріальних та часових витрат.

Таким чином, кваліфікований інженер приладобудівної галузі повинен знати і використовувати комп'ютерні технології, які дозволяють здійснювати синтез схемотехнічних і конструктивних рішень при проектуванні приладів та вимірювальних систем, а також їх оптимізацію.

На кафедрі приладобудування навчання студентів роботі у інформаційних і комп'ютерних системах починається на перших курсах з MSOffice, AutoCad, Компас, MathCad, Delphi. На старших курсах студенти отримують навички роботи у системах MathLab\Simulink, Solid Works\FlowSimulation, CATIA, ANSYS

та створюють застосування з використанням платформи .NET (об’єктно-орієнтована мова C#).

Навички роботи в цих системах студенти застосовують при виконанні курсових та дипломних проектів, виконуючи роботи по проектуванню, конструюванню, моделюванню окремих деталей, вузлів, різноманітних конструкцій та аналізу їх головних характеристик і властивостей.

Отримані знання і практичні навички студенти використовують у своїй подальшій професійній діяльності.

Ключові слова: навчання, приладобудування, інформаційні системи, MSOffice, AutoCad, Компас, MathCad, Delphi, MathLab\Simulink, Solid Works\FlowSimulation, CATIA, ANSYS, платформа .NET, об’єктно-орієнтована мова C#.

УДК 681.121

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ВИХОРОВОГО ВИТРАТОМІРА З ВРАХУВАННЯМ НЕСТАБІЛЬНОСТІ ЧИСЛА СТРУХАЛЯ

*Чеховський С.А., Остапів В.В., Пеца Я.В., Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна*

Для дослідження впливу форми тіла обтікання та витрати робочого середовища на частоту сходу вихорів було проведено ряд числових експериментів, суть яких полягала у моделюванні обтікання тіл різної конфігурації потоком нестисливої рідини. В якості рідини використовувалася вода (вибір робочого середовища в даному випадку пояснюється наявністю даної речовини в бібліотеках програмного забезпечення, оскільки при розрахунках впливовим фактором є число Рейнольдса, яке, згідно гідродинамічної подібності потоків, і визначає характер обтікання).

Робоче середовище умовно вважається нестисливим. Як показують результати експериментальних досліджень, при малих числах Маха газовий потік з достатньою точністю можна розглядати як потік нестисливої рідини. Відповідно, стисливість газів необхідно враховувати тільки при визначенні результуючої витрати.

Розрахунковий домен (область, у якій проводиться моделювання) мала вигляд, наведений на рис. 1. Геометричними параметрами, що характеризують розрахунковий домен є характерний розмір (діаметр) трубопроводу D та характерний розмір тіла обтікання l , співвідношення між якими являє собою коефіцієнт перекриття трубопроводу перешкодою.

За значеннями Sh та Re , отриманими в результаті моделювання процесу обтікання нерухомих тіл призматичної форми потоком нестисливої рідини побудовано відповідні графічні залежності та розраховано градувальну характеристику витратоміра.

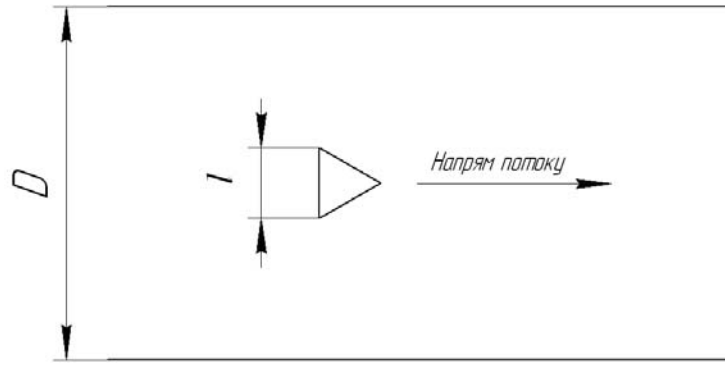


Рис. 1. Загальний вигляд розрахункового домену

Відповідна залежність частоти від швидкості потоку має вигляд полінома:

$$f = 0,526 \cdot v^4 + 3,131 \cdot v^3 + 2,798 \cdot v^2 + 29,22 \cdot v \quad (1)$$

Ключові слова: вихоровий витратомір, число Рейнольдса, витрата, аерогідродинаміка.

УДК 681.121

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ОПОСЕРЕДКОВАНИХ ВИМІРЮВАНЬ ВИТРАТИ ГАЗУ З УРАХУВАННЯМ ВЛАСТИВОСТЕЙ СЕРЕДОВИЩА ТА КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТУРБІННИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ

*Чеховський С.А., Долішня Н.Б., Піндус Н.М., Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна*

