

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ФАКУЛЬТЕТ АВІАЦІЙНИХ І КОСМІЧНИХ СИСТЕМ

**ПРОТЕХНОЛОГІЇ, НАВІГАЦІЯ, КЕРУВАННЯ
РУХОМ ТА КОНСТРУЮВАННЯ
АВІАЦІЙНО-КОСМІЧНОЇ ТЕХНІКИ**

**Тези доповідей учасників
XXI науково-технічної конференції
студентів та молодих учених**

21 березня 2018 року

м. Київ

Київ
«Політехніка»
2018



Гіротехнології та конструювання літальних апаратів: Тези доп. учасн. XXI наук.-техн. конф. студ. та молодих учених. – К.: ІВЦ “Видавництво «Політехніка»”, 2018. – 95 с.

Висвітлено питання проектування та моделювання інерціальних комплексованих, супутникових навігаційних систем, гіроскопічних систем, систем орієнтації та керування, чутливих елементів гіроінерціальних систем – гіроскопів та акселерометрів, а також проектування літальних апаратів, комплектації та програмування вбудованих систем автоматизації експериментальних досліджень.

Організаційний комітет:

В.В. Сухов, проф.
В.В. Кабанячий, проф.
О.В. Прохорчук, доц.
М.В. Добролюбова, доц.
О.С. Мацілецька, асп.
О. Ю. Гаваза, асп.

Програмний комітет:

О.В. Збруцький, проф.
В.В. Сухов, проф.
В.В. Кабанячий, проф.
О.В. Прохорчук, доц.
М.В. Добролюбова, доц.
О.С. Мацілецька, асп.
О. Ю. Гаваза, асп.

Відповідальний
редактор

О.В. Збруцький, проф.

Наукове видання

Гіротехнології, навігація, керування рухом та
конструювання авіаційно-космічної техніки

В авторській редакції

Тези доповідей учасників
XXI науково-технічної конференції студентів та молодих учених
21 березня 2018 року
м. Київ

Зміст

Антіфеев Т.І., Самарцев Л.М.	9
СИСТЕМА СТАБІЛІЗАЦІЇ ОБЕРТАННЯ ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ	
Баштовий М.Ю., Зінченко В.П.	9
ПРОГРАМНІ СИСТЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ ІОС. GPSS ТА ІН	
Безпалько О.С., Шевченко К.Л.	10
СУЧАСНЕ ВИКОРИСТАННЯ КВАДРОКОПТЕРІВ. ЇХНІ ПЛЮСИ ТА МІНУСИ	
Бобков Ю.В., Березниченко В.О.	12
РОЗРОБКА ДАТЧИКА ТЕПЛООВОГО ПОТОКУ ТА ТЕМПЕРАТУРИ	
Богиня Е.О., Кривохатко І.С.	13
АЕРОДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕЛЕСКОПІЧНОГО КРИЛА	
Бондаренко О.М., Прищепа А.О.	14
ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ТВЕРДОТІЛЬНОГО ВІБРАЦІЙНОГО ГІРОСКОПУ З МЕТАЛЕВИМ РЕЗОНАТОРОМ	
Васильчук С.М., Богомазов С.А.	15
МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ ВІДСТАНИ	
Васінський Е.П.	16
АВТОНОМНА СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ КЛІМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ	
Виходцев Д.С., Хімиченко Б.П.	17
ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗРОБКИ ПІРОМЕТРА	
Войтюк А.К., Шевченко К.Л.	18
АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ПОШУКУ ПРИХОВАНИХ МЕТАЛЕВИХ ПРЕДМЕТІВ	
Войтюк О.О., Кривохатко І.С.	19
ВПЛИВ ВІНГЛЕТІВ НА АЕРОДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ СХЕМИ «ТАНДЕМ»	
Волчанський В.В., Богомазов С.А.	20
ПІДСИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУРИ ТА ВОЛОГОСТІ У ПОБУТОВИХ ПРИМІЩЕННЯХ	
Гапон М.В., Шевченко К.Л.	21
ВЕБ-ІНТЕРФЕЙС СИСТЕМИ ЗБОРУ АКУСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ	
Гловацкий Т.В., Богомазов С.А.	22
БАГАТОРАЗОВИЙ КОСМІЧНИЙ АПАРАТ	
Горох А.В.	23
ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НА GPSS	



Гращенко М.В., Шумков Ю.С.	24
ФОРМУВАННЯ ВИПРОБУВАЛЬНИХ СИГНАЛІВ СПЕЦІАЛЬНОЇ ФОРМИ НА ОСНОВІ ЕКСПОНЕНЦІАЛЬНИХ СПЛАЙНІВ	
Дараган В.С., Шумков Ю.С.	26
ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ З ВИКОРИСТАННЯМ ВИПРОБУВАЛЬНИХ СИГНАЛІВ СПЕЦІАЛЬНОЇ ФОРМИ	
Душеба О.В., Сухов В.В.	27
ФОРМУВАННЯ СИЛОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ ПЛАНЕРУ ЛІТАКА МЕТОДОМ ТОПОЛОГІЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ	
Єременко В.С., Литвин Т.В.	28
АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИНАМІЧНИХ ВИПРОБУВАНЬ РУХОМОГО СКЛАДУ	
Жигальов І.В., Богомазов С.А.	29
РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВІДДАЛЕНОГО ЗБОРУ ДАНИХ НА ОСНОВІ ПРОТОКОЛУ MQTT	
Замотайло Т.В.	30
ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СТІЙКОСТІ АЛГОРИТМІВ ОПРАЦЮВАННЯ ДАНИХ ЗА НАЯВНІСТЮ АНОМАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ	
Іванченко Ю.В., Стаценко О.В.	31
ПРИЛАД ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ РОБОЧОГО МІСЦЯ	
Кобець Д.В., Шантир С.В.	32
МОДУЛЬ ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ОБЕРТАННЯ ВАЛУ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ГЕЛІКОПТЕРА	
Козир О.В.	33
ВИМІРЮВАННЯ ІМПУЛЬСУ ТЕМПЕРАТУРИ ТЕРМОПАРАМИ	
Коробка М.А., Туз Ю.М.	34
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПОКРАЩЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК БЛП	
Костелецький Д.В., Козир О.В.	35
ОГЛЯД МОЖЛИВОСТЕЙ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ» ДЛЯ КОНТРОЛЮ КЛІМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ	
Котвицький Р.С.	36
АВТОМАТИЧНА ПОСАДКА БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ НА ОСНОВІ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ЗОРУ	
Кофанов О.В., Володарський Є.Т.	37
АДАПТИВНІ АЛГОРИТМИ. ВИЗНАЧЕННЯ ВІДПОВІДНОСТІ ОБ'ЄКТУ НОРМАМ	
Кравченко О.А., Яремчук Н.А., Моніт Ю.О.	38
ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ РІВНЯ ТРУДНОСТІ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ НА ОСНОВІ ДАНИХ МОНІТОРИНГУ СИСТЕМИ ТЕСТУВАННЯ	



Круглик Є.Ю.	39
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННІ З КОНДИЦІОНУВАННЯ	
Лещенко В.С., Богомазов С.А.	40
СИСТЕМА ЛОКАЛЬНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ МОБІЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ НА БАЗІ ХМАРНОЇ ПЛАТФОРМИ	
Лівадіна А.Ю.	42
ІДЕНТИФІКАЦІЯ ОСОБИ ЗА ГЕОМЕТРІЄЮ ОБЛИЧЧЯ	
Луценко В.С., Туз Ю.М.	43
СИСТЕМА ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДСИЛЮВАЧІВ КЛАСУ В	
Мацера С.В., Бурнашев В.В.	44
УЛЬТРАЗВУКОВА СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ ВЕКТОРА ПОВІТРЯНОЇ ШВИДКОСТІ ДЛЯ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАКА	
Мацілецька О.С., Прохорчук О.В.	45
ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОГРАФІЧНИХ КООРДИНАТ ОБ'ЄКТІВ ЗАСОБАМИ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ В УМОВАХ ЗБУРЕНОЇ АТМОСФЕРИ	
Мокляков В.В., Стаценко О.В.	46
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ТЕСТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ДЖЕРЕЛ БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ	
Назаренко О.О., Коржова Л.Р., Самарцев Ю.М.	47
ТЕПЛОВІЗІЙНА СИСТЕМА ОРІЄНТАЦІЇ	
Недашківський Д.С., Стаценко О.В.	48
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ТЕСТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ БЛОКІВ ЖИВЛЕННЯ	
Нерозна І.О., Добролюбова М.В.	49
СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО ДИСТАНЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ МІКРОКЛІМАТОМ ВСЕРЕДИНІ БДЖОЛИНОГО ВУЛИКА	
Нечипоренко О.М., Гоїнець О.О.	50
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ МІНІАТЮРНОГО БАРОМЕТРИЧНОГО ВИСОТОМІРА НА БАЗІ П'ЄЗОРЕЗИСТИВНОГО ДАТЧИКА ТИСКУ	
Нечипоренко О.М., Мелашенко В.О.	51
КВАДРОКОПТЕР ПІДВИЩЕНОЇ НАДІЙНОСТІ, ЩО ПРОДОВЖУЄ ПОЛІТ ПРИ ВІДМОВІ ГВИНТОМОТОРНИХ ГРУП	
Нечипоренко О.М., Брижан С.С.	52
ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ МАГНІТОМЕТРИЧНОЇ СИСТЕМИ ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ	
Ніколаєва К.Д., Самарцев Ю.М.	53
ВИМІРЮВАЛЬНИЙ КАНАЛ З ВИКОРИСТАННЯМ АКСЕЛЕРОМЕТРУ	



Олексієнко О.О., Козир О.В.	54
ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГІРОСКОПУ В АОР ARDUINO	
Опольський С.В.	55
АВТОМАТИЗОВАНЕ ВІДТВОРЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ УМОВ ДЛЯ КУЛЬТИВУВАННЯ СПОЖИВЧИХ АГРОКУЛЬТУР	
Осінцева М.Б.	56
АНАЛІЗ МЕТОДІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ СИГНАЛУ З ЛОКАЛЬНО ЗОСЕРЕДЖЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ	
Остапчук О.С., Шевченко К.Л.	57
НАДВИСОКОЧАСТОТНИЙ ВИМІРЮВАЧ ВОЛОГОСТІ ТВЕРДИХ І СИПУЧИХ РЕЧОВИН	
Охріменко Ю.В., Тесик Ю.Ф.	58
РОЗРОБКА ЦИФРОВОГО ОДНОФАЗНОГО БАГАТОТАРИФНОГО ЛІЧИЛЬНИКА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	
Павленко В.Р.	59
ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПІЧЧЮ ПОЛІМЕРИЗАЦІЇ ПО ПРОПОРЦІОНАЛЬНО-ІНТЕГРАЛЬНО-ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОМУ (ПІД) ЗАКОНУ РЕГУЛЮВАННЯ	
Панченко В.В., Туз Ю.М.	60
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА МЕТРОЛОГІЧНОЇ АТЕСТАЦІЇ ШИРОКОСМУГОВИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПІДСИЛЮВАЧІВ	
Петруша С.Г., Богомазов С.А.	61
МЕРЕЖЕВА СИСТЕМА ЗБОРУ НАВІГАЦІЙНИХ ДАНИХ НА ОСНОВІ РЕАКТИВНИХ JAVA-ТЕХНОЛОГІЙ	
Попов А.Є.	62
ВПЛИВ ТИПУ ОПЕРЕННЯ ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА СХЕМИ «КАЧКА» НА РОЗПОДІЛ АЕРОДИНАМІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ПО КРИЛУ	
Прохорчук О.В., Кравченко К.В.	63
СИСТЕМА КЕРУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСОДАРСЬКИМ БЕСПЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТОМ	
Прохорчук О.В., Пархоменко Н.О.	64
БЕЗКОНТАКТНА ОПТИЧНА СИСТЕМА ЗЧИСЛЕННЯ ШЛЯХУ МАЛОГАБАРИТНОГО БЕЗПЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА	
Прохорчук О.В., Тараненко Б.О.	65
ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ НАВІГАЦІЇ ТА ОРІЄНТАЦІЇ ВИСОКОМАНЕВРЕННОГО БПЛА КЛАСУ МІНІ ТА МІКРО	
Ревуцька Г.І.	65
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ	



Рижков Л.М., Федорченко С.Л.	66
СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ ОРІЄНТАЦІЇ РУХОМОГО ОБ'ЄКТА НА БАЗІ КОМПЛЕКСУВАННЯ ВИМІРЮВАЧІВ ПЕРВИННОЇ ІНФОРМАЦІЇ	
Романюк С.Я., Туз Ю.М.	67
СИСТЕМА ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДСИЛЮВАЧІВ КЛАСУ D	
Сайченко І.О., Вірченко Г.А.	68
ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СИСТЕМИ ПІДВІСКИ НА НАВАНТАЖЕННЯ СТІЙКИ ОСНОВНОГО ШАСІ ТРАНСПОРТНОГО ЛІТАКА ПРИ СИМЕТРИЧНІЙ ПОСАДЦІ	
Сарибога Г.В., Левченко Т.А., Матющенко А.С.	69
ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЛЯРИЗАЦІЙНОЇ СКЛАДОВОЇ СТРАТОСФЕРНОГО ОЗОНОВОГО ШАРУ ЗЕМЛІ ЗА ДОПОМОГОЮ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ПІКОПОЛЯРИМЕТРУ	
Сарибога Г.В., Збруцький О.В., Пархоменко А.С.	70
МЕТОДИКА ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ОРІЄНТАЦІЇ МІКРОСУПУТНИКА	
Саутін О.Ю., Володарський Є.Т.	71
ЧУТЛИВІСТЬ КАРТ ШУХАРТА	
Сафоненкова М.М.	72
МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА ГЕНЕРАЦІЇ СИГНАЛІВ СПЕЦІАЛЬНОЇ ФОРМИ	
Свирипа Д.Ю., Шумков Ю.С.	73
ВИМІРЮВАЧ ПАРАМЕТРІВ КОМПЛЕКСНОГО ОПОРУ ЄМНІЧНОГО ДАТЧИКА	
Сімонов А.Ю., Хіміченко Б.П.	74
ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗРОБКИ ЛЮКСМЕТРА	
Скрипковська М.Г.	75
ПРИСТРІЙ ВИМІРЮВАННЯ КУТІВ НАХИЛУ НЕРУХОМОГО ОБ'ЄКТУ ВІД ПЛОЩИНИ МІСЦЕВОГО ГОРИЗОНТУ	
Смірнов В.О., Тесік Ю.Ф.	76
ШИРОКОСМУГОВИЙ ФАЗООБЕРТАЧ НА $\pi/2$	
Соколюк А.О.	77
БЕЗЕТАЛОННИЙ УЛЬТРАЗВУКОВИЙ ВИМІРЮВАЧ ТОВЩИНИ МЕТАЛУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЕРЕТВОРЕННЯ ГІЛЬБЕРТА	
Тараненко І.В., Сухов В.В.	79
ВПЛИВ МАТЕРІАЛУ ОБШИВКИ НА ФЛАТЕРНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РУЛЯ НАПРЯМКУ ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ	
Товкес Є.Ю., Зінченко В.П.	80
РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРІЇ ІОС НА БАЗІ СТАНДАРТНИХ ЕЛЕМЕНТІВ	
Хіміченко Б.П.	81
ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОПЕРЕМІЩЕНЬ ОБ'ЄКТІВ	



Христенко С.К.	82
ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ОБ'ЄКТУ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ, ЯК ГАРАНТ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕКИ	
Циганов А.Л.	83
АВТОМАТИЗАЦІЯ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ В НАДВИСОКОЧАСТОТНИХ РАДІОМЕТРИЧНИХ СИСТЕМАХ	
Чекін О.Е., Шумков Ю.С.	84
АНАЛІЗ ПОХИБОК ВИМІРЮВАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЄМНІСНОГО ДАТЧИКА	
Чемерис А.Т.	85
ВИКОРИСТАННЯ WEB-ІНТЕРФЕЙСУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ РОЗУМНИЙ БУДИНОК	
Шевкун М.С., Добролюбова М.В.	86
ПОВІРОЧНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ СИСТЕМ ОБЛІКУ КІЬКОСТІ ІНФОРМАЦІЇ ТА ВІМІРЮВАННЯ ТРИВАЛОСТІ ТЕЛЕФОННИХ РОЗМОВ	
Шейнич С.І, Шантир С.В.	87
МІКРОПРОЦЕСОРНИЙ ВИМІРЮВАЧ ЧАСТОТИ ДЛЯ СИСТЕМ INTERNET-КАЛІБРОВКИ	
Шеремет М.М., Збруцький О.В.	88
ВПЛИВ ВІТРОВИХ ЗБУРЕНЬ НА ТОЧНІСТЬ АЛГОРИТМУ ПОЛЬОТУ ТА СТАБІЛІЗАЦІЇ КВАДРОКОПТЕРА	
Шилін Є.Л., Стаценко О.В.	89
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ СТАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ПРИЛАДІВ	
Шкільнюк Ю.О., Добролюбова М.В.	90
СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ КООРДИНАЦІЙНИХ ВІБРАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ З БЕЗПРОВІДНОЮ ПЕРЕДАЧЕЮ ДАНИХ	
Штойко К.А.	91
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСУ ВУЛКАНІЗАЦІЇ	
Яремко Р.В., Єременко В.С.	92
ЦИФРОВИЙ ВИМІРЮВАЧ КОНЦЕНТРАЦІЇ СУМІШІ ГАЗІВ В ШАХТАХ	
Яремко Ю.В., Єременко В.С.	93
ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ДІАГНОСТИКИ СТАНУ ВУЗЛІВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ	
Яцковий А.О., Вірченко Г.А.	94
МОДЕЛЮВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ШАСІ ЛІТАКА	

УДК 681.3**Антіфєєв Т.І., Самарцев Л.М.****СИСТЕМА СТАБІЛІЗАЦІЇ ОБЕРТАННЯ ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ**

Двигуни постійного струму (далі ДПС) застосовуються в якості тягових електроприводів, електровозів, кар'єрних самоскидів, кранів різних важких виробництв. Також одним із їх застосувань є електричні стартери автомобілів. Але найважливішим є можливість зробити привід з вимогами в регулюванні швидкості обертання двигуна в широкому діапазоні.

Двигуни постійного струму по характеру збудження поділяються на двигуни паралельного збудження, послідовного збудження, а також змішаного типу. Окрім цього, існує поділ за частотою обертання (100-10000 об/хв.), за потужністю (малопотужні, високопотужні). Розділяються двигуни і за типом обертання – прямі, реверсні, змішані. Перевагами ДПС є простота побудови та управління, майже лінійна механічна і регульовальна характеристики двигуна.

Для керування ДПС використовують управління за допомогою ШІМ-сигналу. В якості реалізації алгоритму керування двигуном використовуються драйвери (VNH3SP30, VN5770AKP-E, L298N), у вигляді мостової схеми. Драйвер представляє собою набір польових транзисторів, які попарно замикаються для забезпечення обертального моменту.

Однією з особливостей використання двигуна постійного струму є можливість появи наскрізного струму від одного плеча до іншого, що призведе до пошкодження мікросхем. Для запобігання, використовують алгоритмічні схеми контролю (МС33035).

В якості елемента контролю роботи драйверу використано мікроконтролер STM32F103C8T6. Для забезпечення необхідної потужності двигуна постійного струму, використовуються буферні польові транзистори з різними струмами споживання.

Обраний мікроконтролер з високою швидкістю дає можливість стабілізації обертання двигуна, а також забезпечує роботу як в прямому, так і в інверсному режимі.

Розроблене програмне забезпечення дозволяє змінювати в широкому діапазоні параметри стабілізації, для цього використовують функції управління на основі інтерфейсів.

УДК 519.6**Баштовий М.Ю., Зінченко В.П****ПРОГРАМНІ СИСТЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ ІОС. GPSS ТА ІН**

Актуальність. Програмні системи моделювання є корисним інструментом для математичного моделювання природних систем у фізиці,

астрофізиці, хімії, біології, та інженерії. Маніпулюючи моделлю, можна отримати нові знання про об'єкт чи для наближеної оцінки поведінки систем, занадто складних для аналітичного дослідження.

З розробкою швидкодіючих ЕОМ використання моделювання значно зросло. Представлення системи математичною моделлю, перетворення моделі в команди для ЕОМ та виконання програми на ЕОМ дали можливість моделювати великі та складні системи, що дозволило моделювати на ЕОМ самі ЕОМ. Таким чином ЕОМ беруть участь в моделюванні в двох ролях: обчислювальні засоби та об'єкт моделювання.

Нові наукові та технічні результати. Система складається із окремих взаємодіючих компонентів. Кожна компонента може бути системою та мати свій стан. Дії однієї компоненти системи можуть виконуватись одночасно з діями інших компонент. Паралельна природа дій в системі створює труднощі при моделюванні. Оскільки компоненти взаємодіють, необхідно встановити синхронізацію.

Для моделювання систем, що містять взаємодіючі паралельні компоненти, необхідно використовувати мережі Петрі. В загальноприйнятому підході застосування мережі Петрі в проектуванні є необхідним постійне перетворення системи в модель у вигляді мережі Петрі. Можна запропонувати інший, більш радикальний підхід, в якому весь процес проектування та визначення характеристик приводиться в термінах мережі Петрі. Методи аналізу застосовуються тільки для створення проекту мережі Петрі, вільного від помилок. Тут задача полягає в перетворенні мережі Петрі в реальну робочу систему.

Ці два підходи використання мереж Петрі в процесі проектування пропонують досліднику мереж Петрі задачі різного типу. В першому випадку необхідна розробка методів моделювання систем мережами Петрі, а в другому випадку мають бути розроблені методи реалізації мереж Петрі для визначення властивостей системи.

Практична застосовність. Мережі Петрі – інструмент моделювання та дослідження систем. Теорія мереж Петрі дає можливість моделювати системи математичним представленням у вигляді мережі Петрі.

Аналіз мереж Петрі допоможе отримати важливу інформацію про структуру та динамічну поведінку системи. Ця інформація буде корисною для оцінки системи та створення пропозицій щодо її вдосконалення.

УДК 629.7

Безпалько О.С., Шевченко К.Л.

СУЧАСНЕ ВИКОРИСТАННЯ КВАДРОКОПТЕРІВ. ЇХНІ ПЛЮСИ ТА МІНУСИ

Квадрокоптер – це літаючий апарат, який рухається за рахунок регулювання швидкості обертання двигунів з пропелерами. Даний винахід є

надзвичайно актуальним в наш час. Коло його застосування неймовірно: починаючи від використання в побуті та закінчуючи використанням в кінематографі та військовій справі.

Квадрокоптер включає наступні компоненти: захисний корпус, блок управління, що знаходиться під зовнішньою оболонкою, рама, на яку поміщаються пропелери.

Квадрокоптер переміщується в сторони, повертає і змінює висоту. Рух забезпечується обертанням пропелерів в різних напрямках. Керується за допомогою пульта, що знаходиться в руках у людини. Залежно від отриманої команди квадрокоптер виконує відповідні дії:

- зліт відбувається при обертанні гвинтів з однаковою швидкістю;
- повертається за рахунок обертання однієї пари пропелерів швидше за іншу;
- нахил коптера можливий при швидкому обертанні одного пропелера.

Розглянемо переваги квадрокоптера. Деякі моделі літають при будь-якій погоді завдяки потужним двигунам. Вони стійкі в повітрі і справляються з вітром. Вартість квадрокоптера досягає тисячі доларів, але їх експлуатація недорога. Деталі доступні в магазинах і при бажанні замінюються самостійно, хоч і виникає така необхідність рідко. Якщо ви любите моделювання, то коптер можна постійно покращувати і встановлювати просунуті компоненти. Ємний акумулятор дозволяє довго використовувати квадрокоптер. З його допомогою переміщуються маленькі вантажі. Конструкція підтримує стабільність в повітрі, що незамінне при відеозйомці.

Недоліком є ціна. Квадрокоптер від перевіреного виробника коштує дорого. Не кожному подобається дизайн, а управління хоч і нескладне, але вимагає навчання.

До сфер застосування відносяться: відеозйомка, сільське господарство, використання в рятувальних операціях. Часто квадрокоптер застосовують при відеозйомці. Він незамінний, адже здатний знімати з висоти, добиратися в важкодоступні місця і створювати неймовірні кадри. Апарат використовується операторами кіно, блогерами, на телебаченні або при створенні весільного відео. Прикріпивши до спеціального штатива камеру, ви зможете зняти відео з цікавих ракурсів. Іноді фермери використовують квадрокоптер для контролю володінь. Працівники служб порятунку використовують квадрокоптер для отримання доступу в закриті приміщення, до завалів і до подібних важкодоступним місцях. Це дозволяє оцінити стан справ і прийняти правильне рішення в складних ситуаціях.

УДК 536.24.083

Бобков Ю.В., Березниченко В.О.