З метою вирішення актуального питання забезпечення правильності відтворення значень витрати газу витратомірами та лічильниками, зокрема турбінними та роторними, проведено метрологічні дослідження на базі ПАТ «Івано-Франківськгаз», де експлуатується лабораторія для випробування та перевірки засобів вимірювань об'єму та об'ємної витрати газу на природному газі. При вимірюванні витрати газу турбінними витратомірами варто зауважити наступні особливості експлуатації: у реальних умовах вимірювання витрати газу: швидкість обертання чутливого елемента є функцією від розміру прохідного каналу, форми, ротора, внутрішніх сил тертя, сил аеродинамічного опору, зовнішнього навантаження, а також від густини та компонентного складу газу. На вимірювання витрати газу за допомогою зазначених конструкцій лічильників безпосередній вплив мають сили аеродинамічного опору вимірного середовища, які можна описати кінетичною енергією потоку. Разом з тим швидкість потоку газу спотворюють сили газодинамічного опору та ефект виникнення завихрень у вимірному потоці. Сили газодинамічного опору, що діють на ротор, його лопаті та втулки, можуть викликати відхилення від ідеальної каліброваної швидкості ротора. Дане відхилення, як відомо, можна охарактеризувати функцією безрозмірного відношення сил інерції до сил в'язкості. Це відношення є нічим іншим, як числом Рейнольдса. В основному, ці сили уповільнюють швидкість обертання ротора, відповідно, збільшуючи похибку вимірювання витрати. Варто за-

уважити, що не менш вагомими є сил механічного опору, що сповільнюють рух роторів за рахунок виникнення тертя у підшипниках ротора та механічних навантажень на привід індикаторів потоку.

Отже, беручи до уваги впливові фактори, що формують результативне значення витрати можна стверджувати, що нехтування газодинамічних впливів середовища на результат вимірювання може призвести до втрат вимірювальної інформації. З метою корегування зазначених впливових факторів здійснено математичне моделювання, у результаті якого є можливість спрогнозувати і мінімізувати випадкову складову похибки шляхом введення корегуючих коефіцієнтів. У результаті проведених досліджень стосовно адекватності математичної моделі до експлуатації турбінних витратомірів в реальних умовах на базі випробувальної лабораторії було удосконалено теоретичні методи статистичної обробки опосередкованих вимірювань витрати газу.

Ключові слова: турбінний витратомір, природний газ, число Рейнольдса, похибка.

УДК 531.768

РІВНЯННЯ РУХУ ЧУТЛИВОГО ЕЛЕМЕНТУ МІКРОЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО (МЕМС) АКСЕЛЕРОМЕТРА З УРАХУВАННЯМ НЕЛІНІЙНОСТЕЙ

Гуменюк С. М., Дубінець В. І., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Акселерометри за останні кілька десятиріч еволюціонували до мікроскопічних розмірів та знайшли широке застосування у повсякденному житті. Однак, їх розрахунок базується на формулах та допущеннях, які були прийняті ще на початку розвитку цих приладів. В той час неможливо було знайти аналітичний розв’язок рівнянь руху чутливого елемента акселерометра у загальному вигляді (вони є нелінійними диференціальними рівняннями другого порядку). Зведення цих рівнянь до лінійного вигляду давала змогу провести розрахунок з достатньою, для класичних акселерометрів, точністю. Похибки, які вносилися рухомими частинами, недосконалістю теорії газового та рідинного демпфування, неоднаковістю деталей тощо, значно перевищували похибки від лінеаризації розрахунку.

З розвитком МЕМС технологій стало можливо випускати велику кількість акселерометрів з дуже схожими елементами (інерційна маса, підвіс, демпфування, первинний перетворювач тощо). Таким чином, зменшилися похибки викликані недосконалістю виробництва. І похибки викликані лінеаризацією, як буде показано у доповіді, стали вагомими.

Сучасні комп’ютери дозволяють розв’язувати складні системи диференціальних рівнянь за лічені секунди. Це дозволило розв’язати систему з

рівнянь руху чутливого елемента акселерометра у загальному вигляді за допомогою метода Рунге-Куты з постійним кроком.

У докладі розглядаються результати дослідження уточненої математичної моделі (з урахуванням нелінійностей) руху чутливого елемента на прикладі МЕМС акселерометра.

Ключові слова: рівняння руху, мікроелектромеханічний акселерометр, МЕМС акселерометр, акселерометр, математична модель, нелінійна модель.

УДК 662.

БІОМЕТРИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ МАЙБУТНЬОГО

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

Спектр технологій, які можуть використовуватися в системах безпеки, постійно розширюється. В даний час ряд біометричних технологій перебуває в стадії розробки, причому деякі з них вважаються дуже перспективними. До них відносяться: термограми особи в інфрачервоному діапазоні випромінювання; характеристик ДНК; клавіатурного почерку; аналіз структури шкіри і епітелію на пальцях на основі цифрової ультразвукової інформації (спектроскопія шкіри); аналіз відбитків долонь; аналіз форми вушної раковини; аналіз характеристик ходьби людини; аналіз індивідуальних запахів людини; розпізнавання по рівню солоності шкіри; розпізнавання по розташуванню вен.

Технологія побудови та аналізу термограми є одним з останніх досягнень в області біометрії. Як виявили вчені, використання інфрачервоних камер дає унікальну картину об'єктів, що знаходяться під шкірою обличчя. Різні щільності кістки, жиру і кровоносних судин строго індивідуальні і визначають термографічну картину особи користувача. Термограма особи є унікальною, внаслідок чого можна впевнено розрізняти навіть абсолютно схожих близнюків.