РОЗРОБКА ДАТЧИКА ТЕПЛОВОГО ПОТОКУ ТА ТЕМПЕРАТУРИ

Актуальність. На сучасному етапі розвитку промисловості на одне з перших місць виходить проблема енергозбереження, зокрема зменшення витрат теплової енергії. Це потребує контролю за витратами теплових ресурсів і, особливо, їх непродуктивних витрат, що може бути реалізовано шляхом вимірювання теплових потоків та температур об'єктів.

Основним елементом вимірювача теплових потоків є первинний перетворювач, що в значній мірі визначає технічні та споживчі характеристики. Найбільш розповсюдженими є перетворювачі теплових потоків, засновані на методі допоміжної стінки. Їх основним недоліком є неможливість одночасного визначення значення температури об'єкту, що досліджується. Це призводить до необхідності застосування додаткових датчиків температури, що ускладнює як сам прилад, так і процедуру проведення вимірювань, а також збільшує його ціну. Тому розробка датчиків теплового потоку та температури є актуальною.

Нові наукові та технічні результати. Одним з можливих варіантів є визначення значення щільності теплового потоку по різниці температур, що вимірюється двома незалежними, розташованими на фіксованій відстані, датчиками температури. Значення теплового потоку визначається за формулою:

$$q = \frac{\lambda \cdot (t_2 - t_1)}{\delta},$$

де t_1, t_2 – значення температур, виміряне двома датчиками, що розташовані на відстані δ ; λ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу корпусу датчика.

В рамках проведеної роботи була розроблена конструкція датчика. Він складається з корпусу, в якому на відстані δ розташовані два паралельно направлені до центру отвори, в яких розміщуються дві термопари. Простір між термопарами та корпусом, заповнюється термопастою з високим коефіцієнтом теплопровідності, що дозволяє виключити теплопровідність повітряного прошарку.

Зважаючи на конструктивні характеристики, коефіцієнт теплопровідності та максимальний робочий діапазон температур, для корпусу, були обрані такі матеріали: ебоніт, фторопласт, АБС-пластик. В якості датчиків температури обрані термопари з робочим діапазоном – 40...+200 °С.

Практична застосовність. Для визначення основних технічних характеристик розроблених датчиків були проведені їх дослідження за допомогою міри теплового потоку – атестованої установки вищої точності інституту технічної теплофізики НАН України.

Проведені дослідження підтвердили отримані теоретичні результати та можливість практичного застосування розроблених датчиків для одночасного вимірювання теплових потоків і температур.

УДК 004

Богиня Е.О., Кривохатько І.С.

АЕРОДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕЛЕСКОПІЧНОГО КРИЛА

За останнє десятиліття одним з поширених методів запуску БПЛА стає контейнерний або трубний старт, для якого на апаратах доцільно використовувати телескопічні крила. На сьогоднішній день аеродинамічні характеристики телескопічного крила вивчені в меншій мірі, ніж крил з постійною геометрією. У відомих літературних джерелах наводиться розрахунок крила складної форми, розрахунок аеродинамічних характеристик телескопічного крила панельно-вихоровим методом, але математична модель не враховує вихорів між секціями крила. Крім того, відсутні аналітичні залежності аеродинамічних характеристик та ефективного видовження від співвідношення хорд, товщин секцій та розмахів крила.

Панельно-вихоровий метод вимагає від моделі суттєвої схематизації поверхні літального апарата, що негативно впливає на точність результатів. Метод кінцевих елементів, який використовує розв'язання повних рівнянь Нав'є-Стокса для тривимірного потоку, дозволяє отримати більш якісний результат за рахунок враховування вихорів на стиках секцій телескопічного крила, дає можливість виразити вказані вище залежності аеродинамічних характеристик від геометричних параметрів.

У даній роботі досліджено аеродинамічні характеристики телескопічного крила, розраховані за допомогою кінцево-елементного (Ansys) та панельно-вихорового методів, а також отриманих в експерименті, проведеному в аеродинамічній трубі.

Зміни аеродинамічних характеристик телескопічного та прямокутного крила мають спільні закономірності, але приріст максимальної аеродинамічної якості від збільшення розмаху у телескопічного крила вище, ніж у прямокутного. Це пояснюється зменшенням індуктивного опору телескопічного крила не лише за рахунок видовження, але і за рахунок наближення розподілу циркуляції за розмахом до еліптичного внаслідок появи звуження крила.

Кінцево-елементний метод з використанням неструктурованої сітки здатен враховувати вихори на стиках між секціями телескопічного крила і дозволяє отримати більш точний результат стосовно коефіцієнта підймальної сили. Обидва методи дозволяють в першому наближенні оцінити зменшення коефіцієнта опору від зміни розмаху крила. Однак

панельно-вихровий метод більш точно зображує характер зміни коефіцієнта опору від коефіцієнта підйимальної сили, зі збільшенням якого зміна опору зростає.

УДК 629.7.05

Бондаренко О.М., Прищеп А.О.

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ТВЕРДОТІЛЬНОГО ВІБРАЦІЙНОГО ГІРОСКОПУ З МЕТАЛЕВИМ РЕЗОНАТОРОМ

Актуальність. Гіроскоп - прилад для вимірювання або утримання орієнтації. Принцип роботи вібраційних гіроскопів заснований на вимірюванні коріолісового прискорення. Спочатку гіроскопи використовувались в якості датчиків руху низької точності в пристроях мобільної комунікації та переносних комп'ютерах, то тепер почали з'являтися нові застосування із новими вимогами щодо покращення вимірювальних характеристик. На даний час гіроскопи застосовуються в тому числі в інерціальній навігації (INS), стабілізації наземних транспортних засобів, літальних апаратів, кораблів, оптичних осей наведення, визначення місця розташування та ін.

Твердотільний вібраційний гіроскоп є однією з перспективних розробок сучасної гіроскопії. Його основні переваги, які полягають у великому терміні служби і прийнятною ціною, служать вагомим аргументом при виборі якісного датчика кутової швидкості. Вібраційні гіроскопи кращі для використання в інерційних системах завдяки простому виготовленню та надійності в порівнянні з гіроскопами інших типів, таких як кільцеві лазерні гіроскопи і волоконно-оптичні гіроскопи.

Вони широко використовуються завдяки своїй низькій вартості і компактності, проте з кількох причин їх точність недостатня для деяких тактичних і навігаційних цілей.

Нові наукові та технічні результати. Мета проекту – розробити алгоритм компенсації похибок та оптимальну конструкцію чутливого елемента (резонатора) твердотільного вібраційного гіроскопу для підвищення його точності.

Існує необхідність в створенні методів вибору конструктивних параметрів чутливих елементів, розробці методів і алгоритмів компенсації похибок. У роботі розроблено метод компенсації похибок твердотільного вібраційного гіроскопу з металевим резонатором від впливу невимірюваних та технологічних факторів. А також проведені експериментальні роботи з запрограмованим мікроконтролером, сформований сигнал управління твердотільним вібраційним гіроскопом за допомогою мікроконтролера.

Практична застосовність. Підвищення точності твердотілого вібраційного гіроскопу з металевим резонатором дозволить розширити область його застосовування.

УДК 681.18

Васильчук С.М., Богомазов С.А.

МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ ВІДСТАНІ

У наш час мікропроцесорні вимірювальні модулі широко використовуються в різних сферах діяльності для вимірювання широкого спектру фізичних величин. Аналоговий сигнал надходить на вхід таких модулів та перетворюється у цифровий сигнал з обробкою для подальшого використання. При цьому досить актуальним є питання вибору мікроконтролера, який відповідав би певними вимогам до функціональності, продуктивності та ціні.

Розроблено мікропроцесорну систему вимірювання відстані, що складається з двох основних частин: мікроконтролера SiLabs C8051F310 і ультразвукового датчика HC-SR04. SiLabs C8051F310 є високоінтегрованим мікроконтролером для обробки змішаних сигналів - аналогових та цифрових. Це 8-розрядний мікроконтролер на основі потужного x51 ядра з продуктивністю 25МГц. Він має 12-бітне АЦП, яке обслуговує до 21 аналогових каналів. Його флеш-пам'ять може бути перепрограмована навіть в процесі роботи, забезпечуючи енергонезалежне зберігання даних, а також модернізацію програм в польових умовах. Програмне забезпечення для даної системи розроблено мовою програмування С. Обробка отриманих результатів проводиться за допомогою сучасних фреймворків, таких як Hibernate та Spring, а результати записуються в базу даних на сервері.

Ультразвуковий датчик HC-SR04 це стабільний і точний сонар, який не має "сліпих зон". Має такі технічні характеристики: діапазон відстані від від 2 до 400см, напруга живлення 5В, ефективний кут спостереження 15°. Датчик має низьке енергоспоживання (15мА під час роботи), що є важливим параметром у використанні з мобільними роботами. Точність досягає 3мм. Принцип роботи заснований на прийомі відбитих від об'єкта акустичних хвиль і вимірі часу затримки. Він генерує звукові імпульси на частоті 40кГц і приймає відбиті від перешкод імпульси. Сенсор випромінює короткий ультразвуковий імпульс, який відбивається від об'єкта і приймається сенсором. Відстань розраховується виходячи з часу до отримання відбитого сигналу і швидкості звуку в повітрі. Вона кодується тривалістю електричного сигналу на виході датчика. За часом поширення звукової хвилі туди і назад та результатами вимірювання температури повітря мікроконтролер однозначно визначає відстань до об'єкта.

Ця система може бути використана для безконтактного визначення місця розташування об'єктів (ехолокації) і відстаней у різноманітних

промислових областях, де такі фактори як пил, дим або пара, можуть чинити дії на датчик. Об'єкти, що складаються з різних матеріалів, можуть бути виявлені, незважаючи на колір або форму, з точністю до міліметрів. Розроблений далекомір може служити датчиком для робота, завдяки якому він зможе визначати відстані до об'єктів, оминати перешкоди або будувати карту приміщення. Його можна також використовувати в якості датчика для сигналізації, що спрацює при наближенні об'єктів.

УДК 551.508.824

Васінський Е.П.

АВТОНОМНА СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ КЛІМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

В даний час багато галузей промисловості та наукових досліджень потребують моніторингу таких факторів як температура, відносна вологість повітря та рівень вуглекислого газу в повітрі. Вимірювання цих даних проводиться як в лабораторних, так і в польових умовах.

Система моніторингу потребує джерела живлення, яке не завжди може бути наявним в польових умовах. До того ж, більшість таких систем під'єднуються за допомогою дротів, що не завжди є зручним для тих вимірювань, які потрібно проводити на відстані.

Для вирішення цих проблем було розроблено автономну систему вимірювання кліматичних параметрів, таких як температура, відносна вологість повітря та рівень вуглекислого газу в повітрі. Для забезпечення автономності роботи системи було вирішено використовувати в якості джерела живлення сонячну батарею з акумулятором.

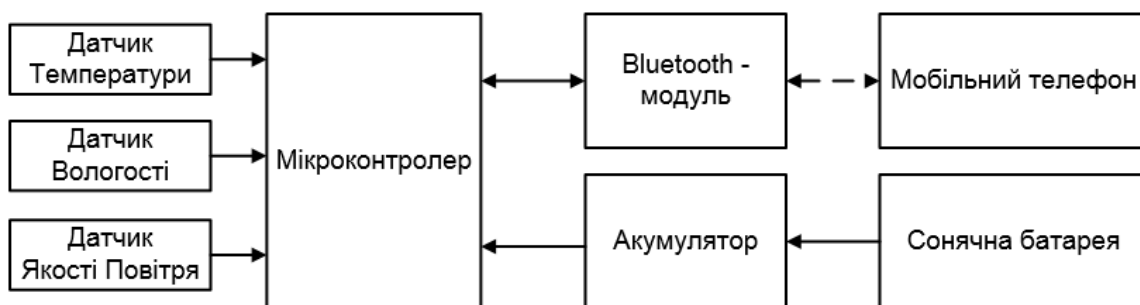


Рис. 1. Структурна схема автономної системи вимірювання кліматичних параметрів

Розроблена система складається з датчиків температури, вологості, якості повітря, мікроконтролера, Bluetooth – модулю, акумулятора та сонячної батареї.

Мікроконтролер керує роботою всієї системи, зчитує дані з датчиків та перетворює їх в вихідний сигнал для передачі по Bluetooth на смартфон чи планшет. У системі наявні два датчика: комбінований датчик

температури та відносної вологості повітря, а також електрохімічний датчик якості повітря.

Живлення системи відбувається від літій-іонного акумулятора, що забезпечує автономність системи. Зарядка акумулятора відбувається від сонячної панелі, що дозволяє використовувати систему в польових умовах без використання додаткових дротів.

Система дозволяє проводити точний моніторинг та вимірювання кліматичних параметрів, передавати дані по Bluetooth, є автономною та легкою в користуванні.

Ключові слова: вуглекислий газ, температура, відносна вологість, клімат, Bluetooth, сонячна енергія.

УДК 536.521.2

Виходцев Д.С., Хіміченко Б.П.

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗРОБКИ ПІРОМЕТРА

Пірометр – це прилад для безконтактного методу вимірювання температури об'єктів. Його принцип дії наступний: вимірюється сила теплового випромінювання об'єкта в області інфрачервоного випромінювання.

Розроблений пірометр виконано на основі мікроконтролера MSP430FR5728 фірми Texas Instruments. Відмінною рисою мікроконтролера серії FR57xx є наявність в них енерго-незалежної феромагнітної пам'яті (FRAM) для програм і даних замість традиційної флеш-пам'яті (Flash). Така пам'ять витримує астрономічне число перезаписів, що на декілька порядків перевищує аналогічний показник для технології Flash. Запис в пам'ять може вироблятися при низькій напрузі живлення (аж до 1.5В) та інформація зберігається в ній десятки років.

FRAM фактично виключає необхідність оснащення мікроконтролера енерго-незалежною пам'яттю типу EEPROM і дозволяє при необхідності розширити RAM мікроконтролера за рахунок FRAM, використовуючи для страховки вбудований блок захисту пам'яті. Для запису байта в FRAM не вимагається заздалегідь стирати блок пам'яті як в EEPROM або Flash, і, з точки зору користувача, робота з FRAM нічим не відрізняється від роботи з RAM. Обидва типи пам'яті знаходяться в єдиному адресному просторі. Детальніше про FRAM можна знайти на вебсайті фірми.

Мікроконтролери серії FR57xx є сучасними пристроями з розвиненою периферією. Для зв'язку з рідкокристалічним індикатором по інтерфейсу SPI і передачі даних в комп'ютер задіяний блок eUSCI_A0, а для зв'язку з сенсором по інтерфейсу I²C - блок eUSCI_B.

Інтерфейси реалізовані в мікроконтролерах апаратно з дуже гнучкою системою тактування. Процесор мікроконтролера має розширений набір інструкцій MSP430X, що дозволяє, зокрема, працювати з 20-бітовими

числами. Також є і задіяний апаратний 32-бітовий перемножувач. Для прийому і передачі даних в програмі використано усі 3 канали прямого доступу до пам'яті (DMA). Це дозволяє виробляти пересилку масивів даних через згадані інтерфейси практично без участі процесора, що позитивно позначається на струмоспоживанні схеми і зручності програмування.

Використання зазначених вище складових приладу дозволяє отримати приведену похибку вимірювання не більше $\pm 1\%$.

УДК 621.396.73

Войтюк А.К., Шевченко К.Л.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ПОШУКУ ПРИХОВАНИХ МЕТАЛЕВИХ ПРЕДМЕТІВ

Металодетектор – це спеціальний пристрій для виявлення металевих предметів у нейтральному або слабопровідному середовищі за рахунок їх провідності. В основі технології металопошуку лежить принцип системи індукційного балансу (імпедансу).

Металодетектори застосовуються у багатьох сферах людської діяльності: археології, виробництві, військовій справі, в цілях охорони правопорядку, розробці нових родовищ корисних копалин, медицині та ін.

Грунтові металошукачі типу TR/VLF («приймач – передавач» на низькій частоті), стали найбільш масовими приладами для загального використання, тому на їх прикладі можна найкраще висвітлити дану тему. У цих приладах зазвичай використовується робоча частота від 6 до 20 кГц - нижче не можна із технологічних міркувань, вище – через зменшення глибини пошуку.

Тому важливим аспектом створення металошукачів є вибір та розробка певного типу і конструкції пошукових котушок. Найбільш практичними на сьогоднішній день вважаються 2 типи сенсорів металошукачів – з еліптичними катушками, які забезпечують "широкий захват", і з круглими концентричними катушками, які забезпечують "точковий захват".

За один прохід під катушкою покривається 100 % площі, але перевіряється лише 67 % від максимально можливого об'єму ґрунту в разі використання катушки з «точковим» захватом і 80 % з «широким».

По продуктивності, «широкозахватні» катушки дозволяють вести не таке щільне сканування ділянки землі, що оглядається, чим катушки з «точковим» захватом. Різниця в долі об'єму, при користуванні різними катушками. Це дозволяє за фіксований проміжок часу швидше переглядати великі площі і обстежувати об'єм ґрунту на глибину 80%, а якщо ділянка ще й не дуже насичена металом, виходить пристойне заощадження часу.

Працюючи з катушкою, що має «точковий» захват, необхідно особливо стежити за щільністю сканування, кожен подальший прохід

катушки повинен не більше ніж на половину діаметру перекривати попередню траєкторію. Лише застосувавши 50% перекриття попереднього проходу, можна збільшити частину долі обстеженого об'єму ґрунту під катушкою до прийнятної, інакше пропуски об'єктів неминучі, особливо на граничній глибині виявлення.

Проаналізувавши селективність металодетектора, тобто його здатність розрізняти об'єкти, виготовлені з різних металів або сплавів, можна зробити висновок, що катушки з «широким» захватом володіють тенденцією приймати фальшиві сигнали від залізних предметів, які знаходяться на околицях діаграми спрямованості. Основна складність так само полягає в щонайменших змінах величини сигналів при скануванні, особливо від механічних деформацій елементів еліптичних катушок.

УДК 629.735.33

Войтюк О.О., Кривохатсько І.С.

ВПЛИВ ВІНГЛЕТІВ НА АЕРОДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ СХЕМИ «ТАНДЕМ»

В авіації відома аеродинамічна схема літальних апаратів (ЛА) «тандем» з порівняними за площею переднім та заднім крилами.

Аеродинамічна схема «тандем» дозволяє отримати вигоду у підйомній силі та у вантажопідйомності при обмеженому розмаху крил. Завдяки цьому вона знайшла нове застосування в сучасних безпілотних літальних апаратах (БПЛА).

На літальних апаратах схеми «тандем» вінглети використовуються мало. Теоретично, якщо установити на переднє крило літального апарату схеми «тандем» вінглети, це може не лише зменшити індуктивний опір переднього крила, але і заднього. Але експериментального підтвердження у відкритих джерелах не виявлено, тому задача з дослідженням впливу вінглетів на аеродинаміку ЛА схеми «тандем» досі залишається невирішеною.

Визначення аеродинамічних характеристик системи крил літального апарата схеми «тандем» (без фюзеляжу та вертикального оперення) для типової центрівки 45 % відстані між фокусами крил дозволило зробити такі висновки:

1) використання розроблених вінглетів на передньому крилі (видовженням 9,5) дозволяє підвищити аеродинамічну якість апарата за рахунок зменшення індуктивного опору переднього крила, а опір взаємоіндукції практично не змінюється; при цьому поперечна статична стійкість зростає, а поздовжня та шляхова статичні стійкості зменшуються;

2) ЛА з вінглетами на обох крилах порівняно з ЛА без вінглетів має таку ж характеристику поздовжньої стійкості, але максимальна аеродинамічна якість зростає на 0,3...0,4, максимальна підймальна сила –



на 0,04, стійкість за креном та ризиканням – в 2,7...2,8 рази. Подальше збільшення площі вінглетів на задньому крилі дозволяє в перспективі відмовитись від вертикального оперення і повністю замінити його вінглетами на передньому та задньому крилах, тобто отримати додатковий вигравш в аеродинамічній якості;

Отже, установку вінглетів на літальний апарат схеми «тандем» доцільно використовувати для підвищення аеродинамічної якості, збільшення стійкості та керованості ЛА.

УДК 621.3.087.44

Волчанський В.В., Богомазов С.А.

ПІДСИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУРИ ТА ВОЛОГОСТІ У ПОБУТОВИХ ПРИМІЩЕННЯХ

У наш час все більше уваги приділяється створенню житлових будинків сучасного типу, які оснащені високотехнологічними пристроями та системами безпеки і ресурсозабезпечення для всіх мешканців. Ці інтелектуальні системи повинні розпізнавати конкретні події, що відбуваються в приміщенні та відповідним чином на них реагувати. В своєму складі вони мають підсистеми, що відстежують температуру та вологість, систематизують ці дані і сповіщають про них.

Такі підсистеми дуже важливі, оскільки температура та вологість приміщень, в яких людина проводить багато часу, мають прямий вплив на її здоров'я та самопочуття. Підсистеми моніторингу температури та вологості надають можливість контролювати ці параметри для їх підтримки на комфортному та безпечному для життя рівні.

Розроблено підсистему моніторингу температури та вологості, що складається з цифрового датчика DHT11, який взаємодіє з одноплатним комп'ютером Raspberry Pi. Вхідні дані обробляються за допомогою сучасної високорівневої мови програмування Python з використанням технології реактивного програмування, що побудована на потоках даних і розповсюдженні змін. Це надало можливість використовувати функціональні трансформації над потоками вимірювальних даних при їх фільтрації, обробці та визначенні відповідних подій.

Підсистема систематизує та зберігає дані у базі даних. Датчик здійснює вимірювання температури від 0°C до 50°C з похибкою у 2% та вологості в діапазоні 20% - 90% з похибкою у 5%. Особливістю підсистеми є постійне вимірювання та погодинний запис даних протягом доби з можливістю їх гнучкої обробки. Підсистема надає користувачеві можливість отримувати SMS-повідомлення про зміни кліматичних параметрів в приміщенні.

Розроблена підсистема може встановлюватись в квартирах і заміських будинках, громадських і адміністративних будівлях, промислових і складських приміщеннях, локальних теплових пунктах.

Отже, використання підсистеми дозволить:

- проводити вимірювання температури та вологості;
- забезпечити зберігання значень температури та вологості;
- при використанні в складі автоматичної системи регулювання параметрів температури та вологості підвищити точність вимірювання;
- при виникненні аварійних ситуацій інформувати про це користувача та відповідні органи.

Таким чином, впровадження розробленої підсистеми дозволить ефективно контролювати мікроклімат у побутових приміщеннях та забезпечить безпечне та комфортне перебування та проживання в них.

УДК 004.51

Гапон М.В., Шевченко К.Л.

ВЕБ-ІНТЕРФЕЙС СИСТЕМИ ЗБОРУ АКУСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Акустична інформація – джерело потенційно важливих даних. Атрибутивною властивістю акустичної інформації є невідривність від джерела акустичного сигналу. Для використання прагматичних властивостей акустичної інформації необхідно забезпечити збереження та передачу даних на відстані, відмінні від місця збору. Системи збору даних реалізують збір інформації у заданих точках об'єкта дослідження з джерел сигналу, а також первинну обробку, накопичення та передачу даних.

Актуальною є задача вдосконалення технології збору даних. Для вирішення задач збору даних все частіше використовуються web-технології. Переваги такого підходу полягають в централізованому зберіганні інформації, що збирається, захищених каналах передачі даних і можливості використання єдиної інформаційної моделі предметної області.

Система збору акустичної інформації забезпечує ефективну підтримку всіх етапів процесу консолідації інформації. Основні функціональні завдання системи збору акустичної інформації: оперативне створення і модифікація інформаційної моделі даних, що збираються, динамічна генерація інформації на основі інформаційної моделі, забезпечення оперативного доступу до зібраної інформації.

Використання веб-технологій вирішує основні завдання збору даних - оперативне створення і передачу даних, оперативний доступ до зібраної інформації. Застосування HTTPS - розширення протоколу HTTP, що підтримує шифрування, вирішує завдання захисту інформації, що збирається.

Для реалізації користувальницького інтерфейсу застосовують цілий набір інструментів, який включає HTML, CSS, JavaScript. Обраним

інструментом для стилізації розмітки є бібліотека Vulma, яка базується на системі компонування Flexbox. Дана бібліотека не має вбудованих залежностей та є легковісним рішенням для стилізації розмітки.

Для реалізації інтерфейсу користувача в системі збору акустичної інформації обраний фреймворк Angular, оскільки це JavaScript-фреймворк з відкритим вихідним кодом, що забезпечує все необхідне для створення клієнтської логіки програми та дозволяє використовувати TypeScript 2.4. Angular дозволяє створювати додатки, які працюють незалежно від обраного браузера, адаптуються під пристрій (десктоп, планшет, телефон), можуть працювати без підключення до Інтернет або при перебоях зі зв'язком, завдяки Service Worker містять актуальну оновлену інформацію, є безпечними, так як працюють через HTTPS, дозволяють користувачеві додати додаток на домашній екран пристрою.

Отже, обрані веб-технології, для реалізації веб-інтерфейсу системи збору акустичної інформації, дозволяють уникнути необхідності встановлювати та оновлювати програмне забезпечення на комп'ютерах користувачів, а використання єдиної бази даних забезпечує оперативний доступ до зібраної інформації.

УДК 681.3

Гловацкий Т.В., Богомазов С.А.

БАГАТОРАЗОВИЙ КОСМІЧНИЙ АПАРАТ

Система космічного запуску багаторазового використання – ракета-носій, що має змогу повністю або структурними частинами неушкодженою повертатися на Землю (або на поверхню іншої планети) і застосовуватися таким чином повторно (можливо, багато разів).

Оскільки основною перевагою технологій багаторазового використання носіїв є можливість здешевити космічні запуски, світові космічні держави та приватні компанії приділяють розробці подібних апаратів серйозну увагу.

Навідміну від “одноразової” космонавтики, де для кожного запуску потрібна нова ракета-носій (включно з двигунами, авіонікою, можливо за виключенням космічного корабля), кожна складова якого втрачається у космосі або згоряє у атмосфері під час падіння, “багаторазова” має чудовий приклад: за твердженням власника компанії Space X Ілона Маска, їх ракета Falcon 9 коштує ~ \$ 60 млн, і тільки \$ 200 тис. з цієї суми - витратні матеріали та паливо. Можна собі уявити економію повторно використовуючи хоча б перший стейдж та додаткові двигуни (приклад - Falcon Heavy).

Найближче до повної багаторазовості використання наблизилася компанія SpaceX із їх поточними версіями ракет сімейства Falcon. 22 грудня 2015 року їм вдалося без пошкоджень приземлити перший ступінь. А вже 30

березня 2017 року було посаджено на плаваючу в океані платформу ASDS перший ступінь, що вже запускався раніше. 6 лютого 2018 року під час тестового польоту Falcon Heavy неушкодженими було повернено два бокові ядра-прискорювачі. Їхні космічні кораблі Dragon також здатні повертатися на Землю. Наразі SpaceX працює над поверненням обтікача корисного вантажу.

Також SpaceX розробляє систему запусків BFR (нижній ступінь, Космічний корабель та Танкер для дозаправки на орбіті), складові якої будуть повністю багаторазовими.

Завдяки дозаправці на орбіті Космічні кораблі BFR із своїм корисним вантажем зможуть відправлятися на Місяць чи на Марс.

Важливо відмітити, що вертикальна посадка першої ступені компанією SpaceX є своєрідним тренуванням перед посадкою на Марс, де неможливе приводнення або парашутний спуск.

BFR також може використовуватися для транспортування на Землі. За словами Маска, політ, наприклад, із Нью-Йорка до Шанхаю, займе близько півгодини, а вартість квитка буде меншою за вартість польоту на комерційному авіалайнері.

В цілому, багаторазове використання космічної техніки відкриє багато можливостей для вивчення далекого космосу, колонізації планет, космотуризму. Також важливим напрямком використання багаторазовості космічної техніки є створення безпілотних багаторазових космічних апаратів, що буде сприяти збільшенню кількості космічних місій.

УДК 681.3

Горох А.В.

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НА GPSS

Імітаційне моделювання полягає в створенні комп'ютерної програми (або пакета програм), що імітує поведінку складної технічної, економічної чи іншої системи на ЕОМ з необхідною точністю. Імітаційне моделювання передбачає формальний опис логіки функціонування досліджуваної системи з плином часу, який враховує суттєві взаємодії її компонентів і забезпечує проведення статистичних експериментів.

Наростання ускладнення систем управління всіх видів (технічних, організаційно-технічних і організаційних) призводить до неможливості адекватного опису процесів функціонування таких систем тільки аналітичними методами.

Об'єктно комп'ютерні симуляції використовуються для дослідження поведінки економічних, біологічних, соціальних та інших систем, для створення комп'ютерних ігор, так званого "віртуального світу", навчальних програм і анімацій. Наприклад, модель технологічного процесу, аеродрому, деякої галузі виробництва, тощо.

Дослідження імітаційної моделі проводиться на цифрових і аналогових обчислювальних машинах. Використовувана імітаційна система включає в себе математичне, програмне, інформаційне, технічне та ергономічне забезпечення.

Ефективність імітаційного моделювання характеризується точністю і достовірністю утворення результатів, вартістю і часом створення моделі й роботи з нею, витратами машинних ресурсів (часу обчислень і необхідної пам'яті). Для оцінки ефективності моделі необхідно, результати на виході порівняти з результатами натурного експерименту, а також результатами аналітичного моделювання.

Широкого поширення в порівнянні з іншими мовами моделювання набула мова GPSS. Об'єкти мови GPSS - це найбільш прості математичні моделі, що входять до складу мови, за допомогою яких можна конструювати більш складні моделі. З цих об'єктів можна складати, наприклад моделі організаційно-технічних систем, таких як інформаційно-обчислювальні мережі, авіаційні перевезення, торгово-фінансові комплекси тощо.

До числа основних об'єктів GPSS відносяться блоки, транзакти, пристрої, пам'яті і черги. Блоки представляють собою просторові частини або вузли реальних систем. Виявляється, що практично будь-яку складну систему можна розділити на частини, кожна з яких функціонує по одному з типових алгоритмів. Такі типові частини систем і представлені блоками GPSS. Виконуючи просторове розбиття реальних систем на блоки, слід мати на увазі функціональну систему, яка визначається організацією взаємодії складових частин і її елементів.

Імітаційний метод моделювання з допомогою GPSS не вимагає складання рівнянь і, тим більше, не вимагає їх вирішення. При цьому він дозволяє відображати і вивчати поведінку системи з будь-якою деталісттю і точністю.

Важливість GPSS в імітаційному моделюванні, полягає в тому, що мова дозволяє обґрунтовано приймати рішення, щодо вдосконалення наявних об'єктів і створювання нових, зміни процесів управління ними.

УДК 621.317

Гращенко М.В., Шумков Ю.С.

ФОРМУВАННЯ ВИПРОБУВАЛЬНИХ СИГНАЛІВ СПЕЦІАЛЬНОЇ ФОРМИ НА ОСНОВІ ЕКСПОНЕНЦІАЛЬНИХ СПЛАЙНІВ

Актуальність. Використання випробувальних сигналів (ВС) спеціальної форми, а також застосування перехідних процесів в електричних колах для реалізації вибіркового перетворення, дозволяє визначати R, L, C -параметри багатоеlementних електричних кіл за допомогою відносно простих технічних засобів та забезпечує мінімальне за

часом перетворення. Але застосування високопродуктивних методів вимірювання та контролю R, L, C -параметрів кіл потребує розв'язку ряду актуальних завдань, а саме дискретного синтезу експоненціальних ВС. Клас та властивості апроксимуючих функцій, які використовують при синтезі, визначають якість відтворення ВС. Адекватним математичним апаратом є наближення функцій експоненціальними сплайнами (ЕС). Такі сплайни можуть бути побудовані на основі функцій, які відповідають реальним сигналам в електричних колах, що може бути використано при синтезі. При цьому актуальним є розробка методології формування ВС на основі ЕС при невеликій кількості ділянок апроксимації, що дозволить застосувати вказані сигнали при вимірах та розширити діапазон вимірювання параметрів.

Нові наукові та технічні результати. Показано, що застосування фільтрації для одержання згладжених залежностей при обмеженій кількості ділянок апроксимації призводить до деяких кусково-експоненціальних функцій. При цьому оптимальними є експоненціальні сплайнові моделі. Суть методу синтезу полягає в поданні сигналів, що формуються, зміщеними у часі фінітними експоненціальними сплайнами зі своїми ваговими коефіцієнтами.

Проаналізована узагальнена модель кола формування сигналів сплайнами (сплайн-апроксимуючого фільтру). Модель включає приведену неперервну частину (ПрНЧ) і приведену дискретну частину (ПрДЧ). Вид передатної функції (ПФ) неперервної частини визначає вид сплайнів і забезпечує неперервність функції та її похідних. Так для виключення у вузлах кускової функції розривів неперервності першого роду необхідною умовою є: ступінь полінома в знаменнику ПФ ПрНЧ повинна бути $m \geq 2 + n$, де n – ступінь полінома в чисельнику. Для забезпечення неперервності першої похідної повинна забезпечуватися умова $m \geq 3 + n$ для поліномів ПФ ПрНЧ формуючого кола і так далі. Вибір виду ПФ ПрДЧ забезпечує кінцеву тривалість базисних функцій. Наведено приклади формування сигналів сплайнами.

Практична застосовність. Перевагою базисних сплайнів є простота їх генерації в лінійних електричних колах. Використання для синтезу реальних сигналів частково знімає обмеження по точності на відтворення базисних функцій через кінцевий коефіцієнт підсилення операційних підсилювачів у смузі частот. Існує принципова можливість підвищити точність відтворення заданої форми випробувальних сигналів при обмеженій кількості ділянок апроксимації для класу експоненціальних сигналів, що описуються тими самими функціями, що й сплайни. Це дозволяє підвищити точність вимірювань, розширити діапазон вимірювання параметрів.

УДК 621.317

Дараган В.С., Шумков Ю.С.

**ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ З
ВИКОРИСТАННЯМ ВИПРОБУВАЛЬНИХ СИГНАЛІВ
СПЕЦІАЛЬНОЇ ФОРМИ**

Актуальність. Під час технологічних випробувань важливою задачею є внутрішньосхемний контроль R, L, C -параметрів електро-радіоелементів вузлів радіоелектронної апаратури, без фізичного розриву кола. Поелементний контроль здійснюється шляхом створення спеціального режиму в складній схемі, що дозволяє виділити окремі ділянки кола у вигляді простих двополюсників. У загальному випадку моделлю виділених ділянок схеми є багатоелементне двополюсне електричне коло (БДЕК).

Використовують ВС, які складаються сумою експонент. Операторне зображення таких сигналів за Лапласом є дрібно-раціональна функція комплексної змінної. Нулі та полюси ВС в процесі вимірювального перетворення компенсують відповідно полюси та нулі функції імітансу БДЕК. При цьому відбувається зведення відгуку, який несе інформацію про вимірювані параметри, до деякої заданої форми (уніфікований відгук), зручної для аналізу. За відхиленням відгуку від номінального здійснюють допусковий контроль окремих R, L, C -параметрів. Адекватним математичним апаратом є наближення функцій експоненціальними сплайнами (ЕС).

Нові наукові та технічні результати. Проведено аналіз методичної складової похибки, що обумовлена неідеальністю сплайнової моделі ВС, на основі якої відбувається його формування. При обмеженій кількості ділянок апроксимації N_a зазначена складова похибки вимірювання параметрів БДЕК за методом нулів і полюсів є визначальною.

Отримано розрахункові аналітичні вирази для УВ при використанні математично подібних сплайнів (на прикладі визначення параметрів паралельного R_X, L_X -кола). Розглянуто побудову ВС на основі інтерполяції за формою ідеального ВС і наближення з мінімальною абсолютною похибкою на кожній ділянці. Для кожного способу побудови моделі ВС отримані відповідні оцінки похибки визначення параметрів кола у залежності від співвідношення параметрів моделі сплайнів і відтвореної моделі ідеального за формою ВС, а також від N_a .

Практична застосовність. Формування ВС за експоненціальними сплайновими моделями дозволяє підвищити точність відтворення заданої форми випробувальних сигналів при обмеженій кількості ділянок апроксимації для класу експоненціальних сигналів, що описуються тими ж самими функціями, що й сплайни. Це дозволяє підвищити точність вимірювань та розширити діапазон вимірювання параметрів

багатоелементних лінійних електричних кіл і їх компонентів в області сталих часу мікросекундного діапазону.

УДК 629.01

Душеба О.В., Сухов В.В.

ФОРМУВАННЯ СИЛОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ ПЛАНЕРУ ЛІТАКА МЕТОДОМ ТОПОЛОГІЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

Сучасна реалізація методу топологічної оптимізації (ТО) має так звану проблему «зникаючих елементів», яка полягає в тому, що при накладанні обмежень на стійкість, програма не може зменшити щільність будь-якого кінцевого елемента (КЕ) нижче деякої точки, в якій цей елемент (званий «зникаючим») стає занадто податливим, а відтак, занадто нестійким, щоб задовольняти обмеженню коефіцієнта втрати стійкості. Це робить алгоритм нерезультативним, тому що програма циклічно варіює значення щільності КЕ між 0 і 1, а не ігнорує такі елементи.

З такою проблемою зіштовхнулись компанії Sogecclair при оптимізації пілона та Airbus сумісно з Altair при оптимізації секції нервюри крила A380. В результаті конструкції вийшли занадто нестійкими та нетехнологічними, що змусило провести додаткові модифікації відповідних конструкцій для задоволення вимогам стійкості й іншим вимогам.

Отже на сьогоднішній день неможливо об'єднати в рамках однієї задачі оптимізації як всі вимоги до конструкції, так і можливість варіації всіх параметрів, що можуть бути змінені. Це веде до того, що на кожній стадії проектування опускається частина критеріїв оптимізації, що не веде до ефективної мінімізації маси.

В результаті проведеного нами дослідження встановлено можливість забезпечення як силових, так і стабілізуючих функцій за рахунок одних і тих самих конструктивних елементів планеру літака наступним чином:

– спочатку за допомогою програмного пакету Altair Optistruct з функцією 2D-топологічної оптимізації для 3D моделі визначено оптимальні шляхи передачі навантажень у конструкції і побудовано геометричну модель пілону;

– потім, шляхом накладення обмежень на мінімальну товщину металу під час топологічної оптимізації в даному пакеті визначено оптимальну товщину металу в кожній точці моделі з урахуванням як вимог до міцності й жорсткості, так і вимог до стійкості.

Такий підхід дозволяє отримати нову конструкцію пілону двигуна літака Boeing 747-400 масою приблизно на 30% меншою маси традиційної конструкції, що підтверджує перспективність запропонованого підходу в напрямку пошуку нових шляхів зниження маси авіаційних конструкцій при збереженні міцності й жорсткості виробу.

УДК 534.647

Єременко В.С., Литвин Т.В.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИНАМІЧНИХ ВИПРОБУВАНЬ РУХОМОГО СКЛАДУ

Діагностика та контроль технічного стану об'єктів залізничного транспорту є невід'ємним атрибутом його функціонування, адже завдяки всебічному контролю досягається необхідний рівень надійності, безпеки та стабільності перевезень вантажів та пасажирів. Велике значення для достовірності результатів діагностики, має якісна попередня обробка отриманих діагностичних даних. Існуючі методи попередньої обробки отриманої інформації при проведенні динамічних випробувань залізничного транспорту, базуються на припущенні про стаціонарність досліджуваних процесів. Та на практиці з фізичної точки зору, інформаційні сигнали не можна описати стаціонарними моделями. Тому важливим пунктом є пошук методів попередньої обробки, які дозволятимуть виділяти інтервали сигналу, які можна буде розглядати як умовно стаціонарні. Кінець та початок даних інтервалів буде визначатися моментами розладки - аномальними змінами в сигналі. До таких змін належать:

- одноразова стрибкоподібна зміна математичного очікування;
- одноразова стрибкоподібна зміна дисперсії
- відновлювана стрибкоподібна зміна математичного очікування;
- відновлювана стрибкоподібна зміна дисперсії.

Важливими критеріями алгоритму знаходження розладки є:

- мале число помилкових тривог;
- мале запізнювання при виявленні;

Задачею знаходження розладки є встановлення факту розладки. Початковими даними для розв'язку задач знаходження розладки, являються дані про розподіл процесу що аналізується до і після можливої розладки, реалізація випадкового процесу, а в деяких випадках також апріорний розподіл на множині невідомих параметрів, одним з яких може бути координата моменту розладки.

«Класичним» математичним апаратом знаходження моментів розладки є алгоритм кумулятивних сум. Даний алгоритм дозволяє знаходити однократну розладку випадкового процесу та отримувати оцінку максимальної правдоподібності координат стрибка. В алгоритмах даного класу на кожному кроці розраховується так звана кумулятивна сума.

Алгоритм Ш'юхарта відноситься до типу алгоритмів з пам'яттю. З точки зору програмування та автоматизації обробки даних він є дуже зручним для використання.

Аналіз різних детекторів розладки показав, що для виявлення стрибкоподібних змін у вихідному сигналі датчиків прискорення, при динамічних випробуваннях залізничного транспорту доцільно

використовувати алгоритми Лемана-Розенблата, Ш'юхарта, кумулятивних сум, який являє собою модифікацію алгоритму Пейджа.

УДК 621.396.969.11

Жигальов І.В., Богомазов С.А.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВІДДАЛЕНОГО ЗБОРУ ДАНИХ НА ОСНОВІ ПРОТОКОЛУ MQTT

На сьогоднішній день з розвитком промисловості постійно збільшується кількість пристроїв, які потрібно не тільки одночасно контролювати, але й отримувати від них різноманітні дані, наприклад, системи інтелектуальних сенсорів. Для вирішення проблем взаємодії великої кількості пристроїв і об'єднання пристроїв в одну мережу була створена концепція мережі речей (IoT, Internet of Things), що складається із фізичних пристроїв, які мають вбудовані сенсори, а також програмного забезпечення, що дозволяє здійснювати передачу і обмін даними між фізичним світом і комп'ютерними системами. Пристрої в таких мережах взаємодіють один з одним (M2M) за допомогою різноманітних інтерфейсів і протоколів передачі даних. Тому постає дуже важливе питання узгодження протоколів від різних виробників та розробки протоколів взаємодії, що забезпечать оптимізацію цього процесу.

Протокол MQTT (Message Queue Telemetry Transport) – це легкий, компактний і відкритий протокол обміну, створений для передачі даних від віддалених пристроїв, де потрібно невеликий розмір коду і є обмеження з пропускну здатності каналу. На основі цього протоколу розроблено комплекс апаратних та програмних засобів для побудови мережевої мікроконтролерної системи для збору та обробки інформації.

Система віддаленого збору даних складається з модуля на базі мікроконтролера C8051F064 (Silicon Laboratories), який відповідає за отримання, обробку та передачу даних, сенсорів температури, вологості та тиску, які здійснюють вимірювання фізичних величин та Wi-Fi модулю, за допомогою якого здійснюється дистанційний контроль системи. Система побудована у вигляді Ethernet-мережі із забезпеченням Інтернет-доступу на основі протоколу MQTT. Обмін повідомленнями здійснюється між клієнтом, який може бути видавцем або передплатником повідомлень, і брокером повідомлень Mosquitto. Видавець відправляє дані на MQTT-брокер, вказуючи в повідомленні певну тему (топік). Передплатники отримують дані від багатьох видавців залежно від підписки на відповідні топіки.

Розроблену систему віддаленого збору даних можна використовувати для вимірювання температури, тиску і вологості повітря в приміщеннях розумних будинків, а також здійснювати дистанційний контроль за цією системою. Використання вбудованих мікроконтролерних засобів дозволило

суттєво зменшити вартість віддаленого Інтернет-моніторингу та Інтернет-управління, зменшило масогабаритні показники і енергоспоживання системи в порівнянні з комп'ютерною архітектурою. Підключення сенсорів до мережі Інтернет на основі протоколу MQTT дозволило зменшити обсяг трафіку на передачу вимірювальної інформації.

УДК 681.518.22

Замотайло Т.В.

ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СТІЙКОСТІ АЛГОРИТМІВ ОПРАЦЮВАННЯ ДАНИХ ЗА НАЯВНІСТЮ АНОМАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

При опрацюванні даних багаторазових вимірювань має місце проблема впливу окремих аномальних результатів на оцінку загального результату вимірювання. Причинами появи аномальних результатів можуть бути раптові зміни умов вимірювання, некоректний ввід з клавіатури, завади при передаванні даних. Тому загальний вид функції ймовірності за Тьюкі має вигляд:

$$F_{\mu, \sigma, \varepsilon} = (1 - \varepsilon) \cdot \Phi\left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right) + \varepsilon \cdot \Phi\left(\frac{x - \mu}{3\sigma}\right),$$

де $\Phi(x)$ — функція розподілу $N(0;1)$, з математичним сподіванням $\mu \in R$, СКВ $\sigma > 0$, ε — рівень засміченості $0 \leq \varepsilon \leq 1$.

Проте ця формула має виключно теоретичне застосування, а при практичній реалізації виникає цілий ряд проблем. Тому для вирішення задачі визначення стійкості алгоритмів опрацювання даних за наявності аномальних результатів розроблено тренажер, в якому є можливість генерації вибірки з нормальним законом розподілу і з заданим рівнем засміченості.

В тренажер входить генератор псевдовипадкових чисел, що відповідають нормальному розподілу вибірки з можливістю вибору параметрів μ , σ , об'єму вибірки N та розрядності чисел. Також є можливість генерації аномальних результатів з заданим СКВ і кількістю до однієї третини від об'єму основної вибірки. Засмічена вибірка формується шляхом заміщення окремих членів вибірки аномальними. Забезпечена можливість індикації таких параметрів тренажера: власне вибірка, аномальні значення, СКВ, математичне сподівання сформованої вибірки. Передбачено вибір значення та кількості аномальних результатів, що будуть введені у вибірку. Розроблений тренажер дає можливість слідкувати за проміжними розрахунками та загальними результатами. Значною перевагою розробленого тренажера є збереження результатів обробки, що значно спрощує аналіз даних.

Розроблений тренажер забезпечує можливість генерації контрольних вибірок з заданим рівнем засміченості або за заданою кількістю аномальних

результатів, що в свою чергу може бути використано для визначення стійкості алгоритмів опрацювання даних.

УДК 681.586

Іванченко Ю.В., Стаценко О.В.

ПРИЛАД ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ РОБОЧОГО МІСЦЯ

Мікроклімат робочого місця визначається діючими на людину поєднаннями температури, вологості, освітленості та шуму в робочому середовищі відповідного приміщення.

Необхідність у визначенні цих параметрів обумовлена залежністю якості та, загалом, можливості виконання тієї чи іншої роботи людиною від параметрів мікроклімату. Томі ці параметри визначені Державними санітарними правилами і нормами, виконання яких є обов'язковим для підприємств та організацій.

Вимірювання кожного з параметрів мікроклімату на конкретному робочому місці для подальшого контролю може бути виконано з використанням приладів різних типів. Це ускладнює процес контролю параметрів, зумовлює потребу в значній кількості вимірювальних приладів та збільшує час необхідний для визначення параметрів.

Для автоматизації процесу контролю вищевказаних параметрів доцільно розробити універсальний прилад, що забезпечуватиме комплексне вимірювання параметрів мікроклімату.

Розробка даного приладу передбачає виконання ряду задач. Серед них основними є: вибір датчиків основних параметрів мікроклімату; розробка системи обміну даними між датчиками та керуючим пристроєм реалізованим з використанням мікроконтролера; розробка системи обміну даними між керуючим пристроєм та персональним комп'ютером з використанням різних типів інтерфейсів. Також окремими задачами є розробка програмного забезпечення персонального комп'ютера та пристрою керування.

Практична застосовність. При виборі датчиків ключовими параметрами є робочий діапазон та точність вимірювання. Система обміну даними представляю собою інформаційну шину, що об'єднує всі датчики та здійснює їх підключення до мікроконтролерного пристрою, задачею якого є керування процедурою вимірювання параметрів, збір виміряної інформації та передача її до персонального комп'ютера.

В приладі використовується мікроконтролер сімейства Atmega, виконаний на платформі Arduino. Датчики об'єднані за допомогою шини TWI, а мікроконтролерний пристрій обмінюється даними з комп'ютером через інтерфейс usb.

Розроблена система дозволяє відстежувати мікрокліматичні умови робочого місця та виявити неякісні умови для праці, що дозволить оперативно їх виправити.

УДК 681.518.5

Кобець Д.В., Шантир С.В.

МОДУЛЬ ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ОБЕРТАННЯ ВАЛУ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ГЕЛІКОПТЕРА

Для вимірювання швидкості обертання валів силової установки гелікоптера МІ-24 використовуються датчики частоти обертання типу ДТА-10, принцип дії яких заснований на використанні магнітоелектричної індукції що виникає при перетинанні силових ліній поля постійного магніту витків обмотки датчика. В наслідок чого, на виході датчика виникають електричні імпульси з частотою пропорційною частоті обертання індуктора закріпленого на валу. Така конструкція має негативні наслідки при експлуатації.

Метою роботи є розробка та дослідження багатоканального модулю вимірювання швидкості обертання валів силової установки та допоміжних механізмів гелікоптера МІ-24.

В роботі виконано аналіз конструкції та характеристик силової установки і допоміжних механізмів та методів вимірювання швидкості обертання валів. Запропоновано для вимірювання швидкості обертання валу використовувати безконтактний вихрострумний метод, що спростить конструкцію вимірювача, підвищить точність вимірювання та надійність приладу.