Технологія, побудована на аналізі характеристик ДНК (метод геномної ідентифікації) є, по всій видимості, хоча і найтривалішою, але і найбільш перспективною з систем ідентифікації. Метод заснований на тому, що в ДНК людини є поліморфні локуси (локус – положення хромосоми (в гені або алелі), часто мають 8-10 алелів. Точність даного методу визначається характером і кількістю аналізованих поліморфних локусів і на сьогоднішній день дозволяє досягти рівня 1 помилки на 1 млн людей.

Динаміку ударів по клавіатурі комп'ютера (клавіатурний почерк) при друкуванні тексту аналізує спосіб (ритм) друкування користувачем тієї чи іншої фрази. Існують два типи розпізнавання клавіатурного почерку. Перший призначений для аутентифікації користувача при спробі отримання доступу до обчислювальних ресурсів. Другий здійснює моніторинговий контроль вже після надання доступу і блокує систему, якщо за комп'ютером почала працювати не та

людина, доступ якій був наданий спочатку. Ритм роботи на клавіатурі є досить індивідуальною характеристикою користувача і цілком придатний для його ідентифікації і аутентифікації.

Технологія аналізу форми вушної раковини є однією з останніх підходів у біометричній ідентифікації людини. За допомогою навіть недорогої Web-камери можна одержувати досить надійні зразки для порівняння та ідентифікації.

В даний час ведуться розробки систем "електронного носа", що реалізують процес розпізнавання за запахом. Наявність генетичного впливу на запах тіла дозволяють вважати цю характеристику перспективною для використання в цілях біометричної аутентифікації особистості.

Ключові слова: біометричні технології, електронний ніс.

УДК 681.123

ОТДЕЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ИЗУЧЕНИЯ ИСТЕЧЕНИЯ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА ИЗ БУНКЕРА

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

Вопросы истечения сыпучего материала из донных отверстий бункеров изучаются на протяжении последних 160 лет. Первая работа, посвящённая процессу истечения сыпучего материала, была опубликована Хагеном Е. в 1852 году. На сегодняшний день существует много работ, посвящённых определению расхода сыпучего материала при истечении из донного отверстия. Проведённый анализ имеющихся материалов показал, что все полученные аналитические зависимости описывают постоянный объёмный расход сыпучих материалов.

Действующие ныне общие технические требования (Весы и весовые дозаторы непрерывного действия – межгосударственный стандарт ГОСТ 30124-94) устанавливают определение расхода как отношение приращения массы сыпучего материала к заданному интервалу времени. Интервал времени в соответствии с действующим стандартом принимается равным шести минутам.

Приведенное выше позволяет сделать вывод о том, что вопрос о мгновенном массовом расходе сыпучего материала не рассматривается. Остался и нерассмотренным вопрос о возможных значениях $\pm \Delta q_m$ при истечении сыпучего материала.

При измерении метрологических параметров процесса истечения сыпучего материала из бункера был использован метод, основанный на закреплении бункера с сыпучим материалом на упругом подвесе. В состав упругого подвеса входили 3 последовательно соединённых упругих конструкции:

- кронштейн;
- измерительный преобразователь;
- бункер.

При проведении измерений выходной электрический сигнал в виде напряжения ($U_{\text{вых}}$) снимался с выхода тензорезисторного измерительного преобразователя силы фирмы НВМ модель НLCB1C3 рассчитанному на максимальную нагрузку 550 кгс. Выходной аналоговый электрический сигнал поступал на вход аналого-цифрового преобразователя весового индикатора WE2110 фирмы НВМ. Далее сигнал в цифровом виде по интерфейсу RS232 поступал на вход компьютера. Результаты измерений были получены в виде цифровых значений и в виде графиков зависимости силы от времени.

Предварительные результаты:

1. Процесс истечения сыпучего материала из бункера формирует условия, при которых бункер совершает продольные автоколебания.
2. Данный метод позволяет измерять текущий массовый расход сыпучего материала из донного отверстия бункера.

Первый из указанных результатов получен впервые в практике изучения процессов истечения сыпучих материалов из бункера.

Ключевые слова: сыпучий материал, расход сыпучего материала, бункер.

УДК 004.312

ПРЕИМУЩЕСТВА МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЙ СРЕДЫ PIC ПРИ ПОСТРОЕНИИ ВСТРОЕННЫХ СИСТЕМ

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

Встроенные микропроцессорные системы часто нуждаются в АЦП для работы с миниатюрными аналоговыми датчиками. Поэтому особый интерес для разработчиков представляют АЦП, интегрированные в микроконтроллеры.

Однако следует всегда помнить, что АЦП и микроконтроллер не составляют счастливую пару при совместной работе. Для того, чтобы работать с высокой точностью АЦП (в электронном смысле) необходима тихая жизнь, т.е. чистое электропитание и заземление при полном отсутствии помех.