Структурна схема модулю складається з 4-х вимірювальних каналів. Канали 1 і 2 (рис. 1) мають діапазон вимірювань 15000 rpm та побудовані на мікроконтролері, канали 3 і 4 - 37000 rpm і 16000 rpm, відповідно, та побудовані на окремих мікроконтролерах. Канал складається з датчика вихрострумного, генератора G, перетворювача NC та компаратора C, на виході якого формується сигнал пропорційний частоті обертання валу. Процедура вимірювання реалізована на промисловому RISC-контролері Microchip серії AVR.

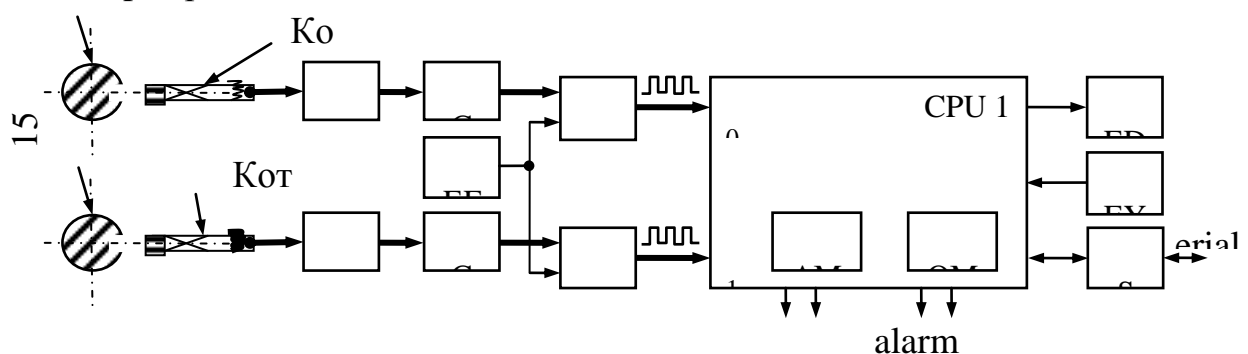


Рис. 1 – Структурна схема 1 і 2 каналів модулю

Розроблено алгоритм роботи модуля. Моделювання та дослідження в середовищі MathCAD Prime 3.1 підтвердило можливість його реалізації.

Запропонована конструкція датчика не потребує встановлення на вал силової установки будь яких конструктивних елементів, відстань від датчика до генератора G може складати до 15 м, що значно спрощує загальну конструкцію та розташування модуля на борту.

УДК 681.3

Козир О.В.

ВИМІРЮВАННЯ ІМПУЛЬСУ ТЕМПЕРАТУРИ ТЕРМОПАРАМИ

Вимірювання температури газових продуктів горіння на виході камер згорання двигунів літаків та ракет при стендових або натурних випробуваннях, розжарених газових потоків, які виникають при вибухах (наприклад, при випробуваннях систем від'єднання літальних апаратів та ін.), потоку низькотемпературної плазми при взаємодії лазерного випромінювання із твердим матеріалом, виявляється надзвичайно складним завданням для практичної реалізації, в умовах надзвичайно високих тисків і реактивних середовищ, із заданим ступенем точності. Умови даних вимірювань накладають жорсткі обмеження на параметри системи вимірювання температури, такі як використання мініатюрних первинних перетворювачів, внаслідок малих просторів для монтажу чутливих елементів та їх захисту від небезпечного середовища, наявність додаткових захисних засобів і заходів, спрямованих на збереження вимірювальних каналів і системи в цілому від дії агресивного середовища. Найбільш складно підібрати матеріали чутливих елементів первинних перетворювачів і захисного обладнання, які витримують високі значення температури і тиску, а також не піддаються впливу корозії. З іншого боку первинний перетворювач повинен мати мінімально можливий вплив на температурне поле потоку.

Головним недоліком контактних методів вимірювання температури термопарами є теплова інерційність чутливого елемента, що вносить додаткову методичну похибку при динамічних вимірюваннях температури. Якщо температура об'єкту змінюється з певною швидкістю, то для досягнення термопарою термодинамічної рівноваги з об'єктом потрібен деякий час. Цей час визначає швидкість реакції термопари на вхідну зміну температури. Якщо температура об'єкту змінюється зі швидкістю, яка перевищує швидкість реакції термопари, то в цьому випадку термопара не досягає термодинамічної рівноваги з об'єктом вимірювання. ТермоЕРС на виході термопари відповідає температурі до якої встиг нагрітись чутливий елемент термопари, а не температурі об'єкту вимірювання.

Звідси випливає необхідність дослідження динамічних характеристик термопари і розробки методики відновлення значень температури за

значеннями термоЕРС термопар в перехідному режимі її роботи, при відносно невисоких значеннях температури чутливого елемента.

Метою статті є вдосконалення методу динамічного вимірювання температури шляхом використання експериментально отриманих динамічних характеристик термопар для відновлення дійсного значення температури середовища на основі методів рішення зворотної задачі вимірювання.

Розглянуто метод визначення температури газового потоку використовуючи термопару в перехідному режимі її роботи. Застосовано метод нелінійної апроксимації, на основі припущення, що перехідна характеристика термопар є сумою експонент, і отримано модель перехідної характеристики термопар. Застосовуючи рівняння оберненої згортки визначено температуру імпульсу газового потоку.

УДК 681.3

Коробка М.А, Туз Ю.М

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПОКРАЩЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК БЛП

Безпілотний літальний пристрій – повітряне судно, керування польотом якого і контроль за яким здійснюються дистанційно за допомогою пункту дистанційного пілотування, розташованого поза повітряним судном, або повітряне судно, що здійснює політ автономно за відповідною програмою.

Головною перевагою таких апаратів є легкість в управлінні, маневреність, швидкість отримання інформації через прилади встановлені на апараті.

Крім цього БЛП мають ряд недоліків такі як розкалібрування систем з часом, вібрації які передаються на обладнання. Все це відбувається через вібрацію БЛП в повітрі та дії на нього різних природних факторів. Для вирішення цих проблем на БЛП встановлюється підвіси для обладнання які гасять коливання і підсилювачі сигналу які дозволяють збільшити якість сигналу і завдяки цьому зменшити час відгуку БЛП до 10 мс.

Використовується і GPS, і барометр, і далекомір. Але ми хочемо реалізувати базовий - режим стабілізації (stab, stabilize, літати в «Стабіль»), в якому квадрокоптер тримає ті кути, які йому задаються з пульта не залежно від зовнішніх факторів. У цьому режимі при відсутності вітру квадрокоптер може висіти майже на місці. Вітер же доведеться компенсувати пілотові.

Практична застосовність. Для зменшення коливань встановлюється камера наприклад GoPro встановлюється на стабілізуючу підставку яка закріплена на дроні з використанням гумових ніжок які значно зменшують вібрацію завдяки чому дозволяють отримати набагато чіткішу картинку. Це

важливо для будь якої галузі в якій застосовується БЛП, наприклад в фермерстві це дозволяє краще слідкувати за станом полів.

Паралельно з стабілізацією від фізичних коливань використовується автоматизована система калібровки БЛП що дозволяє значно зменшити час калібрування та створити простіші умови використання для користувача та зменшити час відгуку пристрою.

Звісно це залежить від обчислювальних можливостей використовуваних компонентів. На Arduino яка дуже часто використовується в БЛП цілком можна одну ітерацію циклу обробки і управління вмістити в 10 мілісекунд. Це означає, що раз в 10 мілісекунд будуть зчитуватися свідчення кутів квадрокоптера, і на їх основі будуть відправлятися керуючі сигнали до моторів. Ці 10 мілісекунд називають періодом регулювання. Зрозуміло, що чим він менше, тим частіше й точніше відбувається регулювання.

УДК 681.3

Костелецький Д.В., Козир О.В.

ОГЛЯД МОЖЛИВОСТЕЙ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ» ДЛЯ КОНТРОЛЮ КЛІМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

Система «Розумний будинок» є комплексною системою автоматизації житла, яка виконує величезний ряд функцій. Дана система виконує керування наступними підсистемами: система освітлення, вентиляції, охоронна система, система протипожежної безпеки, система захисту від протікання води, система обігріву та інші.

Ідея дистанційного керування і моніторингу дає можливість в будь-який момент часу отримати або відправити дані про стан будинку або приміщення, не залежно від свого місця розташування.

Актуальним є зменшення собівартості, тому ми використовується модуль esp8266, який, завдяки низькій ціні і вбудованому wi-fi, поєднує в собі функції контролю та передачі даних і є одним з основних складових «Розумного будинку».

Датчики, що входять до вимірювальної системи розташовані на оптимальному рівні для збереження точності вимірювальних параметрів. До системи під'єднано цифрові датчик температури DS18B20 та датчик температури і вологості DHT22. DS18B20 обмінюються даними по шині 1-Wire та можуть вимірювати температуру в інтервалі від -55 до +125 °C з точністю до 0.5 °C. Датчик DHT22 має власний протокол 1-Wire для зв'язку між мікроконтролером та датчиком.

Зручним є використання esp8266 в якості точки доступу, що дозволяє отримати дані (наприклад температури, вологості та інші) в режимі

реального часу. Також wi-fi модуль дозволяє об'єднувати між собою декілька esp8266, що збільшує кількість вимірюваних параметрів.

Актуальним є вибір оптимальної мережі для більш продуктивної передачі даних. В системі “Розумний будинок”, як складової “Інтернету речей”, для віддаленого моніторингу та керування використовується мережа “Інтернет”. Існують різні протоколи передачі даних які використовуються в системах автоматизації. На даний момент MQTT є найбільш популярним протоколом передачі даних між окремими пристроями. Серед переваг є низьке споживання трафіку, відсутність затримок у передачі даних, асинхронності та незначне навантаження інтернет-каналу.

Описувана система управління складається з двох основних частин: сервера MQTT (він як правило один) і клієнтів, в якості клієнтів будуть виступати додаток на Android і сам модуль esp8266. Клієнти підключаються до сервера і відразу після підключення кожен з них здійснює підписку на питання, що цікавлять його топіки. Все спілкування між клієнтами проходить транзитом через сервер, який перенаправляє дані іншим клієнтам з урахуванням їх підписок.

УДК 629.7.051.83

Котвицький Р.С.

АВТОМАТИЧНА ПОСАДКА БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ НА ОСНОВІ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ЗОРУ

Актуальність теми. Дослідження в напрямку системи технічного зору (СТЗ) та її інтегрування в контур керування безпілотною літальною апарату (БПЛА) спрямовані на вирішення декількох найважливіших задач – стеження БПЛА за ціллю та його автоматична посадка на спеціальне підготовлене місце.

Суттєвою проблемою використання СТЗ в керуванні БПЛА є його синхронізація органів керування (гвинти-двигуни) з комп'ютерним зором.

Наступна нерозв'язана задача залишається в оптимізації зображення місцевості, оскільки на СТЗ дуже суттєво впливає зміна стану навколишнього середовища (освітленість, яскравість, інтенсивність). Алгоритми ідентифікації об'єктів є дуже чутливими до цих параметрів, а при неоптимальній обробці зображення можуть виникати шуми на зображенні. Також проблемою є підбір необхідних фільтрів шумів, оскільки неправильна фільтрація може призвести до втрати важливої інформації з зображення місцевості, що в свою чергу може призвести до нездатності знаходження цікавлячих об'єктів. Проблема надійності даних систем: використання одного методу ідентифікації цілі є не завжди надійним, тому краще комбінувати різні методи, особливо за їх природою розпізнавання.

Повністю невирішена задача посадки БПЛА на малій висоті на основі СТЗ без використання інерційних датчиків/висотомірів, що суттєво зменшує

точність посадки в існуючих алгоритмах керування БПЛА при його зниженні.

Також проблематикою залишається вибір відповідного алгоритму ідентифікації цілі та самої цілі (його параметри та особливості), виходячи з поставлених задач, оскільки вони не є універсальні для кожного БПЛА та характеристик місцевості.

Нові наукові та технічні результати. Було розроблено СТЗ комбінованих методів розпізнавання з додаванням фільтру Калмана для виключення помилкових втрат орієнтира посадки при випадкових впливах навколишнього середовища чи збурюючих моментів на БПЛА. Було розроблено систему керування БПЛА типу квадрокоптер засобами Matlab для тестування алгоритмів автоматичного керування на основі інформації з СТЗ. Було інтегровано СТЗ в контур керування БПЛА, а також промодельована динаміка польоту БПЛА та захід на посадку на основі інформації від СТЗ в режимі реального масштабу часу в середовищі програмування Matlab. На малій висоті в режимі посадки були використані дані з інерціальних датчиків для здійснення посадки, коли розмір орієнтира виходить за межі сканування оптичного датчика. Точність посадки в середовищі Matlab було отримано ± 5 см.

Практична застосовність. Дана СТЗ може знайти практичне застосування в розвідувальних операціях, відтворення карт місцевості, спостереження території, транспортування різних посилок. Наприклад, нехай ми відправляємо наш БПЛА з точки А до точки Б. По GPS навігатору ми задаємо координати точки Б. В автономному режимі БПЛА здійснює переліт. Опинившись на координатах кінцевої точки його траєкторії, БПЛА виконує автоматичну посадку на вказане місце (символ «Н») без втручання людини.

УДК 681.518

Кофанов О.В., Володарський Є.Т.

АДАПТИВНІ АЛГОРИТМИ. ВИЗНАЧЕННЯ ВІДПОВІДНОСТІ ОБ'ЄКТУ НОРМАМ

У наш час існують не так багато методик з оцінки відповідності об'єкту (організму, предмету або системи) відповідним вимогам. Об'єкт повинен відповідати деяким вимогам:

- об'єкт повинен характеризуватися єдиною скалярною величиною;
- інтервал допустимих значень величини визначається однією або двома межами поля допуску;
- властивість може бути вимірною, а результат вимірювання виражений узгоджується так, що знання про значення властивості може бути обґрунтовано описано за допомогою щільності розподілу ймовірностей.

Також важливою частиною роботи – вибір меж допуску.

Вибір меж поля допуску і приймальних меж – це комерційні та політичні рішення, які залежать від наслідків, пов'язаних з відхиленнями від передбачуваного якості продукту.

Розглядаються два типи завдань з оцінки відповідності. Перший полягає у встановленні приймальних кордонів, які забезпечать досягнення бажаної ймовірності відповідності для одиничного вимірюваного об'єкта. Другий – у встановленні приймальних кордонів, які забезпечать прийнятний рівень довіри до середнього арифметичного.

Основою моєї роботи – це детальне вивчення і модифікація показника вимірювальних можливостей і ймовірності відповідності. В стандартному випадку коли показник вимірювальних можливостей (горизонтальна лінія) буде дорівнювати 1, а ймовірність відповідності (P_c) $\geq 95\%$, то вихідна величина буде лежати у діапазоні $0,45 \leq \tilde{y} \leq 0,55$.

Мета полягає у тому, щоб збільшити межу вихідної величини, за умови того, що ймовірність відповідності залишиться більше або рівною 95%, і межі поля допуску можуть змінюватись.

Оскільки наш об'єкт, може бути окремим предметом або системою, буде корисно для підприємств мати можливість змінювати межі полю допуску і вихідна величина буде відповідати нормам, при ймовірність відповідності (P_c) $\geq 95\%$.

Застосування результатів даного експерименту дозволить зменшити кількість випробувань, тобто проводити меншу кількість експериментів, що сприяє економії коштів та ресурсів.

Також дані дослідження та експерименти дозволять доповнити та покращити вже існуючі визначення відповідності об'єкту нормам.

УДК 378.146

Кравченко О.А., Яремчук Н.А., Моніт Ю.О.

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВІМІРЮВАННЯ РІВНЯ ТРУДНОСТІ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ НА ОСНОВІ ДАНИХ МОНІТОРИНГУ СИСТЕМИ ТЕСТУВАННЯ

При визначенні рівня навченості за результатами тестування використовуються тестові завдання, які носять назву «контрольно-вимірювальних матеріалів» (КВМ). Одним з основних параметрів, за якими атестуються КВМ, є їх трудність. За теорією параметризації КВМ або теорією IRT між параметрами тестування: ймовірністю правильної відповіді, рівнем навченості θ і трудністю КВМ δ , встановлюється відношення комбінування або відповідна модель опитуваного, зокрема модель Раша. Тоді рівень навченості і трудності тестових завдань вимірюють у відповідності зі співвідношеннями:

$$\theta = \ln \frac{n_g}{k - n_g}, \quad \delta = \ln \frac{n - n_g}{n_g};$$

де k - кількість запитань в тесті, n - кількість опитуваних, n_g - кількість правильних відповідей опитуваного на питань, n'_g - кількість правильних відповідей на тестове завдання у опитуваних.

Вимірювані величини θ і δ подаються в умовних одиницях – логітах. Шкала інтервалів має 0 посередині і характеризується нерівномірністю. В теорії параметризації використовують усереднене за шкалою значення середнього квадратичного відхилення похибки вимірювання або стандартної невизначеності, що становить $2,6/\sqrt{n}$ для труднощі і $2,6/\sqrt{k}$ для рівня навченості. Тому при обмеженій кількості опитуваних n або малій кількості завдань k невизначеність вимірювання стає недопустимо великою за одним сеансом тестування. В роботі пропонується два підходи до підвищення точності: перший – об'єднання даних кількох тестувань або даних моніторингу, другий – рандомізація даних першого тестування.

При першому підході перевіряється пов'язаність ординальних даних кількох тестувань за допомогою критерія конкордації (для декількох тестувань) і критерія Спірмена (для двох тестувань). Після перевірки ординальні дані тестувань поєднуються, а подальші обчислення значень труднощі виконуються з переходом в шкалу інтервалів в логітах.

Другий підхід застосовується для даних одного тестування. Розроблено алгоритм штучного розмноження вибірки тестування або рандомізації, в результаті чого ми отримуємо дані декількох штучних тестувань, які поєднуються з даними первісного тестування. Алгоритм побудовано з використанням моделі Раша, біноміального розподілу і моделі нестабільності латентного параметру при тестуванні. Розроблений алгоритм пройшов верифікацію.

УДК 632.08

Круглик Є.Ю.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННІ З КОНДИЦІОНУВАННЯ

Актуальність. На сьогоднішній день в різних видах виробництва та техніки часто використовуються інтелектуальні давачі, але їх структурний склад або функціонал у більшості випадків є надмірним. Тому для збільшення кількості контрольованих точок та визначення просторового розподілу параметрів мікрокліматів доцільно використовувати універсальні давачі, які є проміжною ланкою між звичайними та інтелектуальними давачами.



Такі давачі забезпечать підключення до однієї загальної лінії зв'язку, взаємодії з іншими пристроями на основі унікального індивідуального ідентифікаційного коду та визначення місця свого розташування в просторі. У зв'язку з цим є актуальним створення автоматизованих систем управління мікрокліматом з використанням універсальних давачів.

Наукова новизна. Визначення додаткових точок збору інформації про температурно вологісне середовище, що дозволило підвищити точність та достовірність отриманих даних та якість регулювання. Як правило, підвищення достовірності контролю мікроклімату здійснюється шляхом зменшення помилок давачів контролю. Традиційно розміщують мінімальну кількість давачів, а також параметри мікроклімату кожної зони, незалежні від її розміру. У цьому випадку при збільшенні протяжності зони навіть при незначному градієнті температури достовірність контролю помітно знижується.

З метою підвищення достовірності контролю пропонується зареєструвати просторовий розподіл параметрів мікроклімату та визначити додаткові точки контролю та збору інформації про температурно вологісне середовище середовища. Це дозволить підвищити точність та достовірність отриманих даних, отже, якість підтримки параметрів мікроклімату в необхідних межах.

Передача інформації з давачів, визначення їх розташування в приміщенні та визначення їх стану роботи реалізується за допомогою мережі Ethernet і моніториться через програмне середовище АСМУ.

Практична застосовність. Ця система моніторингу може використовуватись у всіх сферах діяльності де використовуються системи кондиціонування. Будь то офісні приміщення, магазини, тепло сховища чи теплиці. Ця система працює незалежно чи це добре провітрююче приміщення або повністю закриті приміщення де працює лише система кондиціонування.

Таким чином, я хочу представити новий метод підвищення точності системи контролю мікроклімату в закритих приміщеннях з використанням сучасних методів автоматизації.

УДК 621.396.969.11

Лещенко В.С., Богомазов С.А

СИСТЕМА ЛОКАЛЬНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ МОБІЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ НА БАЗІ ХМАРНОЇ ПЛАТФОРМИ

Питання позиціонування мобільних об'єктів актуально для багатьох галузей, включаючи створення автономних роботів і навігацію, транспортних засобів для мобільних роботів, систем віртуальної реальності, відстеження стільникових мереж, визначення координат модулів безпроводових сенсорних мереж. В таких системах для вимірюванні

відстані за допомогою радіосигналу використовується два основних методи – RSSI (Received Signal Strength Indication, визначення потужності прийнятого сигналу) та TOF (Time of Flight, час розповсюдження радіосигналу). Вимірювання відстані на їх основі має ряд недоліків, що зумовлені для методу RSSI – завадами та малим діапазоном вимірювання (до 10м), а для методу TOF – обмеженою тактовою частотою мікропроцесора. Наслідком цього є суттєве зменшення точності вимірювання на відстанях більше 10м для методу RSSI та на малих відстанях для методу TOF відповідно.

Для вирішення цих проблем запропоновано поєднання двох методів вимірювання – RSSI та TOF. Результати вимірювань надходять до хмарного середовища, де виконується обробка даних з використанням алгоритму Калмана. Даний алгоритм обробляє послідовності вимірювань, які містять випадкові відхилення і підвищує точність оцінки невідомих змінних. Система розроблена для вимірювання відстані до мобільного об'єкта з можливістю інформування про результати вимірювання всіх підписників на дану подію. Для інформування застосовується модель публікація-підписка, де підписниками є всі користувачі, які бажають отримати результати вимірювань, а видавцем – подія вимірювання відстані. В результаті проведення хмарного аналізу даних всі підписники отримують оброблені результати вимірювання.

Для реалізації прототипу системи було використано мікроконтролери MSP430G2553 та радіомодулі CC1101+CC1190. Передача даних в хмарне середовище реалізовано на основі модуля Electric Imp. Electric Imp – це плата у формфакторі SD-карти з мікроконтролером Cortex-M3 і вбудованим WiFi модулем (802.11b/g/n), яка дозволяє підключити будь-який зовнішній пристрій до іншого пристрою або до Інтернет-серверу, використовуючи WiFi. Обробка та збереження даних реалізовано на базі хмарної платформи Salesforce IoT Cloud. В базі даних хмарної платформи зберігаються виміряні значення відстані та результати їх обробки, тому всі підписники мають доступ до результатів вимірювань. Розроблено клієнтське програмне забезпечення з графічним інтерфейсом користувача, за допомогою якого можна отримати результати вимірювань.

Розроблена система дозволяє підвищити точність вимірювання відстані до об'єкту за допомогою радіосигналу в системах локального позиціонування вузлів безпроводових мереж та автономних мобільних об'єктів.

УДК 621.6**Лівадіна А.Ю.****ІДЕНТИФІКАЦІЯ ОСОБИ ЗА ГЕОМЕТРІЄЮ ОБЛИЧЧЯ**

На даний час біометрія як наука ідентифікаційного дослідження особи має декілька практично незалежних наукових напрямів, у кожного з яких є свої технічні доробки. Слід відзначити, що в наукових дослідженнях біометрії активну участь беруть десятки наукових центрів при університетах, деякі наукові організації та комерційні структури. Вже сформувався специфічний ринок біометричних апаратних пристроїв і програмного забезпечення до них, а також послуг з підтримки, тестування та адаптації біометричних систем при практичному їх використанні.

Ідентифікація на основі біометричних даних – це засіб автоматичного розпізнавання особистості за допомогою унікальних фізичних або поведінкових параметрів. Ідентифікація виконується за допомогою порівняння отриманих біометричних характеристик і шаблонів, що зберігаються у базі даних.

Для користувачів, які застосовують системи біометричної ідентифікації, дуже важливим є зручність застосування цих засобів. На сьогодні за показниками надійності ідентифікації, ціною і зручністю використання переважає визначення особистості за геометричними параметрами обличчя, чим і пояснюється високий темп розвитку і поширення даної технології.

В основу розробленої системи покладено алгоритм EigenFaces. Робота алгоритму заснована на методі головних компонент. Припустимо, що є база даних осіб, де зображення розміром $N \times N$ пікселів. Кожне зображення з бази даних є точкою в просторі розмірністю $N \times N$. Основна ідея алгоритму полягає в тому, щоб знайти такий базис меншої розмірності, після проєкції в який максимально зберігається інформація по осях з великою дисперсією і втрачається інформація по осях з малою дисперсією. Це потрібно для того, щоб залишити тільки ту інформацію, яка б характеризувала відмінності осіб і видалити непотрібну інформацію, яка може перешкодити правильно ідентифікувати людину. Процедура ідентифікації виконується в новому базисі з використанням Евклідової метрики. Основними недоліками алгоритму EigenFaces є відсутність стійкості до зміни умов освітленості і відсутність інваріантності до афінних перетворень. Загальний принцип роботи системи наступний. Людина, бажаючи потрапити в приміщення «компанії», повинна бути занесена в базу даних. Прийшовши до прохідної, вона реєструється за допомогою розробленого пристрою, який відправляє запит на сервер і в базу даних про надання інформації про людину. Після чого на комп'ютер для звірки та ідентифікації надходить потрібна інформація. На комп'ютері відбувається звірка зображення з бази даних із

зображенням реального часу після чого людина отримує відповідь чи може вона увійти чи ні.

Розробка дозволяє з ймовірністю близько 80 % ідентифікувати людину за зображенням її обличчя. Подальші дослідження будуть спрямовані на збільшення ефективності та зменшення помилки при знаходженні відповідності між зображенням, збереженим у базі даних, та зображенням у реальному часі.

УДК 681.3

Луценко В.С., Туз Ю.М.

СИСТЕМА ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДСИЛЮВАЧІВ КЛАСУ В

Підсилювачі класу В являють собою сукупність двох транзисторів двох різних структур: один n-p-n структури, а інший – p-n-p структури. Ці транзистори ввімкнені послідовно відносно джерела живлення і паралельно відносно сигналу. Це дозволяє здійснити пропускання змінного струму по черзі, іншими словами, розділити його на дві складові: позитивну складову - один транзистор, негативну - інший, а в навантаженні Ці Струм додаються.

Перевагою підсилювача класу В можна вважати високий ККД, який теоретично може досягти 78%(хоча при практичному застосуванні він менший). Споживана підсилювачем потужність пропорційна вихідній потужності, і за відсутності сигналу на вході вона взагалі рівна нулю. Завдяки малому току спокою транзисторів, температурний догляд робочої точки практично не відбувається.

Основна проблема підсилювачів класу В - це наявність спотворень через ступеневий перехід від однієї напівхвилі до іншої. Тому, при малих рівнях вхідного сигналу нелінійні спотворення досягають свого максимуму. Однак такий підсилювач навіть за двотактної схеми створює значні нелінійні спотворення сигналу. Тому на практиці найчастіше застосовуються двотактні підсилювачі потужності класу АВ - змішаний режим, що забезпечує лише невелике зміщення, набагато менше, ніж в чистому класі А, але вже достатнє для того, щоб уникнути помітної сходинокки в вихідному сигналі.

Підсилювачі класу В використовуються для посилення низькочастотних широкосмугових сигналів, таких як звукові сигнали, телевізійні або цифрові сигнали в BaseBand діапазоні, але також можуть використовуватися для посилення високочастотних сигналів. При цьому клас В може бути використаний тільки в двотактних каскадах.

Практичне застосування. Реалізована система дозволить дослідити технічні характеристики підсилювачів різних класів, зокрема підсилювача класу В, з метою порівняння в рамках встановлених заданим критерієм оптимальності та відповіді на питання доцільності його подальшого використання в тій чи іншій системі.

Дана система складається з осцилографа, що підключений до ПК з відповідним програмним забезпеченням. Це забезпечить зручне зберігання та передачу даних про досліджуваний підсилювач для подальшої їх обробки.

УДК 629.73

Мацера С.В., Бурнашев В.В.

УЛЬТРАЗВУКОВА СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ ВЕКТОРА ПОВІТРЯНОЇ ШВИДКОСТІ ДЛЯ БЕЗПЛОТНОГО ЛІТАКА

Одним із шляхів підвищення ефективності використання безпілотних літальних апаратів (ЛА) є підвищення точності управління їх рухом, яка багато в чому визначається точністю інформації на борту про відповідні параметри. Інформація про складові вектора повітряної швидкості, а також про кути атаки і ковзання, крім використання безпосередньо в законах керування польотом, необхідна для ідентифікації характеристик ЛА і параметрів математичної моделі його руху.

Нині задача вимірювання складових вектора повітряної швидкості вирішена частково на основі використання датчиків тиску і флюгерів. Також використовуються інерційні вимірювачі аеродинамічних кутів, які не враховують руху атмосфери. Такі вимірювачі мають невисоку точність і надійність. Особливо грубими ці засоби виявляються для ЛА з низькою швидкістю польоту.

Метою даного дослідження є розробка ультразвукової системи вимірювання компонентів вектора повітряної швидкості, здатної забезпечити прийнятну точність для низьких швидкостей польоту.

Для досягнення мети розроблений принцип дії системи і визначений її склад; отримана модель похибки системи і досліджена її точність; розроблена схема розміщення чутливих елементів системи на корпусі ЛА. Виходячи з вимог до точності системи, визначені вимоги до відстаней між чутливими елементами, вимоги до співвісності з будівельними осями ЛА, вимоги до електронної апаратури, а саме до часу затримки сигналу і до точності вимірювання часу.

Принцип роботи системи заснований на явищі збільшення швидкості переміщення звукової хвилі в рухомому потоці повітря. Таким чином, якщо відомо відстань від джерела звуку до приймача, а також час проходження звукової хвилі, можна розрахувати швидкість повітряного потоку. Вплив температури повітря на швидкість звуку нівелюється при використанні часу проходження звуку в зворотну сторону. Для перевірки правильності аналітичних моделей створено макет системи.

Аналіз точності системи показав можливість при швидкості польоту ЛА 19 м / с отримати похибки вимірювання кутів атаки і ковзання не більше 0,5.

Таким чином вперше розроблена ультразвукова система вимірювання компонентів вектора повітряної швидкості безпілотного літального апарату. Вона дозволяє визначити аеродинамічні кути з точністю, прийнятною для ідентифікації та управління навіть для посадкової швидкості ЛА. Розроблену модель похибки системи, а також нерівності, що обмежують її параметри можна використовувати для розробки і дослідження точності ультразвукової системи повітряних сигналів довільної літака.

УДК 004

Мацілецька О.С., Прохорчук О.В.

ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОГРАФІЧНИХ КООРДИНАТ ОБ'ЄКТІВ ЗАСОБАМИ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ В УМОВАХ ЗБУРЕНОЇ АТМОСФЕРИ

Моніторинг об'єктів із застосуванням безпілотних літальних апаратів набуває все більшої актуальності. У зв'язку з цим постає завдання прив'язки до місцевості відео картинки одержуваної з борту літального апарату. Для оперативного моніторингу визначення координат об'єктів на відео зображенні має проводитися в режимі реального часу.

За допомогою БПЛА можна вирішувати такі завдання, як:

- збір інформації про об'єкти нерухомості з метою визначення відповідності їх характеристик технологічним, екологічним і іншим нормам, також стан зовнішньої (природного) середовища;
- картографування елементів земної поверхні, підготовка основи для територіального проектування і землеустрою;
- моніторинг стану сільськогосподарських угідь, в тому числі цільового
- використання земель, оперативна оцінка стану і ступеня деградації земель, прогноз врожайності;
- контроль снігового і льодового покриву, кромки льодоставу, заторно-зажорних явищ (зменшення перетину русла річки через масове освітлення шуги, крижаний каші), прогноз стоків річок і моніторинг місць розливів річок;
- виконання моніторингу щодо запобігання несанкціонованого втручання з боку інших осіб (охорона земель);
- оновлення топографічних карт;
- створення географічних інформаційних систем (ГІС).

Таким чином, незважаючи на свій малий розмір, БПЛА може бути більш продуктивним, ніж звичайний пілотований літак.

У роботі описується новий алгоритм підвищення точності визначення географічних координат об'єктів засобами БПЛА в умовах збуреної атмосфери. Знімки, які одержані за допомогою БПЛА на малих висотах, здатні забезпечити користувачів ГІС ґрунтовною і актуальною інформацією,

а також дозволить знизити собівартість послуг на порядок порівняно з космічними або авіаційними системами.

Разом з тим, широке застосування БПЛА в цивільному секторі економіки неможливо без вирішення ряду наукових і технічних завдань, нормативно-законодавчих і організаційних проблем.

УДК 621.317

Мокляков В.В., Стаценко О.В.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ТЕСТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ДЖЕРЕЛ БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ

Джерело безперебійного живлення (ДБЖ) – автоматичний пристрій, що дозволяє підключеному обладнанню деякий час працювати від акумуляторів ДБЖ, при зникненні електричного струму або при відхиленні його параметрів від допустимих норм.

ДБЖ діє як сполучна ланка між мережею і навантаженням та гарантує безперервність і якість електроенергії, що подається до навантаження, незалежно від стану мережі. Будь-який ДБЖ характеризується рядом параметрів, основними серед яких є: максимальна потужність навантаження, максимальний діапазон вхідної напруги, номінальне значення вихідної напруги, коефіцієнт несинусоїдальності вихідної напруги, час переходу на батарею, час роботи в автономному режимі та інші.

ДБЖ забезпечує 100% захист обладнання поки його власне обладнання справне. Однак під час тривалої експлуатації в будь-якому джерелі безперебійного живлення може відбутися збій в його роботі або вихід з ладу будь-якого компонента. Причинами можуть бути старіння елементів, порушення умов експлуатації, дефект виробництва і інші. Тому актуальним є створенні системи для перевірки ДБЖ і виявлення браку або неполадок. Така система буде корисна виробникам, продавцям та сервісним центрам.

До складу такої системи має входити перетворювач для регулювання вхідної напруги перетворювача, перетворювач для передачі вихідної напруги ДБЖ до електричної мережі, система вимірювання параметрів вихідної напруги ДБЖ, пристрій керування всією системою.

Перетворювач вхідної напруги здійснює регулювання вхідної напруги для перевірки працездатності ДБЖ в заявленому діапазоні напруги. Перетворювач вихідної напруги виконує роль керованого навантаження і одночасно з цим дозволить повертати енергію назад в мережу. Система вимірювання здійснюватиме контроль амплітуди, частоти та коефіцієнту гармонічних викривлень вихідної напруги при різних значеннях вхідної напруги та рівні навантаження. Керування всією системою полягає у здійсненні тестової процедури, яка формується на основі заданих оператором параметрів, та передбачає зміну вхідної напруги та вихідного

навантаження в часі, збір вимірних даних та передачу їх до персонального комп'ютера оператора.

Практична значимість. Використання розробленої системи дозволить проводити перевірку параметрів у будь-якому типі ДБЖ: off-line, line-interactive, on-line. Система забезпечить: перевірку діапазону вхідної напруги та зміну вихідної напруги в залежності від навантаження, визначення параметрів вихідної напруги при роботі від батареї та час перемикання ДБЖ на батарею і назад, перевірку поведінки ДБЖ при виникненні перевантаження на виході та можливість стабілізації частоти.

УДК 621.384.3

Назаренко О.О., Коржова Л.Р., Самарцев Ю.М ТЕПЛОВІЗІЙНА СИСТЕМА ОРІЄНТАЦІЇ

Тепловізійні системи орієнтації використовуються для позиціонування об'єктів з використанням невидимого спектра випромінювання в умовах неможливості використання систем орієнтації видимого спектру сигналів.

Тепловізійні системи мають перевагу перед традиційними системами відеоспостереження у можливості розрізнити предмети за рівнем їх теплового випромінювання, що дає можливість орієнтації в умовах відсутності джерела світла.

Одним з недоліків тепловізійних систем є властивість деяких предметів наскрізного розповсюдження теплового випромінювання. Хоча така властивість надає можливість отримання тривимірного відображення предметів, вона має недоліком те, що зображення може бути зашумленим (розмитим). Для того, щоб підвищити точність орієнтації, необхідно застосовувати алгоритми фільтрування зображення з метою виділення необхідних координат об'єктів. Основними алгоритмами фільтрації є:

- Алгоритм Робертса;
- Контурний алгоритм.

Для реалізації таких алгоритмів необхідне використання мікроконтролерів з високою системою частоти і продуктивністю.

В якості мікроконтролера використано мікроконтролер STM32F217. Вимогою до застосування цих мікроконтролерів є необхідність високої швидкості тепловізійного потоку від телевізійної камери до універсального відеодисплея.

Для узгодження рівнів логічних сигналів мікроконтролера та пристроїв відображення застосовано формувачі логічних сигналів на базі тригерів Шмідта.

При обрані тепловізійного модуля було оглянуто декілька варіантів пристроїв, а саме пристрої компанії ULIRvision, HIVINTEK та Thermoteknix Systems ltd. При огляді було виявлено, що у модуля MicroCam 3 від

Thermoteknix Systems Ltd є декілька переваг перед конкурентами, а саме: діапазон робочої температури, розмір матриці, найменша вага та габарити, висока дальність виявлення цілей.

Розроблена система дозволяє підвищити точність орієнтації та використання у різних сферах застосування, в тому числі в системах прицільного орієнтування.

УДК 621.317

Недашківський Д.С., Стаценко О.В.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ТЕСТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ БЛОКІВ ЖИВЛЕННЯ

Блок живлення – вторинне джерело живлення, призначене для забезпечення живлення електроприладу електричною енергією, при відповідності вимогам її параметрів: напруги, струму, і т. д. шляхом перетворення енергії інших джерел живлення. Блоки живлення персональних комп'ютерів здійснюють перетворення електричної енергії змінного струму мережі живлення у електричну енергію постійного струму з рівнями напруги +3,3 В, +5 В, +12 В, -12 В, -5 В.

Як відомо при збільшенні навантаження вихідна напруга будь-якого блоку живлення зменшується, тому ці пристрої характеризується максимальною споживаною потужністю, при якій забезпечує підтримання вихідних напруг на заданому рівні з заданою точністю.

У будь-якому серійному виробництві таких приладів існує певний процент браку. Тому обов'язковим є етап тестування, на якому браковані прилади відсіюються. Зазвичай у великих виробничих підприємствах у складі виробничих ліній використовуються складні технологічні комплекси, що здійснюють тестування готових блоків живлення.

Одночасно з цим, проведення аналогічного тестування є необхідним у різних сервісних центрах, що здійснюють обслуговування та ремонт таких пристроїв. Як правило, воно проводиться в ручному режимі, що потребує значного часу. Тому актуальною є розробка автоматизованої системи для тестування, яка мала б в своєму складі блок керованого навантаження, підсистему вимірювання параметрів електричної напруги та модуль для зв'язку з персональним комп'ютером.

Для ручного регулювання навантаження часто використовують змінний активний опір, але таке рішення не є енергоефективним, оскільки вся енергія розсіюється в якості тепла. Тому, в якості керованого навантаження розроблюваної системи автоматизованого тестування доцільно використати регулятори струму, що працюють на мережевий інвертор. В цьому випадку, майже вся енергія, що споживається з мережі блоком живлення повертатиметься назад у мережу, за виключенням втрат.

Крім того, такий підхід дозволяє змінювати навантаження у кожному каналі незалежно, що забезпечує автоматизацію всього процесу тестування. Процедура зміни струму навантаження формується виходячи з параметрів, заданих оператором на початку тестування, та здійснюється пристроєм керування. Визначення рівня напруг по кожному з каналів здійснюється підсистемою вимірювання, інформація з якої передається до комп'ютера.

Практична значимість. Система представлятиме інтерес для підприємств, що здійснюють роздрібну торгівлю та сервісне обслуговування електротехнічної та електронної продукції, оскільки її використання дозволить суттєво скоротити час для тестування відповідних приладів.

УДК 681.3

Нерозна І.О., Добролюбова М.В

СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО ДИСТАНЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ МІКРОКЛІМАТОМ ВСЕРЕДИНИ БДЖОЛИНОГО ВУЛИКА

Розвиток бджолиного промислу зумовлений не тільки великим попитом на продукти бджільництва, але і гострою потребою в природному опиленні культурних рослин, що збільшує врожайність сільськогосподарських культур на 50 - 60 %. Нормальна життєдіяльність комах безпосередньо залежить від умов проживання, що обумовлюються декількома параметрами. Найважливіші з них – температура та вологість повітря всередині вулика. Затрати енергії бджоли на регулювання оптимального мікроклімату впливають на її зношення, майбутню продуктивність, швидкодію та якість розплоду.

Розроблена система оперативного дистанційного управління мікрокліматом всередині бджолиного вулика складається з апаратної та програмної частин і включає в себе підсистему моніторингу параметрів мікроклімату та підсистему їх регулювання.

Апаратна частина підсистеми моніторингу параметрів мікроклімату реалізована за допомогою автономного пристрою, що вимірює потрібні показники та пристрою-ретранслятора. Зв'язок між пристроями організований по радіоканалу на частоті 433 МГц. Автономна частина живиться від акумуляторів.

У сезон медозбору вулики розміщуються по периметру поля або саду на відстані 3-5 м один від одного. Доцільно збирати інформацію з кожного вулику на один головний, який в свою чергу одночасно передає загальний стан усіх на сервер через протокол обміну даних MQTT. Цей протокол забезпечує три рівні якості доставки інформації та відсутність дублювання. Дані з сервера користувач отримує запитом у потрібний час.

Розроблене програмне забезпечення має вбудований статистичний контроль в процес моніторингу показників мікроклімату і розподілення функції людей і машин.

Для вимірювання температури та вологості використовується цифровий датчик підвищеної точності DHT 22 типу AM2303. Обробка та управління даними реалізовані за допомогою плати Arduino Uno і мікроконтролера ATmega 328p. Пакетна передача даних через мобільний зв'язок здійснюється GSM модулем SIM800L. Апаратна частина підсистеми регулювання параметрів мікроклімату реалізована за допомогою електрообігрівача, вентиляційної системи та пристрою-ретранслятора, який через GSM модуль за допомогою розробленого програмного забезпечення отримує команди на включення/виключення відповідних пристроїв.

Завдяки розробленій системі оперативного дистанційного управління мікрокліматом всередині бджолиного вулика з'явилась можливість постійного вимірювання та запису показників мікроклімату протягом доби, контролю границь цих показників і автоматичного їх регулювання, що сприяє якісному природному опиленню культурних рослин, підвищує рентабельність продукції та економічну ефективність, запобігає роїнню бджолиної сім'ї, збільшує її продуктивність та самовідтворення, зменшує трудові затрати бджоляра.

УДК 629.735.017

Нечипоренко О.М., Гоїнець О.О.

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ МІНІАТЮРНОГО
БАРОМЕТРИЧНОГО ВИСОТОМІРА НА БАЗІ
П'ЄЗОРЕЗИСТИВНОГО ДАТЧИКА ТИСКУ**

Актуальність дослідження викликана вирішенням задачі підвищення надійності барометричного висотоміра на надмалих висотах польоту, які мають невелику тривалість і мають місце при польоті квадрокоптерів. Метою дослідження є розробка метода підвищення функціональної надійності мініатюрного барометричного висотоміра квадрокоптера комплексуванням висотоміра з безплатформенною інерціальною системою (БІНС) і супутниковою навігаційною системою (СНС). В дослідженні використовувався барометричний висотомір, розроблений на базі цифрового п'єзореzystивного датчика атмосферного тиску (модуль з барометром типу BMP-280 фірми BOSCH). Модуль типу BMP-280 також має вбудований датчик температури.

До нових наукових і технічних результатів відноситься вибір найбільш ефективного метода підвищення надійності - метода функціонального резервування. Тому для підвищення надійності барометричного висотоміра було обрано метод функціонального комплексування, коли надлишковість в системі створюється резервуванням основної функції об'єкта за

призначенням, тобто метод функціонального резервування. Такою функцією за призначенням для барометричного висотоміра є вимірювання висоти польоту квадрокоптера. Таким чином, у якості *функціональних резервів* можна розглядати всі бортові вимірювальні системи, які дають можливість отримати інформацію про висоту польоту ЛА. Відома інтегрована навігаційна система безпілотних літальних апаратів, що складається з навігаційного комплексу БІНС на базі мікромеханічних датчиків (iMEMS) і СНС, яка має високі показники надійності. Система реалізована як слабозв'язана схема на базі оптимального фільтра Калмана, що припускає як вироблення незалежних рішень у безплатформенній ІНС (БІНС) і СНС, так і комплексного рішення, одержуваного на основі фільтра Калмана за даними СНС і БІНС. В роботі пропонується *комплексування мініатюрного барометричного висотоміра на базі п'езорезистивного датчика тиску з такою системою*. Ймовірність безвідмовної роботи $P_c(t)$ комплексованої системи вимірювання висоти польоту БПЛА для трьох функціональних

резервів $P_c(t) = 1 - \prod_{i=1}^3 [1 - P_i(t)]$. ІБР резервованої (комплексованої) системи

значно більше, ніж ІБР функціонального резерву: $P_c(t) = 1 - [1 - 0,95]^3 = 0,999875 \gg P(t) = 0,95$. Тобто функціональне резервування, запропоноване в дослідженні, значно підвищить надійність барометричного висотоміра.

Мініатюрний барометричний висотомір розроблений для його практичного застосування на борту квадрокоптера. Крім того, використання розробленої комплексованої системи вимірювання висоти польоту дозволить підвищити надійність як висотоміра, так і квадрокоптера в цілому.

УДК 681.51.01

Нечипоренко О.М., Мелашенко В.О.

КВАДРОКОПТЕР ПІДВИЩЕНОЇ НАДІЙНОСТІ, ЩО ПРОДОВЖУЄ ПОЛІТ ПРИ ВІДМОВІ ГВИНТОМОТОРНИХ ГРУП

Актуальність. Проблема забезпечення надійності – зараз одна з нагальних під час проектування, виробництва та експлуатації технічних об'єктів, зокрема безпілотних літальних апаратів типу мультикоптери (квадрокоптери, коптери). Роль проблеми забезпечення основної властивості надійності – безвідмовності – зростає через потребу перевести квадрокоптери з об'єктів одноразового до багаторазового використання.

Нові наукові та технічні результати. Мета роботи – аналіз надійності і підвищення безвідмовності квадрокоптера за допомогою існуючих методів. Тривалість польоту квадрокоптера обмежена потужністю акумулятора і складає від 20 до 40 хв. Тобто за такий короткий час ймовірність виникнення параметричних відмов від зношуваності, втоми або поступової

фізичної деградації нехтувано мала. Тому вперше була досліджена функціональна безвідмовність квадрокоптера: у якості критерію відмови розглядався зрив його польоту, що призводить до аварії, тобто до падіння квадрокоптера. Були зібрані статистичні дані про функціональні відмови квадрокоптерів. На основі аналізу і розрахунку статистичних оцінок ймовірностей відмов складових елементів було знайдено, що найбільш ненадійні елементи – це елементи гвинтомоторної групи (ГМГ) квадрокоптера. Як «найслабша ланка», ГМГ потребує резервування. На відміну від класичного структурного резервування, яке потребує збільшення масо-габаритних параметрів, в роботі розглянуто методи програмного резервування, коли використовується додаткова (резервна) програма керування рухом квадрокоптера після відмови однієї чи двох ГМГ. При додванні спеціальної програми в програмне забезпечення квадрокоптера при відмові однієї ГМГ квадрокоптер може літати на двох гвинтомоторних групах, закріплених на одному промені. Також розроблено програмне забезпечення польотного контролера алгоритмом діагностики відмов ГМГ, що призводять до падіння квадрокоптера. На основі проведеного аналізу безвідмовності квадрокоптера виявлено основні причини і події, що призводять до його відмови (зрив польоту і падіння), а саме: відмови гвинто-моторної групи через перегрів регулятора обертів безколекторного двигуна та пошкодження частини гвинта. Для кожної з вищезазначених причин відмови ГМГ розроблені додаткові програми, які виключають відмову, що призводить до падіння квадрокоптера, розроблені алгоритми діагностики відмов квадрокоптера.

Практична застосовність. Додаткові програми, що виключають відмову, і алгоритми діагностики відмов розроблені для їх практичного застосування на борту квадрокоптера. Це дозволяє значно підвищити надійність і економічну ефективність його багаторазового використання.

УДК 629.7.05

Нечипоренко О.М., Брижан С.С.

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ МАГНІТОМЕТРИЧНОЇ СИСТЕМИ ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ

Актуальність. В результаті розвитку електроніки і технології мікроелектронних механічних систем з'явилися MEMS-магнітометри, що надають функцію компаса в мікросхемному виконанні і входять до складу складних навігаційних систем малих безпілотних літальних апаратів (МБЛА), зокрема квадрокоптерів. Актуальність теми даного дослідження полягає в розробці методів підвищення надійності МБЛА в цілому, так і їх складових частин, систем і елементів.