В то же время микроконтроллер, являясь цифровым устройством, имеет тенденцию засорять линию электропитания и землю всплесками напряжения при каждом переключении сигналов. В результате своей внутренней деятельности он становится локальным источником помех. Большинство известных примеров интеграции АЦП с микроконтроллером (обычно 8 или 10 разр.АЦП) являются, в лучшем случае, компромиссом, а высокая точность преобразования на практике просто невозможна

Фирма Microchip предлагает интересные приёмы улучшения характеристик для 8- и 10-разрядных АЦП при работе в микропроцессорной среде PIC16. Она определяет три составляющих временной задержки в расчётах времени отбора сигнала $t_{oc} : t_{oc} = t_y + t_c + t_{пн}$, где t_y – длительность переходных процессов в

усилителе (обычно 2 мкс); t_c – время зарядки конденсатора удержания сигнала; $t_{тп}$ – температурная поправка, $t_{тп} = (t - 25\text{ }^{\circ}\text{C}) (0,05\text{ мкс/ }^{\circ}\text{C})$.

Доминирующей составляющей является время зарядки конденсатора. Показано, что для получения точности, соответствующей 10-разрядному преобразованию, время отбора сигнала обычно составляет 7,6 РС. Предлагается приём снижения составляющей до значения 2,3 РС для случаев напряжения питания 5В. Также интересен приём снижения общего времени преобразования за счёт варьирования тактовой частотой, т.е. преобразование запускается с использованием допустимой тактовой частоты АЦП, а затем программно переключается во время преобразования на более высокую, превосходящую специфицированную. При этом для 8- и 10-разрядных АЦП можно получить корректные результаты.

Для большинства встроенных систем точность преобразования 8- и 10-разрядных АЦП является приемлемой. Поэтому микроконтроллерная среда PIC16 с точки зрения конструкторов-практиков является оптимальным вариантом благодаря таким представителям семейства, как например, PIC16F874A или PIC16F876A с хорошо апробированным программным сопровождением и привлекательным показателем цена/качество.

Ключевые слова: измерение, встроенная система, PIC-МК.

УДК 384.326

ТЕСТИРОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ КЛИМАТ-КОНТРОЛЯ В ЗИМНИХ САДАХ И ОРАНЖЕРЕЯХ

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

В зимних садах и оранжереях необходимо поддерживать определенные климатические условия в различных зонах (температурный режим, влажность, дополнительную освещенность и др.).

Компьютерное управление нагревательными и осветительными приборами, увлажнителями и вентиляторами иногда требует дополнительной информации для корректировки режима работы. Стационарно установленные датчики не всегда дают исчерпывающую информацию о состоянии различных зон помещения, поскольку из-за роста растений меняются теневые участки, а также показатели климата.

Предлагаемая система контроля измерительных каналов позволяет вносить необходимые поправки в работу исполнительных устройств, а также, при необходимости, тестировать работу всей компьютерной системы климат-контроля.

Система контроля имеет структурную организацию, принятую для систем сбора и регистрации измерительной информации (датчики, измерительные каналы, аппаратура обработки, средства индикации и регистрации). Выбор элементной базы определялся, в основном, показателем цена/качество. Немало-

важную роль при этом играют массо-габаритные показатели и надежность работы системы.

Для построения микроконтроллерной среды выбраны представители семейства PIC16F87XA.

Входной мультиплексор может иметь пять каналов в исполнении 16F873A и восемь в исполнении 16F874A. Входы разделяются с пятью из шести разрядов порта A и трех из восьми разрядов порта E (для 16F874). Разряды порта могут распределяться гибким способом между аналоговыми и цифровыми входами, согласно установкам в специальном функциональном регистре.

Для преобразований средней точности в качестве опорного напряжения АЦП может использоваться напряжение питания, например 5 В. Входной диапазон также будет равен 5 В, сопротивление ключа мультиплексора примерно 7 кОм. АЦП имеет внутреннюю емкость, которая должна заряжаться до уровня входного напряжения к моменту начала преобразования (120 пФ).

Любой штырек порта, который должен использоваться как аналоговый вход, должен быть объявлен входом в регистре TRIS. Большая часть компонентов: МК, внешняя статическая память, драйвер линий интерфейса RS-232, Flash-память могут работать при пониженном напряжении питания (2,7 – 3,6 В). Остальные компоненты требуют питания 5 В.

Для питания системы можно использовать батарею из четырех аккумуляторов NiMH, которая имеет напряжение около 5,5 В в заряженном состоянии и около 4,6 В в состоянии разряда. Графический ЖК индикатор получает питание непосредственно от батареи. Подзарядка аккумулятора производится при подключении системы к USB порту ПЭВМ.

Ключевые слова: PIC-MK, измерение, тестирование.

УДК681.121

ГЕНЕРИРОВАНИЕ ШИМ-СИГНАЛОВ АППАРАТНЫМИ СРЕДСТВАМИ PIC-MK ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОТВОДОМ ТЕПЛА В ЗАКРЫТЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

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

Способы управления вентиляторами при реализации функций «умного дома» можно разделить таким образом:

1. Управление включением-выключением;
2. Линейное управление;
3. Управление с помощью ШИМ.

Сами вентиляторы могут быть 2-выводными, 3-выводными, а также 4-выводными (в которых предусмотрен ШИМ для управления скоростью вращения).

Фирма Analog Devices випускає спеціальні мікросхеми для управління вентиляторами (ADM1028, ADM1031, ADT7460 і др.), призначені в основному для лінійного управління. Наприклад, мікросхема ADM1028 має практично все, в тому числі інтерфейс для підключення до діодам-термодатчиків, які встрайовуються в мікропроцесорні системи. Однак діапазон регулювання швидкості в пристроях такого типу обмежений.