Нові наукові та технічні результати. Розробка метода підвищення надійності і точності магнітометричної системи при проектуванні та

забезпечення надійної роботи в умовах експлуатації на літальному апараті за допомогою впровадження в систему додатково двох магнітометричних датчиків (функціональне резервування) і алгоритму діагностування їх відмови шляхом порівняння показань. Дослідження проводилися на магнітометричній системі, розробленій на базі цифрового трьохосового магнітометра (компаса) типу НМС5883 фірми Bosch. Для компенсації температурної похибки отримано вирази для визначення основних кутів орієнтації об'єкта – азимута, зенітного і візирного кутів, коли основні електричні параметри магнітометричного перетворювача визначені апріорно. Для підвищення надійності в дослідженні було застосовано метод структурного резервування, що являє собою паралельне навантажене резервування, коли пристрій або система резервується ідентичними резервними елементами, підключеними постійно в роботу. Використання цього методу дозволило вибрати необхідну кількість резервних магнітометрів, а саме трьох датчиків (один основний і два резервних). Розроблено алгоритми діагностування відмов магнітометричної системи, на основі яких розроблені програми: для відмови по одній осі, шляхом порівняння показань.

Практична застосовність. Для практичного застосування на борту квадрокоптера розроблено програму, інсталяція якої на мікроконтролері Arduino дозволило діагностувати відмову одного з магнітометрів магнітометричної системи, відновити працездатний стан (усунути відмову) і таким чином значно покращити надійність магнітометричної системи.

УДК 681.3

Ніколаєва К.Д., Самарцев Ю.М.

ВИМІРЮВАЛЬНИЙ КАНАЛ З ВИКОРИСТАННЯМ АКСЕЛЕРОМЕТРУ

Акселерометри або вимірювачі лінійного прискорення використовуються в сфері рухомих об'єктів для визначення їх орієнтації у просторі.

В якості таких акселерометрів використовуються пристрої, виготовлені з використанням технології МЕМС (Мікроелектромеханічні системи).

МЕМС-акселерометри випускаються провідними компаніями світу, такими як STMicroelectronics, Analog Devices, BOSCH, Silicon Sensing Systems Ltd та інші.

Мікромініатюрність виготовлення акселерометрів викликає додаткові похибки вимірювання лінійного прискорення, які відсутні в традиційних акселерометрах, виготовлених без використання МЕМС технології. Наявність цих додаткових похибок викликає необхідність виконання обробки вихідних сигналів.

MEMS акселерометри працюють в межах напруги від 2.25В до 3.6В в діапазоні вимірювання ± 10 g, ± 20 g та ± 40 g.

Акселерометри з малим діапазоном вимірювання використовуються як нахиломіри для вимірювання кутів нахилу наприклад платформи. Один з найважливіших елементів конструкції MEMS акселерометрів - пружні підвіси, форма і розміри яких визначають такий важливий параметр як чутливість.

Для реалізації алгоритму обробки використовується мікроконтролер. На базі H3LIS331DL (акселерометр) та STM32F103 (мікроконтролер для обробки) було розроблено систему що містить вимірювальний канал.

Програмне забезпечення дає можливість комбінування алгоритмів обробки з метою підвищення точності вимірювання.

Результати вимірювання лінійного прискорення в даній системі записуються у флеш-пам'ять на мікросхемі STM32F103, передаючись через інтерфейс I2C. Для відображення графіків зміни лінійного прискорення результати вимірювання обробляються зовнішньою програмою в середовищі QT з використанням графічних бібліотек C/C++.

Застосовується данна система при випробуваннях та експлуатації кораблів, літаків, ракет, автомобілів тощо, а також як чутливий елемент автопілотів, гіровертикалей та інших. Тому дана розробка має широкий спектр застосування та перспективу використання.

Актуальність зумовлена створенням альтернатив дорогим системам іноземного походження, та можливістю розробити систему під певні умови експлуатації, в залежності від поставлених робочих умов.

УДК 681.3

Олексієнко О.О., Козир О.В.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГІРОСКОПУ В АОП ARDUINO

Гіроскоп – пристрій, здатний реагувати на зміну орієнтації тіла, на яке його встановлено, відносно інерціального простору.

Arduino – апаратна обчислювальна платформа для аматорського конструювання, основними компонентами якої є плата мікроконтролера з елементами I/O та середовище розробки Processing/Wiring на мові програмування, що є підмножиною C/C++.

Для реалізації цього завдання в середовищі Arduino використаємо об'єднаний модуль трьохосових гіроскопу та акселерометру GY-521. Основа модуля – мікросхема MPU-6050, перевагами якої є порівняно низька вартість, враховуючи наявність ще й акселерометру та досить висока точність завдяки 16-бітному аналогово-цифровому перетворювачу для кожного каналу, що дозволяє записувати данні з 3 осей x, y та z одночасно.

Однак, на жаль, даний модуль має і ряд недоліків, серед яких відображення короткочасного “повороту” тіла при різкому переміщенні - результат реакції акселерометру на лінійні прискорення.

Редагування базової бібліотеки для вирішення цієї проблеми і буде нашою основною метою.

Далі мова піде про ЦПР - цифровий процесор руху, який є складовою частиною MPU-6050. Він дозволяє програмувати себе для комплексних розрахунків значень сенсорів, що звичайно піде на користь скетчам, назначення яких вище від аматорських. Використання процесору, а саме його можливості виконувати операції прямо на чіпі до всього іншого значно знизить навантаження на мікроконтролері.

Оптимізація бібліотек, призначених для роботи зі значеннями, відмінними від “raw” буде додатковим завданням роботи.

Arduino дозволяє підключати одночасно до двох розглядаємих модулів у проекті без використання мультиплексорів. Однак, не так давно став відомим трюк, що дає змогу використовувати більшу кількість сенсорів без допомоги мультиплексора. Він полягає у з'єднанні кожного з ADO пінів до окремого виходу Arduino.

Проблемою цього трюку є відсутність інформації щодо роботи саме MPU-6050 мікросхеми з ним, що і буде нами перевірено.

Ще одним завданням буде розробка алгоритму зшивки акселерометра і гіроскопу з останнім як головним, що значно розширить спектр можливих задач.

УДК 621.3

Опольський С.В.

АВТОМАТИЗОВАНЕ ВІДТВОРЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ УМОВ ДЛЯ КУЛЬТИВУВАННЯ СПОЖИВЧИХ АГРОКУЛЬТУР

Дана закрита система автоматизованого відтворення оптимальних умов для культивування споживчих агрокультур не залежить від зовнішніх кліматичних чинників, тому її можна використовувати в будь-який час, незалежно від пори року, також система має ергономічні розміри та є енергоефективною. За допомогою контролю та регулювання параметрів закритої системи (вологість, температура, освітлення і тд.), можемо задати найбільш оптимальний мікроклімат для конкретного виду рослин. Можна зробити висновок, що готовий продукт, буде швидше вирощений в даній системі, в порівнянні з вирощеним в природних умовах, через відсутність протидіючих факторів.

При вирощуванні споживчих культур класичним способом, урожайність прямим чином залежить від об'ємів засадження. В даній системі акцентується увага на максимальній врожайності з однієї одиниці рослини. Використовуючи дослідження виробників добрив, можемо

виділити конкретні біоактивні речовини, які стимулюють вегетативний розвиток рослини. Система має гнучкі налаштування для задання параметрів зрощування різноманітних культур. А саме для контролю росту необхідно контролювати температуру повітря, вологість ґрунту, вологість повітря, кислотність ґрунту та освітлення. Ці параметри контролюються за допомогою датчиків.

Велика частина вартості готового продукту формується за рахунок різних факторів. Однією з цілей даної розробки є виключення таких факторів як: несприятливі погодні умови, боротьба зі шкідниками, транспортування. Виключаючи ці фактори, система являється економічно-ефективнішою для регіонів з відсутності можливості вирощування агрокультур в природних умовах.

УДК 681.32

Осінцева М.Б.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ СИГНАЛУ З ЛОКАЛЬНО ЗОСЕРЕДЖЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ

В сучасному світі сигнал слугує для діагностики стану технічних та біологічних об'єктів. Для такої діагностики першочерговою задачею є визначення тих чи інших характеристик сигналу. У випадках, коли інформація про стан об'єкта рівномірно розподілена на всьому інтервалі спостереження, для визначення характеристик сигналу застосовують класичні методи обробки сигналів. Наприклад, ортогональне розкладання випадкових сигналів за системою базисних функцій, але такі класичні методи майже не чутливі до ознак, що зосереджені на локальних фрагментах сигналу спостереження. У випадку, коли інформація про стан об'єкта дослідження зосереджена в локальних фрагментах інтервалу спостереження, а сам сигнал є неперіодичний і має складну форму, то задача визначення інформативних параметрів суттєво ускладнюється. В доповіді наведено аналіз відомих підходів до визначення локально зосереджених параметрів неперіодичних сигналів складної форми.

Одним з методів ідентифікації сигналу є регресійний аналіз, що базується на мінімізації квадратичної функції витрат. В такому методі використовується робоча гіпотеза, що дозволяє вирішувати прикладні задачі. За результатами експерименту будується рівняння регресії, що дозволяє наблизитися до реальної ситуації. Але регресійний аналіз визначає зміну локальної ознаки тільки за залишками, якщо ж розподілення залишків несиметричне це призводить до нестійких рішень.

Більш сучасним є спектральний аналіз. Спектральний аналіз можна поділити на перетворення Фур'є і аналіз в частотно-часовій області: вейвлет-перетворення і перетворення Д. Габора. Перетворення Фур'є не дозволяє локалізувати в часі частотні компоненти, отже його практичне

застосування можливе лише для стаціонарних сигналів. Перетворення Д. Габора має свою особливість: при збільшенні ширини вікна покращується роздільна здатність по частоті, але втрачається по часу, при зменшенні ширини вікна, навпаки. Цей недолік вирішує вейвлет-перетворення. Але при застосуванні вейвлет-перетворення виникають інші проблеми: необхідність створення материнського вейвлету для вирішення конкретної задачі, який би забезпечив відповідність досліджуваному сигналу; неможливість повного перебору коефіцієнтів при великій їх кількості.

Існує також лінгвістичний метод. Він базується на сегментації сигналу на ряд простих і складних фрагментів. Лінгвістичний метод досить простий, але потребує великого об'єму даних і високого рівня необхідних апріорних відомостей про модель сигналу спостереження.

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок про необхідність удосконалення методів опрацювання сигналу з локалізованими параметрами та адаптації їх до конкретного типу сигналів.

УДК 621.317.39

Остапчук О.С., Шевченко К.Л.

НАДВИСОКОЧАСТОТНИЙ ВИМІРЮВАЧ ВОЛОГОСТІ ТВЕРДИХ І СИПУЧИХ РЕЧОВИН

Надвисокочастотні вимірювачі вологості (НВЧ) використовують значну (в десятки разів) відмінність електричних властивостей води і сухого матеріалу. Вміст вологи визначається послабленням НВЧ випромінювання, що проникає через шар досліджуваного матеріалу. У таких вологомірах досліджуваний зразок матеріалу (наприклад, тканини, шкіри, волокнистого паперу чи картону) розташовують між передавальною і приймальною антенами. Передавальна антена з'єднана з НВЧ генератором, приймальна з вимірювальним приладом. Чим більша вологість аналізованого матеріалу, тим більше загасання електромагнітних хвиль і менше сигнал, який потрапляє до вимірювального приладу. НВЧ вологомір дозволяє вимірювати вологість в широкому діапазоні (0 - 100%) з високою точністю.

Сьогодні, важливою проблемою є вимірювання вологості твердих та сипучих речовин на виробництві. Наприклад, вимірювання вологості сировини та напівфабрикатів на підприємствах цукрової промисловості (вологість цукру після сушки); зернопереробної промисловості (вологість зерна на елеваторах та в бункерах; комбікормових заводах (вологість компонентів до змішування); хлібозаводах та кондитерських фабриках (вологість борошна чи сировини); підприємствах деревообробної промисловості (вологість деревної сировини); на фармацевтичних підприємствах та ін.

В моделях вологомірів запроваджена система безконтактного вимірювання висоти насипу матеріалу, що транспортується по конвеєрній

стрічці. Завдяки цьому вимірювач вологості стає повністю незалежним від режимів роботи конвеєра, продовжуючи здійснювати точні вимірювання вологості потоку. Мікрохвильові вологоміри застосовуються для вимірювання вологості матеріалів в бункерах та інших технологічних ємностях, спускових жолобах, трубах, при гвинтовій подачі матеріалу і навіть безпосередньо в технологічному процесі. Для цього створені спеціальні модифікації вимірювачів.

В даній роботі проаналізовано методи та засоби вимірювання вологості та зроблений висновок про перспективність використання надвисокочастотного методу вимірювань в діапазоні частот 8...12 ГГц.

УДК 681.3

Охріменко Ю.В., Тесик Ю.Ф.

РОЗРОБКА ЦИФРОВОГО ОДНОФАЗНОГО БАГАТОТАРИФНОГО ЛІЧИЛЬНИКА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Питання обліку електричної енергії вперше виникло в XIX столітті, в зв'язку з такими відкриттями вчених, як генератор, трансформатор, динамо машина, електрична лампа і багатьма іншими. Ці досягнення в сукупності з приладом, здатним вести облік витрат електроенергії, дозволяли зробити електрику комерційним продуктом масового попиту. Перший прилад обліку електроенергії ґрунтувався на зв'язку між електричними і магнітними властивостями речовини і називався індукційним.

Індукційні лічильники довгий час займали чільне місце у вирішенні питань обліку електроенергії. У наш час на зміну таких приладів прийшли електронні лічильники, практика використання яких неодноразово доводить їхню перевагу над попередниками.

Актуальність розробки полягає в тому, що на сьогоднішній день питання переходу від індукційних лічильників до електронних стоїть дуже гостро, так як індукційні лічильники, встановлені як правило ще в минулому столітті, виробили свій ресурс і мають суттєві похибки при вимірюванні електричної енергії. Використання ж електронного лічильника дозволяє застосовувати багатотарифну систему обліку, яка збільшує ефективність системи енергопостачання. Адаже в даному питанні сходяться воедино інтереси не тільки споживача електроенергії, а й її безпосереднього виробника. Виробники зацікавлені у вирівнюванні добової кривої навантаження, що має піки споживання електроенергії. Така турбота викликана перш за все прагненням до досягнення найбільшої оптимальності і ефективності в її виробництві і розподілі своїми енергосистемами. Щоб залучити споживачів до використання електроенергії за певним графіком, виробники створили багатотарифну систему її обліку, заклавши в таку концепцію економічну вигоду для споживачів. Суть багатотарифної системи полягає в диференційованих за часом доби тарифах на

електроенергію. Наприклад, в нічний час доби, коли споживання електроенергії різко падає, тариф має найменше значення, а вдень він знову стає звичайним. Таким чином, споживачам вигідніше використовувати електроенергію в нічний час.

Практична застосовність полягає у розробці лічильника, який буде вигідно відрізнитись по вартості від представлених на ринку засобів обліку та буде доступним для середнього споживача. Розроблений лічильник буде забезпечувати достатню точність вимірювань спожитої енергії та матиме зручний інтерфейс для зчитування інформації з можливістю бездротової передачі даних на локальний сервер для їх моніторингу.

УДК 681.3

Павленко В.Р.

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПІЧЧЮ ПОЛІМЕРИЗАЦІЇ ПО ПРОПОРЦІОНАЛЬНО-ІНТЕГРАЛЬНО-ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОМУ (ПІД) ЗАКОНУ РЕГУЛЮВАННЯ

Необхідність в подібному приладі виникла на реальному обладнанні одного з підприємств, де виготовляють продукцію з полімерним покриттям. Режими роботи та асортимент продукції не дозволили застосувати готові рішення, що існують на ринку в даний момент. Всі вони мають в своїй конструкції надлишкові можливості, що робить їх максимально універсальними. Це ж робить їх і дорогими, щоб окупити закладений в них функціонал.

Виготовлення обмеженої кількості даного приладу на промислових потужностях також робить вартість приладу високою, оскільки тільки серійне виробництво дозволяє зменшити собівартість.

Таким чином було прийнято рішення виготовлення приладу самостійно, провести дослідження ефективності його роботи на реальному обладнанні.

Перший варіант приладу був побудований на керуванні потужністю нагрівальними елементами по закону вимикача, тобто нагрівальні елементи включені до моменту досягнення встановленої межі температури всередині печі полімеризації, після чого вимикались. Такий метод має велику інерційність тому температура продовжує зростати ще якийсь час. Це може стати причиною появи браку продукції.

Застосування керування потужністю нагрівачів печі полімеризації по ПІД закону дозволило уникнути недоліків, про які зазначалось раніше.

В ході дослідження на різних режимах роботи обладнання прилад показав повторюваність результатів та стійкість роботи. При цьому час на встановлення необхідних температурних режимів зменшився на 10 відсотків, що в свою чергу зменшило споживання електричної енергії і як результат зменшення собівартості продукції.

Відсутність в алгоритмі роботи приладу непотрібних функціональних можливостей спростило саму конструкцію приладу і, як наслідок, це вплинуло на вартість самого приладу.

Порівняння роботи обладнання, на якому встановлено даний прилад в порівнянні з аналогічним обладнанням, на якому він відсутній, показало, що було застосовано правильні технічні рішення.

Що стосується фінансових затрат на виготовлення даного приладу, то згідно попередніх розрахунків вони окупляться після двох днів роботи обладнання. Тобто такі затрати можна вважати незначними, враховуючи те, який економічний ефект досягається.

УДК 681.3

Панченко В.В., Туз Ю.М.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА МЕТРОЛОГІЧНОЇ АТЕСТАЦІЇ ШИРОКОСМУГОВИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПІДСИЛЮВАЧІВ

В сучасному світі важко уявити продуктивну діяльність людини без автоматизованих систем, які допомагають їй в роботі. Вони сповіщають всю необхідну інформацію, надають можливість віддаленого збору даних, а також дозволяють виконувати автоматично певні дії в залежності від отриманих даних, що часто супроводжується не лише зручністю у використанні, а й значною економією ресурсів. Але через складність розробці та високі вимоги як до програмного забезпечення так і до обладнання, системи автоматичного моніторингу та отримання даних не так швидко впроваджуються в робочий процес.

Широкосмугові вимірювальні підсилювачі застосовуються для передачі одиниці розміру напруги змінного струму в широкому динамічному і частотному діапазонах.

Так, наприклад, до складу апаратури військового вторинного еталона напруги змінної від 0.1 до 1000 В у діапазоні частот від 10Гц да 30МГц ВВЕТУ 08-07-01-09 входять підсилювачі БРЧД1, БРЧД2, БРЧД3 з коефіцієнтом підсилення 10, що мають частотні діапазони від 10Гц÷30МГц, 10Гц÷1МГц, 10Гц÷100КГц та максимальні вхідні напруги 30В, 100В, 1000В відповідно.

Підсилювачі нормуються такими характеристиками, як :

1. Коефіцієнт підсилення
2. Власні шуми
3. Амплітудно і фазочастотні характеристики (АФЧХ)
4. Амплітудна характеристика
5. Перехідна характеристика
6. Коефіцієнт нелінійних спотворень
7. Максимальна вихідна напруга

Актуальність розробки обумовлена тим фактом, що дана система може бути використана для вирішення різного роду завдань від лабораторного збору даних в штатному автоматизованому режимі до проведення повністю автономного експерименту (наприклад тесту на стабільність, що триває досить великий проміжок часу).

Також слід зазначити, що з певними доопрацюванням можливе підключення інших приладів та реалізація інших завдань.

Новизною розробки являється: створення системи, що буде повністю автономним інструментом для дослідження властивостей підсилювачів, що працюють на високій напрузі в широкому діапазоні частот. Реалізація програмного калібрування вимірювального приладу, в автоматичному режимі роботи. Реалізація програми - інструменту що може бути використана для необмеженого спектру вирішення аналогічних задач з схожими параметрами.

УДК 681.3.06

Петруша С.Г., Богомазов С.А.

МЕРЕЖЕВА СИСТЕМА ЗБОРУ НАВІГАЦІЙНИХ ДАНИХ НА ОСНОВІ РЕАКТИВНИХ JAVA-ТЕХНОЛОГІЙ

Для можливості навігації при втраті сигналу супутникового навігаційного обладнання використовуються системи з датчиками руху. Вимоги до них включають в себе зменшення ваги та розмірів, що надає переваги для використання в будь якій системі. Тому значно розширюється коло вжитку та області використання мікромеханічних акселерометрів, магнітометрів і гіроскопів та створених на їх основі блоків інерційних вимірювальних модулів.

Розроблено демонстраційний макет модуля вимірювання положення та напрямку. Він реалізований на основі універсальної плати MCU TM4C123G LaunchPad™ Evaluation Kit, яка базується на високопродуктивній архітектурі ARM® Cortex®-M4F, та плати з набором сенсорів Sensor Hub BoosterPack. Необхідні вимірювання виконуються за допомогою трьохосьового акселерометра (вимірює прискорення), трьохосьового гіроскопа (вимірює відносний напрямок), трьохосьового магнітометра (вимірює напрямок відносно магнітних полюсів землі). Для застосування цих модулів у складі навігаційних систем необхідно розробити ефективну систему для збору, обробки, збереження та представлення даних про положення об'єкта в просторі.

Сумісне використання даних з різних джерел потребує створення алгоритмів взаємодії, задачею яких є сумісна обробка даних навігаційних систем. З точки зору розробки програмного забезпечення такі системи вимагають максимальної стабільності, отже логічним рішенням буде використання мов програмування з автоматичним керуванням пам'яттю.

Найдоцільнішим рішенням є використання мови програмування Java, яка активно використовується в серверних системах, що підтверджує її надійність. Програмне забезпечення модуля розроблено на базі реактивних Java-технологій – фреймворку JavaRx. Це дозволило збільшити швидкодію та ефективність додатків завдяки неблокуючим (non-blocking) алгоритмам обробки запитів та використанню шаблону проектування “Observer”. На відміну від звичайних веб-систем, де використовується SQL, такі алгоритми підтримують використання неблокуючих з’єднань до бази даних. Саме тому в системах на основі реактивних технологій активно використовуються noSql бази даних, як Apache CouchDB, Cassandra, Clusterpoint, MongoDB, OrientDB, Qizx, RethinkDB та інші.

Розроблений мережевий модуль з програмним забезпеченням на базі фреймворку JavaRx є основою для застосування в комплексних навігаційних системах з можливістю розширення та поєднання з іншими модулями. Це дозволить оптимізувати процес розробки та спростити інтеграцію в існуючі системи.

УДК 533.695.14

Попов А.Є.

ВПЛИВ ТИПУ ОПЕРЕННЯ ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА СХЕМИ «КАЧКА» НА РОЗПОДІЛ АЕРОДИНАМІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ПО КРИЛУ

Останнім часом все більш актуальною стає задача детального дослідження нетрадиційних аеродинамічних схем літальних апаратів. Це пов’язано з тим, що класична аеродинамічна схема, яка застосовується в більшості літаків, що випускаються масово, практично досягла своєї досконалості. Однією з можливих схем, що здатна покращити льотні характеристики літального апарату, є схема «качка» (схема з переднім горизонтальним оперенням).

Основною перевагою схеми літального апарату з переднім горизонтальним оперенням (ПГО) є відсутність «втрат на балансування». Попередні дослідження показали неефективність подібної аеродинамічної схеми порівняно із класичною при практичному застосуванні до задач авіації загального призначення. Основною проблемою, пов’язаною із схемою «качка», є негативний вплив скошу потоку за переднім горизонтальним оперенням на обтікання крила літака. Проте дослідження впливу передніх оперень «нетрадиційної» форми літальних апаратів схеми «качка» на їх аеродинамічні характеристики відсутні.

В результаті проведених досліджень визначено, що найменший вплив на розподіл аеродинамічного навантаження по крилу на крейсерських режимах польоту мають U-подібні передні оперення. V-подібні передні оперення дозволяють отримати більші значення аеродинамічної якості в

порівнянні з іншими формами оперення. Найбільший вплив на розподіл аеродинамічного навантаження по крилу мають ті типи переднього оперення, що створюють інтерференційні або індукційні вихори в площині крила.

Проведені дослідження дають змогу покращити характеристики літальних апаратів загального призначення шляхом використання нетрадиційних форм переднього горизонтального оперення.

УДК 632.08

Прохорчук О.В., Кравченко К.В.

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСОДАРСЬКИМ БЕСПЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТОМ

Актуальність. У сучасному житті безпілотні літальні апарати (БПЛА) становляться все більш популярними затребуваними у різних сферах діяльності людини. Значну роль БПЛА відіграють у військовій сфері, сучасні армії світу вже котрий рік мають на своєму оснащенні різні за функціоналом та розміром БПЛА. Для вирішення цивільних задач БПЛА має великі перспективи. Так БПЛА використовують для аерофотозйомки, для контролю за об'єктами або їх станом, тощо. У роботі розглядається система керування БПЛА для сільського господарства з оптимізацією енерговитрат.

Наукова новизна. У роботі розробляється критерій оптимальності керування БПЛА, суть якого полягає у тому, що чим менша траєкторія руху БПЛА, тим менше витрачається енергетичних ресурсів. Іншими словами, чим ефективніша траєкторія, тим менше затрачаємо енергії. Ефективність траєкторії полягає у її максимальному збігу з зоною виконання завдання, для нашого БПЛА розпилу трихограми. Постає питання в створенні алгоритму розрахунку мінімальної траєкторії для оброблення певного сільськогосподарського поля. Мінімізувати траєкторію ми можемо проаналізувавши мінімально можливий розворот БПЛА та довжину і ширину поля. За результатами аналізу, ми зможемо обрати мінімальну за довжиною траєкторію польоту БПЛА.

Практична застосовність. Сільське господарство – є однією з найбільш перспективних галузей розвитку БПЛА. Застосування БПЛА в сільському господарстві дає можливість: створення електронних карт полів, інвентаризації сільгоспугідь, оцінити обсяг робіт і контролювати їх виконання, вести оперативний моніторинг стану посівів, тощо. Більш розвиненим у цій сфері є БПЛА для аерофотозйомки. У нашій роботі пропонується використовувати БПЛА для нанесення трихограми на рослини. При цьому використовуючи розроблений критерій оптимальності енерговитрат. У кінцевому результаті ми зможемо отримати автономний комплекс для контролю і обробки сільськогосподарських культур.

УДК 528.71:629.735

Прохорчук О.В., Пархоменко Н.О.

БЕЗКОНТАКТНА ОПТИЧНА СИСТЕМА ЗЧИСЛЕННЯ ШЛЯХУ МАЛОГАБАРИТНОГО БЕЗПЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА

Актуальність. Безконтактні оптичні системи зчислення шляху вже досить давно застосовують в робототехніці для автоматичного управління рухом в умовах, коли обсяг апріорної інформації не достатній і для вирішення завдань управління необхідний аналіз навколишнього середовища в режимі реального часу. Але на сьогоднішній день така система не так часто застосовується в БПЛА через відсутність універсальних алгоритмів вирішення завдань зорових спостережень та розпізнавань об'єктів зорових спостережень.

Нові наукові та технічні результати. В роботі була розглянута задача автономного системного позиціонування БПЛА на місцевості, де неможливе використання датчиків ГЛОНАСС / GPS (через, наприклад, втрату сигналів з супутників, перезавантаження модуля і т.п.). Існує кілька варіантів реалізації даного методу позиціонування малогабаритних БПЛА. Серед них: на основі отриманих в реальному часі зображень місцевості, що можуть бути зроблені однією або двома камерами, з моделюванням електронної карти і без. У роботі був запропонований метод, який полягає в автоматичному знаходженні у кожному кадрі кількох десятків характерних точок. Аналіз їх переміщення від кадру до кадру дає інформацію про рух об'єкта. Велика кількість таких точок гарантує точність визначення переміщення, курсу і кутів орієнтації. При цьому система автоматичного управління на основі такої інформації виробляє команди управління для вирішення завдання стабілізації або наведення.

Основним обмеженням методу є можливість тільки відносного визначення координат і орієнтації, що може призвести до зростання помилки навігації з часом. Також серед причин, що призводять до неможливості знайти відповідні пари точок на знімках: недостатня освітленість, неможливість використання в разі хмарності, неможливість використання над гладкою поверхнею без характерних особливих точок (плоска, рівномірно освітлена водна поверхня «без мерехтіння» і хвиль; однорідна і рівна піщана пустеля без рослинності). Варто зазначити, що така система не споживає багато енергетичних ресурсів БПЛА і не вимагає використання додаткового обладнання.

Практична застосовність. Незважаючи на всі недоліки такої системи, даний метод може й повинен бути реалізований в малогабаритних БПЛА і в подальшому використовуватись при відсутності сигналу з датчиків ГЛОНАСС / GPS.

УДК 632.08

Прохорчук О.В., Тараненко Б.О.

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ НАВІГАЦІЇ ТА ОРІЄНТАЦІЇ ВИСОКОМАНЕВРЕНОВОГО БПЛА КЛАСУ МІНІ ТА МІКРО

Актуальність. Останнім часом спостерігається значне підвищення інтересу до безпілотних літальних апаратів, що, у свою чергу, висуває принципово нові вимоги до цілого ряду параметрів експлуатації БПЛА. Високі вимоги до якості навігаційного забезпечення БПЛА пояснюють появу нових підходів в області розробки навігаційних систем літальних апаратів. Комплексування систем, а також окремих аеронавігаційних комплексів та обробку інформації підвищує точність та надійність даних про параметри руху та систем керування.

Наукова новизна. Визначення навігаційних параметрів з умов відсутності сигналу з СНС високоманевреного БПЛА класу міні і мікро.

Розробка спостерігаючого пристрою, який дозволить визначати навігаційні параметри за умов відсутності сигналу з СНС високоманевреного БПЛА класу міні і мікро.

Практична застосовність. В останній час БПЛА різних типів почали використовуватись, не тільки в оборонних та спеціальних цілях, а й цивільних галузях, таких як сільське господарство, екологічний моніторинг тощо.

В цих галузях, досить важливе здешевлення апаратів, тому досить часто страждає точність. Розроблений алгоритм дозволяє, забезпечити високу точність та надійність з використанням недорогих систем.

УДК 62-971.2

Ревуцька Г.І.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

Термопари дуже широко використовуються в усіх галузях промисловості: від вимірювання температури різних об'єктів до автоматизованих систем управління і контролю. Широкому використанню термопари завдячують надійній конструкції, можливості працювати в широкому діапазоні температур і дешевизни, а також простоті, зручності монтажу і головне можливості вимірювання локальної температури. Термопара – пара провідників з різних матеріалів, з'єднаних на одному кінці і формують частину пристрою, що використовує термоелектричний ефект для вимірювання температури. Принцип дії заснований на ефекті Зеєбека або, інакше, термоелектричному ефекті. Коли кінці провідника знаходяться

при різних температурах, між ними виникає різниця потенціалів, пропорційна різниці температур.

Однією з проблем використання термопари є її залежність від напруги або струму. Теоретично залежність ТЕРС від напруги або струму повинна мати квадратичний характер, але на практиці в реальних перетворювачах квадратична залежність не спостерігається. Причинами цього є залежність опору від протікаючого по нагрівачі струму або залежність опору від прикладеної до нагрівача напруги, нелінійність теплопередачі від нагрівача до термопари, нелінійність термоперетворювача. Це відбувається через те, що температурний коефіцієнт нагрівача може бути як позитивним так і негативним, а робоча температура нагрівачів може досягати 400°C . В зв'язку з цим є підозра, що при роботі в режимі заданої напруги при від'ємному температурному коефіцієнті може виникати позитивний зворотній зв'язок, який може призвести до само розігріву нагрівача.

Для дослідження характеристик термоелектричних перетворювачів в залежності від режимів їх роботи, а саме в режимі заданої напруги і режимі заданого струму, була створена система, яка складається з калібратора (відтворює постійний змінний струм і напругу з високою точністю), нановольтметра (для виконання стабільних вимірювань напруги з низьким рівнем шуму і для надійного визначення характеристик матеріалів з високою повторюваністю), персонального комп'ютера та об'єкта дослідження.

За допомогою цієї автоматизованої системи будуть досліджені термоелектричні характеристики термопари. Отриманні результати і з них висновки допоможуть уникнути само розігріву нагрівача і таким чином забезпечити нормальну роботу під час використання в різних галузях промисловості.

УДК 629.7.051

Рижков Л.М., Федорченко С.Л.

СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ ОРІЄНТАЦІЇ РУХОМОГО ОБ'ЄКТА НА БАЗІ КОМПЛЕКСУВАННЯ ВИМІРЮВАЧІВ ПЕРВИННОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Актуальність теми. Дослідження в напрямку систем орієнтації спрямовані на вирішенні однієї з основних задач – підвищенні точності системи за рахунок модернізації (зменшення інструментальної похибки) або використанні нових алгоритмів обробки даних (зменшення методичної похибки). Прогрес у мікромеханічних системах (MEMS) дає можливість використовувати мініатюрні інерційні датчики в розноманітних приладах. Характеристики точності приладів, побудованих на базі цих датчиків є не дуже високою. Постає проблема використання нових методів моделювання та використання даних з різних джерел інформації – задача

комплексування. Тому, для досягнення максимально можливої ефективності таких систем велика увага має бути приділена їх калібруванню, дослідженню можливих похибок різного характеру, впровадженню алгоритмів фільтрації, а також оцінці точності при використанні чутливих елементів, що входять до складу системи орієнтації.

Виходячи з цього, такий систематичний підхід до вирішення задачі підвищення точності системи дозволить отримати максимально можливі точні характеристики, на основі яких і складається алгоритм і тому є актуальною науково-дослідницькою роботою.

Наукова новизна та практична застосованість дисертації полягає в підвищенні точності системи орієнтації для літальних апаратів, транспортних засобів, супутників, мобільних телефонів, засобів керування (“gamepad”, “joystick”), робототехніці шляхом введення магнітного поля Землі, зменшення часу його розрахунку за допомогою нейронної мережі, використання розрахованого компліментарного фільтру та комплексування вихідних сигналів з датчиків для взаємної фільтрації шумів.

УДК 681.3

Романюк С.Я., Туз Ю.М.

СИСТЕМА ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДСИЛЮВАЧІВ КЛАСУ D

Підсилювачі класу D – це схема з широтно-імпульсною модуляцією, на основі генератора сигналу, компаратора і формівача імпульсів, які відкривають вихідні транзистори, що працюють у ключовому режимі. Традиційні підсилювачі класів А, В і АВ з автономним живленням вже не влаштовують розробників через низький ККД і високу витрату енергії батареї або акумулятора.

Перевагами підсилювачів класу D є значно вищий ККД, тому саме вони відповідають вимогам сучасної портативної техніки. Також вони застосовуються і в стаціонарній техніці (телевізори, персональні комп'ютери, домашні або автомобільні стереосистеми та навіть в потужній посилювальній техніці для театрів та концертних залів) завдяки меншим габаритам, вазі та цінам у порівнянні з параметрами якості приладів попередніх поколінь класів А, В і АВ.

Досягнення напівпровідникової технології останніх років дозволили розробити схеми для створення високоякісних підсилювачів частоти класу D з максимальною вихідною потужністю (від одиниць до декількох сотень ват).

Основним недоліком даного класу підсилювачів є нелінійні спотворення, що виникають через нелінійність генератора сигналу і котушки індуктивності вихідного фільтру. А також підсилювачі даного класу не подавляють нестабільність напруги живлення, тому шуми, що виникають на шині живлення без перешкод потрапляють на вхід

підсилювача. При цьому у самому підсилювачі також наявні власні шуми (теплові шуми і шуми транзисторів).

Практична застосовність. Система працює за таким принципом: після генерації первинного сигналу він подається на досліджуваний підсилювач та АЦП мікроконтролера, де відбувається отримання порівняльних (еталонних) даних. Після процесу оцифрування значення потрапляють на ПК, де записуються до 1 таблиці порівняння. В свою чергу сигнал потрапляє на досліджуваний підсилювач. Після проходження підсилювача характеристики виходу знімаються осцилографом в автоматичному режимі.

Розроблена система дозволяє отримувати частотні і шумові характеристики підсилювачів даного класу, для їх подальшого порівняння і вибору оптимального варіанту, що задовольняє вимоги до точності даних.

Також система включає в себе осцилограф, що програмно підключається до ПК. Це забезпечує передачу і зберігання даних отриманих характеристик на ПК для подальшої їх обробки.

УДК 629.7.015.4

Сайченко І.О., Вірченко Г.А.

ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СИСТЕМИ ПІДВІСКИ НА НАВАНТАЖЕННЯ СТІЙКИ ОСНОВНОГО ШАСІ ТРАНСПОРТНОГО ЛІТАКА ПРИ СИМЕТРИЧНІЙ ПОСАДЦІ

При конструюванні і виготовленні літака, а також при подальших випробуваннях його на міцність важливе значення має задача обчислення зовнішніх навантажень на літак та елементи його конструкцій. Розв'язання такої задачі забезпечує правильний розрахунок міцності літака.

Одним з найважливіших елементів літака, який потребує досить точного розрахунку на міцність, є засоби приземлення. Адже саме при посадці та злеті літаки зазнають найбільшу кількість аварій та катастроф.

Для забезпечення злету, посадки літака, маневрування при русі по землі і для пониження рівня динамічних навантажень, на літаках присутні засоби приземлення – шасі. Тип шасі і як наслідок можливої системи амортизації для кожного літака вибирається з урахуванням особливостей його конструкції і умов в яких експлуатується літак.

Після проведення математичного моделювання в середовищі Labview процесу взаємодії обраного електромагнітного активного демпфера та стійки шасі типової будови було порівняно часовий інтервал отриманих сил та прикладених зусиль припинення від прискорення, разом з кутом спрямування. Розглянуто взаємодію системи підвіски за посадки на ґрунтову злітно-посадкову смугу у двох випадках: використання електромагнітного демпфера у поєднанні з механічним демпфуванням стійки шасі та гідравлічного демпфера у поєднанні з механічним демпфуванням стійки шасі. Механічне демпфування стійкою шасі

вдбувалося однаково, при цьому системи демпфування показали якісно відмінні результати роботи.

В результаті проведених досліджень визначено, що при симетричній посадці навантаження стійки основного шасі транспортного літака та максимальне навантаження виникає від лобового горизонтального навантаження на стійку шасі за умови посадки на ґрунтову злітно-посадкову смугу. Електромагнітна система підвіски добре справляється з піковими та робочими навантаженнями завдяки низькому часу реагування та відсутності затухаючих самостабілізуючих коливань системи.

Використання електромагнітної системи підвіски дозволяє швидко та ефективно демпфувати навантаження сприйняті стійкою шасі при симетричній посадці зменшуючи необхідний пробіг для гальмування, надаючи пілоту більше часу на аналіз та оцінку процесу приземлення та компенсуючи можливі прорахунки при виборі кута тангажу при заході на посадку на бетонну зльотно-посадкову полосу.

УДК 681.372+656.34

Сарибога Г.В., Левченко Т.А., Матющенко А.С.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЛЯРИЗАЦІЙНОЇ СКЛАДОВОЇ СТРАТОСФЕРНОГО ОЗОНОВОГО ШАРУ ЗЕМЛІ ЗА ДОПОМОГОЮ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ПІКОПОЛЯРИМЕТРУ

Актуальність. Загальною метою проекту є проведення досліджень поляризаційних компонентів дифузійно-відбитого стратосферою сонячного випромінювання. Такі дані можна отримати за допомогою космічного ультрафіолетового поляриметра (УФП), який працює у діапазоні хвиль 230–290 нм. Такий прилад на даний момент розробляється на базі Київського політехнічного інституту імені Ігоря Сікорського та Головної астрономічної обсерваторії НАН України.

Нові наукові та технічні результати. Данні отримані за таким космічним експериментом дозволять приблизитися до розв'язання задачі впливу аерозольної компоненти на зміни озонowego шару Землі. Такий ультрафіолетовий піко поляриметр (УПП) планується встановити на борт піко супутника КБ «Південне».

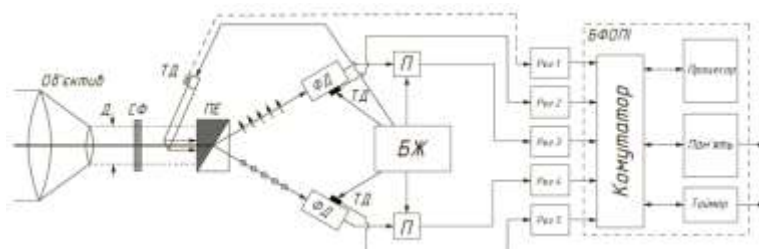


Рис. 1 Структурна схема УФП

Д – діафрагма, СФ – світлофільтри, ТД – термодатчики, ПЕ – поляризаційний елемент, ФД – фотодіод, П – підсилювач, БЖ – блок живлення, Рег. – регістр, БФОПІ – блок формування, обробки та передачі інформації

Загальний вигляд структурної схеми представлено на рис. 1. УПП має двоканальну структуру, не має рухомих елементів і умовно складається з:

- оптичної частини (діафрагма, лінзи, призма Воластона, світлофільтри);
- блоку реєстрації корисного сигналу та обробки отриманої інформації (фотоелектричні приймачі (фотодіоди), датчики температури і тиску, частото вимірювач (блок корекції сигналів), АЦП, управління УПП (бортовий обчислювач));
- блоку передачі інформації на Землю (кодер, радіопередавач, радіоканал, інше).

Вхідною величиною для всього приладу і для його оптичної частини, як первинного перетворювача є УФ випромінювання. За умовами технічного завдання нам необхідно спроектувати бортовий УПП з габаритними розмірами не більше 100x100x100 мм. Щодо системи реєстрації, то функція перетворення повинна мати лінійний вигляд. Діапазон вимірювання інтенсивності випромінювання бажано мати 10^4 . Вимірюваною величиною є інтенсивність світлового потоку випромінювання I [Вт/м²], що є вихідною величиною оптичної частини приладу.

Практична застосовність. У результаті проведеної роботи була розроблена модель електричної частини УПП на основі ультрафіолетового фотодіоду. Були розроблені структурна та функціональна схеми приладу. Розрахунковим шляхом обґрунтовано працездатність конструкції.

УДК 004

Сарибога Г.В., Збруцький О.В., Пархоменко А.С.

МЕТОДИКА ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ОРІЄНТАЦІЇ МІКРОСУПУТНИКА

Актуальність. Проблеми які виникають при застосуванні рішень Калмана вимагають великої обчислювального навантаження для реалізації, також потребують й забезпечення чітких мотивів для реалізації альтернативних підходів. Попередні підходи до вирішення цих питань були засновані або на нечіткій обробці або на фіксації фільтра на користь акселерометра для визначення орієнтації на малих кутових швидкостях і інтегрування вимірювань гіроскопа при виявленні високих кутових швидкостей. Такий підхід більш простий, але може бути ефективним тільки при обмежених умовах експлуатації. Запропонована методика збільшує точність системи орієнтації та зменшує кількість обчислень для її функціонування.

Наукова новизна. У роботі описується новий фільтр орієнтації, який застосовується як до ІНС без магнітометра, так і до ІНС з магнітометрів. Фільтр займається обробкою масивів даних, що надходять з датчиків

орієнтації і знімає проблеми точності і налаштування параметрів фільтрів, заснованих на підходах Калмана. Фільтр Маджвіка використовує кватерніони для подання орієнтації, щоб описати положення в просторі в трьох вимірах і не містить проблем, пов'язаних з описом положення кутами Ейлера (складання рамок).

Інноваційні аспекти пропонованого фільтра включають в себе:

- два регульованих параметра (один для реалізації без магнітометра) визначаються спостережуваними характеристиками системи;
- аналітичні обчислення і оптимізація методом градієнтного спуску, що підвищує точність при малих частотах дискретизації;
- компенсація магнітних спотворень і компенсація зсуву нуля гіроскопа в режимі реального часу.

Практична застосовність. Широке використання рішень Калмана є доказом їх точності та ефективності, проте вони мають ряд недоліків. Вони можуть бути складні в реалізації, що продемонстровано в самій роботі. Лінійна регресія ітерації, є основоположним для процесів Калмана, вимоги до частоти дискретизації, що значно перевищують пропускну здатність об'єкта. Запропонований алгоритм може збільшити точність систем орієнтації та стабілізації, а також прискорити розробку таких систем для мікросупутників.

УДК 681.5.07

Саутін О.Ю., Володарський Є.Т.

ЧУТЛИВІСТЬ КАРТ ШУХАРТА

Основою контролю стабільності результатів є контрольні карти, які представляють собою графічний спосіб відображення і контролю показників точності результатів випробувань, широко використовувані і пройшли апробацію практикою статистичного контролю якості технологічних процесів. Контрольні карти дають можливість наочно і оперативно оцінювати стан випробувального процесу, полегшують аналіз і інтерпретацію результатів.

Контроль стабільності результатів проводиться на основі серії контрольних процедур. Число спостережень і інтервали між ними при цьому доцільно встановлювати, виходячи зі співвідношення швидкості можливих змін статистичних характеристик результатів вимірювань під впливом різних випадкових величин і можливої розладу процесу випробувань таким чином, щоб відхиленнями в проведенні випробувального процесу можна було б обґрунтовано знехтувати.

Основною ідеєю контрольних карт є поділ спостережень на підгрупи, всередині яких допускаються варіації, обумовлені тільки випадковими причинами, в той час як відмінність між цими підгрупами можуть бути обумовлені особливими причинами, не тільки випадковими, які і повинні

виявити контрольні карти . Для цієї мети використовується опорне значення, по відношенню до якого виявляються результати спостережень, значення яких більше, ніж можна було очікувати при дії тільки випадкових величин.

Під час дослідження чутливості контрольних карт було виявлено, що вірогідність виявлення зміни технологічного процесу прямо пропорційно залежить від розмірів підгруп, на які поділено досліджувані спостереження, тобто чим більша кількість елементів у підгрупах, тим більша вірогідність виявлення розладки технологічного процесу, і, безпосередньо, чутливість контрольної карти.

Актуальність роботи підтверджується постійним зростанням в останні два десятиліття числа публікацій з різних аспектів багатовимірних методів статистичного контролю в закордонних і вітчизняних виданнях: це роботи по вдосконаленню багатовимірного контролю шляхом використання карт на головних компонентах, на регресійних залишках, контроль в умовах мінливості обсягу вибірок, зміни режимів технологічного процесу, при порушенні нормальності розподілу контрольованих параметрів і інші. Якщо в кінці минулого століття в основному були представлені роботи американських фахівців, то в останні роки активно друкуються статті та книги дослідників з багатьох інших країн.

УДК 681.5004

Сафоненкова М.М.

МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА ГЕНЕРАЦІЇ СИГНАЛІВ СПЕЦІАЛЬНОЇ ФОРМИ

У зв'язку з проведенням великої кількості випробувань, вимірювань режимів роботи електронних схем, градувань вимірювальних приладів все більше постає необхідність в джерелах електричних сигналів, що здатні виробляти коливання різних форм. Такі джерела є генераторами електричних коливань або генераторами сигналів.

Серед різноманіття генераторів сигналів, що давно існують та використовуються у різних сферах схемотехніки, особливе застосування знаходять генератори сигналів спеціальної форми — джерела, що виробляють стабільні випробувальні сигнали з відомими параметрами (частотою, напругою, потужністю й формою). Від вибору форми сигналу може залежати роздільна здатність, точність, завадозахищеність апаратури. Неодмінно існує гостра необхідність приділення особливої уваги формі сигналу при виборі найоптимальніших методів визначення сигналу на фоні шумів.

У засобах приймання інформації спеціальні сигнали використовуються як зразкові, а в засобах передавання — використовуються для досягнення оптимальних умов роботи системи з

метою отримання максимальної інформативності. Генератори сигналів як відокремлені функціональні вузли використовуються не лише в схемотехніці радіо-передавальних та приймальних пристроїв, а й у приладах обчислювальної, побутової, медичної техніки, а також у пристроях телемеханіки, автоматики та в багатьох інших сферах.

Генератор сигналів спеціальної форми на основі мікроконтролера забезпечує високу точність генерації за заданими умовами та низький рівень відмови. Мікроконтролер — є центром управління системи, виконує всі необхідні обчислювальні функції, а також безпосередньо функцію генерування сигналу. Перевагами використання мікроконтролера Intel i8051 є простота, легкість програмування та мінімальні витрати енергії, що спричинені не інтеграцією зайвих непотрібних даних системі функцій.

Генератори знаходять застосування у вимірювальній техніці, у моделюючих і розв'язуючих пристроях, у системах кодування та декодування сигналів.

Високий рівень точності, надійність та безпечність такої інформаційно-вимірювальної системи дають можливість більш продуктивного застосування її як окремого вузла більш складних і завантажених систем збирання, обробки, збереження та розподілення інформації.

Генератор сигналів спеціальної форми передбачає застосування, у першу чергу, у лабораторних і дослідницьких роботах, оскільки саме генерація, наприклад, зразкових або тестових сигналів є невід'ємною частиною експериментів у інформаційно-вимірювальній галузі, у контрольно-вимірювальних системах і в безлічі інших сфер.

УДК 621.317

Свиріпа Д.Ю., Шумков Ю.С.

ВИМІРЮВАЧ ПАРАМЕТРІВ КОМПЛЕКСНОГО ОПОРУ ЄМНІЧНОГО ДАТЧИКА

Актуальність. Ємнісні датчики рівня знайшли широке застосування в системах регулювання, управління, контролю різними технологічними процесами, наприклад, в нафтопереробній, хімічній, фармацевтичній, харчовій промисловості. Такі датчики застосовують для вимірювання вологості, рівня рідини, наприклад, в мобільних паливно-вимірювальних системах, для вимірювання деформацій, товщини діелектричних матеріалів, лінійних і кутових переміщень. Для корекції результатів вимірювань необхідно знати R, C -параметри схеми заміщення повного комплексного опору ємнісного датчика. Тому розробка вимірювача параметрів комплексного опору ємнісних датчиків є актуальною задачею.