Найбільш прийнятним способом управління є ШИМ-управління. Виключальність ШИМ полягає в її ролі служити воротами між цифровим і аналоговим світами.

По таких параметрах як акустичний шум, надійність і КПД, найбільш вигідними є високочастотні ШИМ з частотою більше 20 кГц. В цьому випадку немає потреби «растягувати» імпульси ШИМ (як в низькочастотних ШИМ) і тому їх застосування не супроводжується акустичним шумом, на відміну від низькочастотних. З допомогою високочастотних ШИМ можна змусити вентилятор працювати зі швидкістю 10% від номінальної (для порівняння – з допомогою лінійного регулювання той же вентилятор можна уповільнити тільки до 50% від номінальної швидкості).

Найбільш надійними при використанні можна вважати сигнали ШИМ-генерації з допомогою компонентів 16F87ХА родини PIC16, завдяки ряду переваг і програмному застосуванню з різними практичними прикладами. Модулі збору даних /порівняння/ШИМ PIC16F87ХА, тобто. ССР-модулі – надійні і універсальні. Вони взаємодіють як з таймером 1, так і з таймером 2. Наприклад, представник 16F873А має два таких модулі, з допомогою яких формуються робочі цикли ШИМ-потіку. Самі модулі управляються регістрами ССРхCON. Період ШИМ пропонує модулів визначається взаємодією регістра PR2 і 8-ю розрядами таймера 2.

Система управління вентиляцією з допомогою ШИМ-генерації в МК-середі PIC16 має гарний показник ціна/якість.

Ключові слова: управління, PIC-МК, ШИМ-генерація.

УДК 531.383

МОДЕЛЮВАННЯ ВІБРАЦІЙНОЇ ПОХИБКИ АВІАЦІЙНОГО ГРАВІМЕТРА

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

Проблеми виявлення у вихідному сигналі вимірювального пристрою корисної складової на фоні сигналів перешкод завжди була актуальною, особливо при проведенні вимірювань на рухомій основі. Для цього звичайно при отриманні та обробці результатів вимірювань застосовують різні процедури оцінювання похибок, алгоритмічну компенсацію, фільтрацію, корекцію вихідного сигналу і т. ін.

З метою вирішення поставленої задачі було проведено дослідження поведінки гравіметра від впливу збурень у вигляді поступальних та кутових коливань, що виникають під час польоту літака і які призводять до появи відповідних похибок. Дослідженню підлягав роторний однокільцевий гравіметр із динамічним настроюванням.

Для визначення величини впливу різних складових поступальних та кутових коливань та характеру їх прояву, на основі розробленої математичної моделі було проведено комп'ютерне моделювання поведінки гравіметра. При цьому змінювались як параметри коливань за частотою та амплітудою, так і власні параметри гравіметра, а саме величина маятниковості, частота обертання ротора та коефіцієнт демпфірування. Діапазон частот та амплітуд збурень обирався з урахуванням відповідних значень, що мають місце при проведенні вимірювань у польоті літака типу АН-24.

Аналіз результатів досліджень показує, що даний тип гравіметра реагує на перехресні лінійні коливання основи сигналом модульованим частотою, що дорівнює частоті обертання ротора. Про цьому середнє його значення має зміщення, яке пропорційне до амплітуди та частоти збурення. Натомість кутовий гармонійно змінюваний сигнал викликає появу на виході гравіметра коливань модульованих частотою обертання ротора, амплітуда яких приймає найбільші значення у районі частот близьких до частоти власних коливань системи і які теж мають зміщення відносно нульового значення.

Проведені дослідження дозволяють зробити відповідні висновки з оптимізації основних параметрів гравіметра. Вони дають змогу розробити рекомендації щодо ефективності використання при обробці сигналу гравіметра алгоритмічної компенсації складової похибки від кутових збурень та застосування фільтрації сигналу від лінійних перехресних прискорень.

Ключові слова: гравіметр, моделювання, похибка, алгоритмічна компенсація, обробка результатів вимірювань.

УДК 621.3.049.779

ОБЗОР И АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМ И КОНСТРУКЦИЙ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ И ОСНОВАННОЕ ВЫБОРА ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОГО ВИБРАТОРА

*Дубинец В. И., Лысый О. М., Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

При калибровке вибродатчиков в качестве образцовых средств измерительной техники используются калибровочные вибростенды. Основным узлом этих устройств является возбудитель механический колебаний - вибратор. По принципу возбуждения вибраторы делятся на: механические, электрические, пневматические и гидравлические, пьезоэлектрические, магнитострикционные, электромагнитные.

Механические вибровозбудители выгодно выделяются простотой конструкции, удобством плавного регулирования частоты вибрации, низкой чувствительностью к изменениям внешних воздействий, возможностью устойчивой работы при преодолении больших диссипативных сопротивлений колебаниям. Они несложны в изготовлении, дешевы, питаются током промышленной частоты. Однако им свойственны свои недостатки.

У эксцентриковых вибровозбудителей ведущее звено имеет вполне определенное движение, зависящее только от геометрических размеров механизмов (эксцентриситета кривошипа). Обычно их применяют для создания прямолинейных гармонических и бигармонических колебаний.

В основе электродинамического способа возбуждения колебаний лежит явление образования переменной электродинамической силы при взаимодействии постоянного магнитного поля с проводником, по которому протекает переменный электрический ток.

Преимущества вибраторов: отсутствие трущихся частей, высокая долговечность.

Недостатки: малая удельная мощность, чувствительность к неблагоприятным условиям эксплуатации, а также наличие э.д.с. индукции в катушке управления, демпфирующей колебания.

Анализ существующих типов вибровозбудителей показал, что требованиям наиболее удовлетворяет электродинамический вибратор. Долговечность, плавная работа без лишних шумов, малое время вхождения в заданный режим, возможность использования стандартных источников питания - основные преимущества данного типа вибраторов.

Ключевые слова: вибраторы, механические, электрические, пневматические, гидравлические, пьезоэлектрические, магнитострикционные, электромагнитные.

УДК 621.3.049.779

БИМОРФНЫЕ ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДАТЧИКОВ ВИБРАЦИИ

*Дубинец В.И., Котляров К.П., Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

В настоящее время в качестве чувствительных элементов пьезоэлектрических акселерометров (ПА) с деформацией изгиба наиболее актуальным являются применение биморфных пьезоэлементов (БПЭ) в виде шайб с центральным отверстием для крепления в корпусе датчика. БПЭ представляет собой две пьезокерамические пластинки соединенные между собой. Преимуществами ПА с БПЭ изгибного типа является простота конструкции, возможность отказаться от инерционной массы в классическом понимании, так как БПЭ выступает сам в роли массы, вследствие чего значительно уменьшается восприимчивость к

поперечным ускорениям, что является важным фактором при создании датчиков высокой точности.

С точки зрения реализации пьезоэффекта, применение дискового изгибного БПЭ более рационально, так как позволяет получить двуосное напряженное состояние в пьезоэлементе. Воздействие на него нормальной к поверхности электродов и равномерно распределенной силы приводит к изгибу пьезокерамических пластин, при этом одна из которых стремится сжаться, а вторая растянуться в радиальном направлении. В результате, в каждой элементарной ячейке слоя возникают нормальные и тангенциальные деформации в поперечном, относительно вектора остаточной поляризованности, направлении. Основным вклад в генерируемый заряд вносят области, удаленные от нейтральной плоскости и имеющие максимальную деформацию.

Рассмотрено получение коэффициента преобразования БПЭ исходя из уравнения вынужденных колебаний биморфного диска. Полученные зависимости позволяют судить о влиянии геометрических параметров на коэффициент преобразования БПЭ и его резонансную частоту.

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что коэффициент преобразования имеет квадратическую зависимость от радиуса БПЭ, а уменьшение радиуса опоры приводит к увеличению коэффициента преобразования. При этом толщина, при небольших значениях радиуса БПЭ, практически не оказывает влияния на коэффициент преобразования.

Ключевые слова: пьезоэлектрический акселерометр, биморфный пьезоэлемент, пьезокерамика.

УДК 681.26:389.1

МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕТАПІВ ЖИТТЕВОГО ЦИКЛУ ВАГОВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

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

Розглянуті етапи життєвого циклу неавтоматичних зважувальних приладів та нормативна база метрологічного забезпечення проходження цих етапів. Показана необхідність гармонізації не тільки термінологічного змісту регіональних нормативних документів з метрології, а і процедур-методик проведення випробовувань та алгоритмів одержання числових оцінок для характеристик узгоджених термінів.

Основою для розв'язку цієї задачі може бути запровадження єдиних міжнародних нормативно-правових документів (НПД) з мінімальними національними корекціями.

З початку 2012 року в Україні почав діяти НПД – технічний регламент на неавтоматичні зважувальні прилади, який відповідає Директиві ЄС 90/384/ЄЕС та європейській нормалі EN 45501. Запроваджений технічний регламент зняв

більшість протиріч на рівні узгодження метрологічних характеристик (МХ) статичних ваг, як засобів вимірювальної техніки в цілому.

Поряд з цим МХ компонентів ваговимірювальних приладів – датчиків, комутаційного обладнання, електронно-перетворюючих цифрових приладів – нормують згідно регіональних та національних нормативно-технічних документів (НТД). При цьому переважає традиційний підхід нормування граничних значень відносних або відносних приведених похибок.

Метою дослідження було порівняння числових характеристик ряду складових похибок датчиків (нелінійність статичної характеристики, гістерезис, часових змін показів навантажених та розвантажених перетворювачів, випадкових складових) одержаних згідно діючих НТД в Україні, Росії, Німеччині, США та Японії.

Для досліджень були вибрані ряди тензорезисторних перетворювачів НЛС та Z6 (HBM, Німеччина), LMB-A (KYOWA, Японія), ДСТ 9035 (Сибтензоприбор, Росія) та SQB (KELI Electric, Китай). Навантаження створювалось мірами маси кл. точності М2. Вихідні сигнали вимірювалися приладами WE 2110 (HBM), ТП002 (УКРВЕСКОМ) з кількістю повірочних поділок $n=6000d$.

Числові значення для різних складових відрізнялися на 70-400%.

При застосуванні вимог міжнародних рекомендацій МОЗМ (OIML) MR60, вважанні технічних засобів за ваговимірювальні датчики (Load Cell) і вагову електроніку (WE), нормуванням їх МХ через ціну повірочної поділки (e), верифікаційний інтервал (η) та чутливості приладів в мкВ/е. характеристики всіх датчиків задовільно узгоджувалися з МХ вагів побудованих з їх використанням.

Ключові слова: ваговимірювальні датчики, метрологічне забезпечення.

УДК 681.828.34

ВІРТУАЛЬНИЙ ПРИЛАД «ЗВУКОВИЙ СИНТЕЗАТОР»

*Заїка В.В., Національний технічний університет України
„Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Сучасна звукозаписуюча апаратура все більше орієнтується на комп'ютерні технології. Вони створюють можливість не тільки запису і відтворення автентичних звуків, але і синтез нових звукових сигналів. З їх допомогою можлива генерація базових типів звукових хвиль, які використовуються у звуковому синтезі, дослідження взаємного впливу сигналів однакової частоти, але різної фази та форми, візуалізація, трансформація, визначення головних параметрів звукового сигналу.

Більшість професійних віртуальних синтезаторів мають широкий набір опцій, проте користувач такої апаратури повинен розуміти зміст таких специфічних понять, як адитивний чи субтрактивний синтез, низькочастотна модуляція сигналу, фільтрація спектру тощо. Необхідно добре володіти технікою запису

складної поліфонічної фонограми. В той же час доведене до раціонально необхідного рівня спрощення алгоритму використання синтезатора дає можливість абстрагуватися від тембрів різних інструментів, зосередившись на перевірці правильності нотного запису, а також розвивати музичний слух.

В роботі представлено віртуальний прилад «Звуковий синтезатор», виконаний у середовищі графічного програмування LabVIEW. Він орієнтований на звукоінженерів, музикантів – як аматорів, так і професіоналів. У приладі за допомогою графічного інтерфейсу (див. рисунок) реалізована частина фортепіанної клавіатури в діапазоні однієї октави з можливістю октавного зсуву, чим досягається охоплення всього діапазону фортепіано. Візуалізація звукової хвилі дозволяє вивчати частоти рівномірно-темперованого строю, їх інтервальне відношення тощо.

Ключові слова: звуковий синтезатор, комп’ютерні технології, віртуальний прилад.

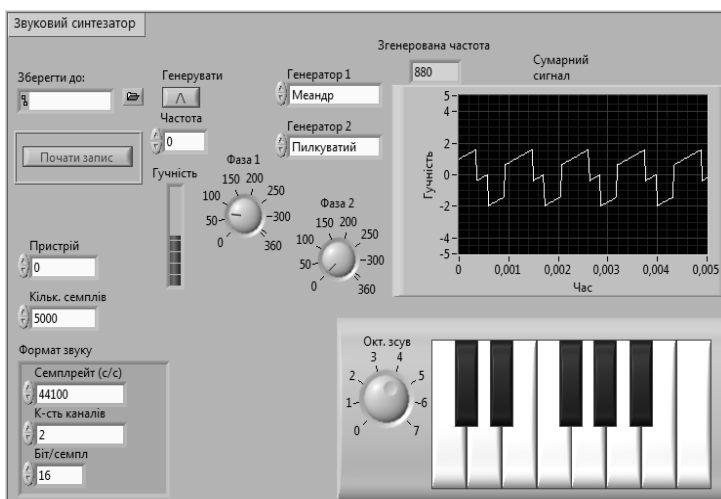


Рисунок. Панель користувача віртуального приладу «Звуковий синтезатор»

УДК 681.3

СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ОБРОБКИ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ НА ОСНОВІ ВІРТУАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

Семенов С.В., ДП Всеукраїнський державний центр стандартизації, метрології, сертифікації та захисту прав споживачів (ДП «Укрметртестстандарт»), м. Київ, Україна

В даний час використання комп’ютерної техніки в наукових дослідженнях не обмежується математичним моделюванням. Все частіше сучасна обчислювальна техніка використовується для приймання, обробки та аналізу сигналів від реальних фізичних об’єктів та для керування ними. При цьому виникає необхідність в електричних датчиках, перетворювачах сигналів та спеціальному програмному забезпеченні. Всі ці елементи займають багато простору та потребують вторинних перетворень і обробки сигналів. Крім цього, потрібні додаткові розрахунки та обчислення.

Технологія віртуальних приладів, що симулюють реальні фізичні прилади, може бути використана для створення спеціалізованих систем вимірювання та тестування, а також систем автоматизації. Дана розробка підтримує величезний

спектр обладнання різних виробників і має у своєму складі (або дозволяє додавати до базового пакету) численні бібліотеки компонентів.

При дослідженні метрологічних характеристик високоточних витратомірів необхідно контролювати такі параметри потоку рідини як температура, витрата, маса, тиск, густина, рівень пульсацій, тощо. На базі середовища LabView був розроблений комплекс для роботи із ЗВТ, що мають аналогові або цифрові виходи. Для аналогових виходів можлива робота з діапазонами 4-20 мА та 0-20 мА або з виходами по напрузі. На панелі приладу одночасно відображаються рівень сигналу, витрата, накопичений об'єм з моменту початку вимірювання, найбільше і найменше значення витрати. Також можливо слідкувати за відхиленням витрати і спостерігати граф, що дає можливість стежити за пульсаціями витрати в процесі вимірювання. Даний віртуальний прилад не обов'язково відтворювати кожен раз та для кожного каналу. Оператор може використовувати його як готовий підприлад. Для збільшення кількості приладів або каналів достатньо буде скопіювати необхідну кількість разів декілька об'єктів, що відповідають за входи.

Для обробки даних цифрового виходу був розроблений віртуальний прилад, у якому передбачена опція зміни полярності сигналу і установка рівня спрацювання, що дозволяє використовувати його для всіх типів імпульсних виходів ЗВТ.

Універсальність даних віртуальних приладів дозволяє комбінувати їх в один комплекс протягом лічених хвилин за допомогою декількох натискань мишкою. Таким чином отримано заміну 27-ом реальним приладам використовуючи тільки два модулі і дві програми. Навчання роботі з таким комплексом потребує всього кілька хвилин.

Ключові слова: віртуальні прилади, вимірювання фізичних величин, середовище LabView.

УДК 663.4:2.022

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АСУ ТП – СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ, УЧЕТА КОНТРОЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ ДРОБЛЕНИЯ И ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МЕДНОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ ОАО «АЛМАЛЫКСКИЙ ГМК»

*Каландаров П.И., Авазов Ю.Ш., Зикриллаев Б.Х., Ташкентский Государственный
технический университет, г. Ташкент, Республика Узбекистан*

В докладе анализируются вопросы автоматизации производственного процесса отделения дробления и измельчения медной обогатительной фабрики.

Решение вопросов проектирования автоматизации - вновь строящегося дробильно-измельчительного комплекса предусматривается в рамках создания автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП), являющейся составной частью автоматизированной системы управления обогатительной фабрики. Системы автоматизации объекта различается не толь-

ко количественными показателями, но и требованиями по надежности и безопасности, исполняемыми функциями, сроками внедрения.

Основными целями создания АСУТП является достижение на базе современной технологии и надежного технологического оборудования: эффективно-го использования технологического оборудования за счет достижения высоких удельных нагрузок и коэффициентов движения; эффективного использования энергоносителей и реагентов за счет снижения удельных расходов.

В сферу ответственности проектируемой АСУТП входит контроль и управление следующими технологическими переделами: прием и складирование дробленой руды; измельчение и классификация; додрабливание.

Автоматизированная система управления проектируется с учетом требований непрерывной работы в течение 24 часов в сутки в реальных условиях обога-гательного производства. Все оборудование контроля и управления, устанавливаемое непосредственно в технологической зоне, обеспечивает выполнение заданных функций при температуре до +50 °С, имеет исполнение и степень за-щиты, соответствующие условиям внешней среды в месте их установки.

Нижний уровень представлен датчиками основных технологических пара-метров и регулируемые исполнительными механизмами. На базе этого обо-рудования строятся системы контроля и регулирования.

Контроль и управление параметрами дробилок додрабливания (температура подшипников и обмоток двигателей, уровень в приемной воронке, потребляе-мая мощность, уровень, давление и проток масла и др.). Стабилизация уровня в приемных воронках дробилок изменением скорости ленточных питателей.

Верхний уровень включает в себя автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора, технологический сервер и инженерную станцию.

Технические решения, послужившие основой для проектирования АСУ ТП, ориентированы на оптимизацию соотношения экономии ресурсов, удобство монтажа и эксплуатации, качественное сервисное обслуживание.

Ключевые слова: АСУ ТП, контроль управления, дробление, измельчение.

УДК 531.7.08; 621.317

ВИМІРЮВАННЯ НЕСТАЦІОНАРНОГО ТИСКУ В РЕАЛЬНОМУ МАСШТАБІ ЧАСУ

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

Для багатьох високотехнологічних систем існує потреба вимірювання швидкозмінного нестационарного тиску (контроль тиску у камерах згорання двигунів, відпрацювання виробів аерокосмічного комплексу, наукові дослідження тощо). Однак, новою вимогою на сьогодні є те, що такі вимірювання необхідно реалізовувати в реальному часі.

Вимірювання динамічного тиску відноситься до класу некоректно постав-лених задач, а більшість методів вимірювання побудована на принципі

регуляризації Тихонова. Проте, такі методи мають низьку швидкодію і точність тому для багатьох сучасних систем автоматичного керування вже непридатні. Зважаючи на це, розроблення методів точного вимірювання нестационарного тиску в реальному часі є актуальною проблемою.

Пропонується метод вимірювання нестационарного тиску в реальному часі з використанням вейвлет перетворення вихідного сигналу сенсора. При цьому в якості базисної функції вейвлет образу вихідного сигналу пропонується використовувати модифіковану імпульсну перехідну функцію сенсора.

Використання апарату вейвлет перетворень дає змогу піддати диференціюванню вихідний сигнал сенсора і відновити вхідний сигнал.

При цьому швидкодія методу дозволяє здійснювати вимірювання практично в реальному часі.

Ключові слова: тиск, нестационарний, вимірювання, реальний час, вейвлет перетворення.