Нові наукові та технічні результати. Часто специфіка застосування датчиків така, що датчики при вимірах розташовані на деякій відстані від

вимірювальної апаратури, тобто до датчиків потрібно підключатися за допомогою з'єднувальних кабелів. Відрізки кабелів вносять свої ємності, які є паразитними і можуть впливати на результати вимірювання. Тому використано включення датчика у вимірювальну схему, яка мінімізує вплив паразитних ємностей.

Модель датчика можна надати двохелементною схемою заміщення у вигляді паралельного R, C -кола. Тому використано метод фазочутливого перетворення, який дозволяє розділити уявну і дійсну складові комплексного опору датчика. Квадратурна складова реакції датчика відносно гармонічного випробувального сигналу відтворює інформацію об параметрі C_x датчика (уявна складова комплексного опору). Синфазна складова – відтворює інформацію об параметрі R_x датчика (дійсна складова комплексного опору).

Застосовано синхронний детектор (СД) ключового типу. Інформативна постійна складова вихідного сигналу СД виділяється за рахунок його інтегрування (інтегруючий АЦП). Інтервал інтегрування обирається кратним періоду неінформативної змінної складової. При точному збігу неінформативна складова заглушується практично нескінченно. Тому не потрібно використовувати фільтр нижніх частот, який вносить велику затримку на час встановлення перехідних процесів.

Генератор випробувального сигналу побудовано на інтеграторах за принципом моделювання нелінійного диференціального рівняння другого порядку типу Ван-дер-Поля, стійким розв'язком якого є синусоїдальні коливання з малими нелінійними спотвореннями.

Практична застосовність. Запропонований метод дозволяє підвищити точність вимірювань. Вимірювач RC -параметрів комплексного опору ємнісного датчика може бути застосований при побудові інформаційно-вимірювальних систем.

УДК 628.98

Сімонов А.Ю., Хіміченко Б.П.

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗРОБКИ ЛЮКСМЕТРА

Люксометр – це прилад для вимірювання освітленості в люксах. Принцип роботи полягає в перетворенні світлової енергії в енергію електричного струму за допомогою селенового фотоелемента та подальшого вимірювання утвореного фотоструму.

Дані пристрої широко використовуються в таких сферах як охорона праці, оскільки дуже важливо правильно розподіляти освітлення на робочому місці, а також при вирощуванні рослин, оскільки кожна рослина потребує різної кількості світла. Але вимірювання світла за допомогою селенового фотоелемента має свої недоліки. У зв'язку з тим що криві відносної спектральної чутливості селенового фотоелемента і

середньостатистичного людського ока відрізняються, то показання люксметра залежать від спектрального складу випромінювання. В такому випадку прилади градуують з лампою розжарювання.

Використання Arduino Pro Mini при розробці люксметра дозволяє зменшити витрати при виробництві та значно розширити його функції. Arduino Pro Mini це прилад на базі мікроконтролера ATmega 328. В його склад входять: 14 цифрових виходів(виходів), 6 із яких можуть використовуватися як ШІМ-вихід; 8 аналогових входів; кварцовий резонатор; кнопка скидання і контактні площадки для впаювання роз'ємів. Шестиконтактний роз'єм може слугувати для живлення і взаємодії з платою через USB за допомогою FTDI-адаптера.

За допомогою датчика BH1750 та програмного коду можливо створити люксметр з точністю 5%. Також перевагою даного рішення є те що Arduino Pro Mini надає ряд можливостей для реалізації зв'язку з комп'ютером, ще одним модулем Arduino або іншим мікроконтролером. В ATmega 328 є приймач-передавач UART, який в свою чергу дозволяє здійснювати послідовний зв'язок за допомогою цифрових виходів 0 (RX) 1 (TX). Це в свою чергу дозволяє розробити інформаційно-вимірвальну систему з двох а то і більше Arduino Pro Mini.

Запропонована система дозволить в реальному часі проводити моніторинг кількості світла яку отримали рослини що вирощуються в тепличних умовах і таким чином контролювати рівень урожаю, також за допомогою даної системи можливо постійно контролювати рівень освітленості у виробничих приміщеннях, медичних закладах, музеях та інших приміщеннях де потрібно створювати комфортні умови для перебування людини, що дає можливість раціонально використовувати електроенергію.

УДК 629.7

Скрипковська М.Г.

ПРИСТРІЙ ВИМІРЮВАННЯ КУТІВ НАХИЛУ НЕРУХОМОГО ОБ'ЄКТУ ВІД ПЛОЩИНИ МІСЦЕВОГО ГОРИЗОНТУ

Потреба вимірювати кути нахилу актуальна для багатьох галузей техніки та промисловості. На ринку продукції приладобудування України сьогодні відсутні вітчизняні акселерометричні пристрої вимірювання кутів крену та тангажу (ПВКТ), які відповідали б наступним вимогам: середньоквадратична похибка менше однієї кутової мінута в діапазоні кутів $\pm 10^\circ$ в робочому діапазоні температур $-40\dots+70^\circ\text{C}$, та з видачою інформації у цифровому коді з дискретністю 1 кутова секунда. Такі ПВКТ потрібні для контролю положення радарів та антен, горизонтування платформ та транспортних засобів.

Розроблений ПВКТ забезпечує вимірювання величини кутів крену і тангажу згідно наведених вище вимог. Видача споживачеві вихідних цифрових даних здійснюється по інтерфейсу RS-422.

Металевий прямокутний корпус ПВКТ складається з нижньої базової пластини, що має три лапи для кріплення до базової поверхні об'єкту, та кожуха. На базовій пластині встановлені два акселерометричні чутливі вузли (АЧВ) – первинні перетворювачі прискорення, зі взаємно перпендикулярними вимірювальними осями. Біля них встановлені цифрові перетворювачі температури. Аналогові частини електронної плати пристрою містять електроніку перетворення переміщення маятникових чутливих елементів у напругу та електроніку регуляторів зворотного зв'язку, струм з яких йде до обмотки зворотного компенсаційного перетворювача. Цей струм пропорційний проекції прискорення вільного падіння на вісь чутливості АЧВ і перетворюється у напругу за допомогою прецизійного резистора. Розташований на платі мікроконтролер включає в себе два високоточні аналого-цифрових перетворювачі, що перетворюють сигнали з цих резисторів у цифрові коди, пропорційні вимірюваному прискоренню. Програмне забезпечення мікроконтролера виконує алгоритмічну компенсацію похибок вимірювання прискорення і розрахунок кутів крену та тангажу.

Під час експериментальних випробувань було підтверджено, що для різних комбінацій температур та кутів нахилу в діапазон кутів нахилу $\pm 10^\circ$ та температур мінус $40 \dots +70^\circ \text{C}$ середньоквадратична похибка не більше однієї кутові мінуси, що є унікальним для представлених на сучасному вітчизняному ринку пристроїв результатом.

Отже, ця розробка дозволить заснувати в Україні виробництво високоточних ПВКТ, щоб забезпечити потреби вітчизняних виробників нової техніки. Подальші дослідження можна спрямувати на вивчення довгострокової нестабільності параметрів ПВКТ та зменшення середньоквадратичної похибки за рахунок встановлення додаткових термодатчиків та вдосконалення температурної компенсації похибок.

УДК 681.3

Смірнов В.О., Тесік Ю.Ф.

ШИРОКОСМУГОВИЙ ФАЗООБЕРТАЧ НА $\pi/2$

В сучасних радіолокаційних, навігаційних, зв'язкових та вимірювальних системах доволі часто виникає задача керування фазою сигналу. Для вирішення цієї задачі використовують фазообертачі.

Фазообертач – це перетворювач, що зсуває фазу вхідного сигналу на необхідний кут. Також до фазообертача ставиться ряд вимог, таких як мале спотворення сигналу, широка смуга пропускання тощо.

Фазообертачі найчастіше використовують у фазованих антенних решітках (ФАР), але також можуть використовуватись для вирішення різноманітних задач, пов'язаних з розробкою та тестуванням електричних схем та вимірювальних приладів.

Зазвичай фазообертачі являють собою лише частину схеми або приладу, яка інтегровано і невід'ємно від самої схеми або приладу виконує функцію обертання фази вхідного сигналу. Іноді під час розробки або проектування певних схем та приладів зручно мати окремий компактний перетворювач, що виконує функцію зсування фази періодичного сигналу.

Для вирішення такої проблеми була поставлена задача розробки фазообертача у форматі окремого приладу.

Розроблена схема являє собою широкосмуговий фазообертач з фіксованим кутом $\pi/2$ та малим коефіцієнтом спотворення. Схема базується на восьмибітному мікроконтролері Microchip Atmega328P з архітектурою AVR, який програмується мовою C.

Мікроконтролер використовується для вимірювання частоти вхідного сигналу та керування кутом зсуву основної частини схеми фазообертача. Основна частина схеми являє собою фазозсувну схему на операційному підсилювачі.

Оскільки в такій схемі кут зсуву залежить від частоти вхідного сигналу та параметрів фазозсувних елементів (у даному випадку – резистор та конденсатор), необхідно змінювати значення номіналів елементів для досягнення необхідного кута зсуву.

У розробленій схемі контролювання досягається за допомогою мікроконтролера, що керує напругою на польовому транзисторі, що працює у режимі резистора, керованого напругою.

Межі частотного діапазону такого фазообертача обмежені характеристиками обраного операційного підсилювача та доступним діапазоном регулювання опору обраного польового транзистора.

Похибка зсуву фази, за умови, що конденсатор в схемі точно відрегульований, залежить в основному від точності вимірювання частоти та похибки квантування, яку вносять арифметичні операції мікроконтролера та квантований керуючий сигнал на виході цифро-аналогового перетворювача мікроконтролера.

УДК 531.717.5

Соколюк А.О.

БЕЗЕТАЛОННИЙ УЛЬТРАЗВУКОВИЙ ВИМІРЮВАЧ ТОВЩИНИ МЕТАЛУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЕРЕТВОРЕННЯ ГІЛЬБЕРТА

Ультразвуковий (УЗ) товщиномір - ультразвуковий вимірювальний прилад неруйнівного контролю, призначений для вимірювання товщини

виробів з металів та їх сплавів, таких як стінки труб, котлів, зварні шви при односторонньому доступі.

Однак цим приладам властивий загальний принциповий недолік - залежність показань від швидкості поширення УЗ коливань в контрольованих виробках. При вимірюванні товщини виробів з матеріалів, що характеризуються різною швидкістю поширення УЗ коливань, прилади кожний раз заново калібрують. Калібрування приладів забирає досить багато часу, підприємства, які широко використовують УЗ товщиноміри, повинні мати у своєму розпорядженні велику кількість спеціально атестованих калібрувальних зразків, що потребують спеціальних умов зберігання та повірки.

Разом з беззаперечними перевагами сучасних ехоімпульсних УЗ товщиномірів (можливість вимірювань при односторонньому доступі до виробів, широкий діапазон вимірювань і висока точність, малі габаритні розміри, маса і т.п.) принципова залежність їхніх показань від швидкості поширення УЗ коливань в матеріалі вимірюваних виробів є їхнім серйозним недоліком. Сказане в значній мірі обмежує сферу застосування УЗ товщиномірів. Їх змушені використовувати тільки в тих випадках, коли мова йде про контроль відповідальних виробів, до яких можливий тільки односторонній доступ.

Показання безеталонних вимірювачів лінійних розмірів практично не залежать від жодних фізико-механічних властивостей матеріалів, які добре «проводять» ультразвук. У цих приладах одночасно з вимірюванням часових інтервалів проводиться вимір поточного значення швидкості звуку і автоматична корреакція показань приладу відповідно до цього значення, причому здійснюється це при односторонньому доступі до вимірюваного виробу.

Використання перетворення Гільберта дозволяє досягти отримання більш високої точності результатів за рахунок того, що визначення результатів йде не за значенням часу між сигналами, а по зсуву фази.

В математиці і обробці сигналів перетворення Гільберта - лінійний оператор, що зіставляє кожній функції $u(t)$ функцію $H(u(t))$ в тій же області. Також точність отриманих результатів підвищується за рахунок того, що враховується температурна складової і за рахунок властивостей матеріалу.

Практичне застосування перетворення Гільберта дозволяє виконувати модуляцію сигналів, а також здійснювати визначення миттєвої фази (частоти) сигналів.

УДК 531.519.6

Тараненко І.В., Сухов В.В.

ВПЛИВ МАТЕРІАЛУ ОБШИВКИ НА ФЛАТЕРНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РУЛЯ НАПРЯМКУ ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ

Величина критичної швидкості ($V_{кр}$) залежить від швидкості обтікання, геометрії елемента, умов закріплення елемента, а також від матеріалу обшивки. В публікації розглядається вплив матеріалу на параметри флатеру, досліджені в більшій степені однорідні випадки. Багатошарова обшивка, розглянена в різних розрахункових випадках затрудняє визначення ефекту впливу матеріалу.

В якості координатних, в різних методах, можуть бути обрані наступні функції: функції, що описують форми коливань конструкції поза потоком (метод заданих форм коливань «Гальоркіна – Бубнова»); метод зосереджених мас застосовується при балочній схематизації конструкції і для каркасно-кесонної схеми; в якості координатних функцій можуть бути обрані кінцеві елементи; так званий метод Рітца, або метод багаточленів, зручний для аналізу коливань несучих поверхонь малого подовження. Такий підхід дозволить точніше дослідити залежність характеристик матеріалу, що використовується в елементах керуючих поверхонь літального апарату.

Конструкцію руля напрямку ЛА будемо схематизувати декількома типами елементів. Такими елементами виступають: панелі; ортотропні панелі; балки, що працюють на згин; балки, що працюють на кручення. Мінімальна кількість елементів залежить від конструкційної схеми. При цьому повинен здійснюватися компроміс між деталізацією елементів і їх числом. Деталізація повинна бути такою, щоб вона описувала специфічні особливості силової схеми та водночас не виникало накопичення елементів конструкції.

Деформація характеризується зміщенням серединної поверхні деякої еквівалентної анізотропної пластини. Для визначення деформацій використовується гіпотеза прямих нормалей.

В результаті проведених досліджень за допомогою методу і засобів математичного моделювання у повній постановці з дослідженням характерних фізичних ефектів розглянуто вплив елемента обшивки на флатерні характеристики складних коливальних задач, зокрема, таких як задачі про нелінійний флатер в'язкопружних пластин та панелей.

При використанні обшивки з композиційного матеріалу досягається зменшення ваги, але втрата властивостей при нелінійних ефектах.

Використання обшивки з металу та використання згаснику надає кращі властивості в порівнянні з металевою обшивкою без використання згаснику.

Удосконалено схему розрахунку для розв'язання задачі про нелінійний флатер в'язкопружних елементів і вузлів літальних апаратів. Порівняно узагальнені моделі для нелінійних задач про флатер в'язкопружних ізотропних та ортотропних пластин, елементів панелей та елементів обшивок, які використовуються на керуючих поверхнях літального апарату.

УДК 681.3

Товкес Є.Ю., Зінченко В.П.

РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРІЇ ІОС НА БАЗІ СТАНДАРТНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Основне призначення ІОС – автоматизація проведення експерименту, при цьому управління і контроль повинні залишатися програмними засобами. Слід зазначити що ІБ є для комп'ютера зовнішнім пристроєм (ЗП), тому і поводження з ним йде як з периферійним вузлом. ІБ містять в своєму складі сукупність реєстрів (осередків) пам'яті, при зверненні до яких і здійснюється весь обмін інформацією між ІБ і комп'ютером. Зазвичай вибір потрібного реєстру здійснюється за допомогою взаємодії з портами введення-виведення.

Конкретна реалізація ІОС в кожному випадку своя, проте можна виділити ряд загальних для кожної системи функціональних вузлів і параметрів. Конструктивно ІОС складається з трьох основних частин: комп'ютера; інтерфейсного блоку (ІБ), що містить велику частину ІОС; сукупність датчиків параметрів і виконавчих пристроїв. Склад останньої частини безпосередньо залежить від характеру вимірювань і об'єкта дослідження, тобто конкретного завдання. Датчиками параметра можуть бути фотодіоди, фотопомножувачі, ПЗС матриці, термopари, динамічні головки і т.д. Як виконавчі пристрої можуть використовуватися електромагніти, різні двигуни, реле, електронні ключі, нагрівачі і т.д. Вибір комп'ютера так само в якійсь мірі залежить від експерименту, але коло завдань, що вирішуються за допомогою одного типу комп'ютера, наприклад ІВМ РС / АТ, досить широкий в більшості випадків підходить будь-який з сучасних ПК. Інтерфейсний блок є найбільш важливою частиною ІТТ, тому що здійснює перетворення інформації та виконання команд при передачі в напрямку об'єкт → комп'ютер і комп'ютер → об'єкт.

Інтерфейсний блок зазвичай містить АЦП, ЦАП і узгоджуючі пристрої (СУ). В окремих ІБ може бути відсутнім ЦАП або АЦП з відповідними СУ, однак може трапитися і так, що їх виявиться кілька.

По суті сучасні ІОС в першу чергу призначені для контролю стану об'єкта на основі вимірювальної інформації, представленої сукупністю значень і станів технологічних параметрів. Відмінні ознаки сучасних ІОС:

- 1) обмежений набір чітко сформульованих завдань;

- 2) оптимізація структури ІОС для конкретного застосування;
- 3) робота в реальному масштабі часу, тобто забезпечення мінімального часу реакції на зміну зовнішніх умов;
- 4) високі вимоги по надійності з урахуванням великої продовженості безперервної роботи;
- 5) складні умови експлуатації;
- 6) забезпечення автоматичного режиму роботи або режиму за участю оператора як елемента системи.

УДК 534.621.382.

Хіміченко Б.П.

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОПЕРЕМІЩЕНЬ ОБ'ЄКТІВ

За останні 30 років мікромеханічні технології, які мають велику інформаційну властивість, розвиваються у напрямку досягнення комерційного успіху шляхом значного розширення області застосування у цивільних сферах за рахунок істотного зменшення ціни при тій самій точності. При цьому, використовуючи мікромеханічні чутливі засоби в системах управління та контролю, можливо розв'язувати з високою точністю задачі, які раніше, практично, вирішити було неможливо.

Наприклад, вони є вкрай необхідні для вирішення критичної проблеми для України: продовження ресурсу рухомого складу та мостів, залізничного транспорту, більш ніж 90% яких знаходяться в експлуатації понад 30 років. Для цього кожен локомотив та міст можуть бути обладнані мікромеханічною вимірювальною системою, яка реєструє динамічні навантаження елементів конструкції в процесі експлуатації, прогнозує появу тріщин та залишок ресурсу елементів конструкції.

Для уточнення мікроположення рухомих об'єктів (зменшення похибки координат) доцільно використовувати сигнали від супутникових глобальних позиційних систем, що мають високу точність, похибки не ростуть з часом, поширюються по всій земній кулі безоплатно, їх приймачі дешеві (десятки доларів) та легкі (десятки грамів). Проте вони мають низьку частоту посилки сигналів і при входженні рухомого об'єкта в зону, де зв'язок, буде перервано, буде мати втрата інформації, що може різко знизити ефективність застосованих схем управління та контролю. Реалізація в базовому модулі інформаційно-вимірювальної системи алгоритму обробки і зберігання інформації дозволяє позбутися цього недоліку.

З урахуванням вищезазначеного розроблено інформаційно-вимірювальну систему, в якій, за рахунок комплексного використання мікромеханічних високочутливих елементів та нових методів обробки інформації, в тому числі коригуючої інформації від супутникових

глобальних позиційних систем, дозволило досягнути якісно нових результатів - підвищити точність :

- від 3-х до 30-ти разів - для кутових параметрів;
- від 3-х до 10-ти разів - для зсувів акселерометрів;
- від 2-х до 5-ти разів - для дрейфу гіроскопів.

Для зменшення впливу температури та змінювання параметрів в часі мікромеханічних датчиків запропоновано здійснювати поточне калібрування характеристик первинних перетворювачів безпосередньо на об'єкті в процесі їх функціонування, та застосовувати структурно-алгоритмічні методи підвищення точності.

УДК 62-9

Христенко С.К.

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ОБ'ЄКТУ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ, ЯК ГАРАНТ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕКИ

При реконструкції старих будівель і будівництві нових, постає питання ефективної та економічної системи опалення.

На сьогоднішній день актуальними проблемами є:

- нерівномірність споживання тепла на протязі дня;
- оптимізація якості теплоносія в залежності від природно-кліматичних умов;
- зниження собівартості;
- підвищення надійності та недопущення критичних ситуацій;
- неефективне керування теплопостачанням та теплоспоживанням.

У зв'язку із зазначеними проблемами актуальним є перехід від групових теплових пунктів (ГТП) до індивідуальних (ІТП), розташованих в опалювальному приміщенні. Це рішення, крім підвищення ефективності авторегулювання опалення, дозволяє відмовитися від розподільних мереж гарячого водопостачання, а також знизити втрати тепла при транспортуванні та витрати електроенергії на перекачування побутової гарячої води.

На індивідуальні теплові пункти встановлюються інформаційно-вимірювальні системи об'єкту теплопостачання (ІВС об'єкту теплопостачання).

Використання ІВС об'єкту теплопостачання дає можливість вирішити перераховані проблеми.

Дана система виконує наступні функції:

- контроль тиску в системі;
- автоматичне підтримання необхідного температурного графіка в системі опалення;
- регуляція роботи електро-засувки;
- контроль температури теплоносія;

- контроль зовнішньої й кімнатної температури для регулювання температури теплоносія з урахуванням поправки на зміну температури зовнішнього повітря;
- контроль роботи насосів системи (контроль сухого ходу).
- передача результатів вимірювання через GSM модуль на сервер ;
- статистичний аналіз та перегляд даних в режимі реального часу.

Отже, як бачимо, нашій країні необхідно здійснити перехід на індивідуальні теплові пункти (ІТП) з використанням інформаційно-вимірювальної системи технологічних параметрів теплопостачання, що дозволяє забезпечити регулювання, облік теплоспоживання та аналіз споживання на кожному конкретному об'єкті. Для інвестора великий інтерес представляє економічний результат впровадження їх витрат.

УДК 621.3.088.6

Циганов А.Л.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ В НАДВИСОКОЧАСТОТНИХ РАДІОМЕТРИЧНИХ СИСТЕМАХ

Високочутливі радіометричні системи та радіометри радіохвильового діапазону знайшли широке використання в радіоастрономії, фізиці, метеорології та інших сферах науки та техніки. Ефективне керування виробництвом, контроль якості продукції, яка випускається підприємствами різної спеціалізації, наукові експерименти, медичні дослідження на сьогодні не можливі без використання методів та засобів НВЧ радіометрії, що дозволяють оцінити параметри та характеристики досліджуваних фізичних та біологічних об'єктів. Вимірювання низькоінтенсивних випромінювань є дуже складним процесом, оскільки рівень корисного сигналу в переважній більшості випадків є рівним або навіть меншим ніж рівень власних шумів радіометричної системи. Іншою проблемою є те, що радіометричні системи повинні мати чутливість, що забезпечує можливість вимірювання сигналів на рівні $10^{-13} \dots 10^{-16}$ Вт. Власне НВЧ випромінювання від різних об'єктів часто несе в собі важливу інформацію. Ці дані дозволяють визначити температуру, фізичні властивості, характер динаміки внутрішніх процесів в досліджуваному об'єкті.

Вимірювання надмалих рівнів НВЧ сигналів є особливо перспективними, оскільки дають можливість вимірювання інтенсивності випромінювань в локальних зонах і використання цих даних для діагностики. При порівнянні кількох результатів таких вимірювань можна, наприклад, отримувати інформацію про однорідність протікання процесів із поверхні, обмеженої цими зонами. З цього випливає, що основною проблемою є підвищення чутливості апаратури вимірювання, оскільки

більш детальну інформацію можна отримувати із зон невеликого розміру, сигнали від яких мізерні. Існують методи та засоби вимірювання таких сигналів, проте вони мають певні недоліки, наприклад, невисока точність вимірювань та недостатня наочність результатів дослідження. Тому створення програмно-апаратного методу обробки результатів радіометричних вимірювань власного випромінювання фізичних об'єктів є актуальною задачею.

Об'єктом дослідження є процеси перетворення інформативних параметрів високочастотних низькоінтенсивних сигналів досліджуваних об'єктів.

Предметом дослідження є підвищення точності вимірювання інформативних параметрів електромагнітних полів низької інтенсивності надвисокочастотної області.

Практична значимість роботи полягає в виборі оптимального методу вимірювання НВЧ випромінювань та створенні програмно-апаратного методу обробки результатів вимірювання, що забезпечує високу точність результату за рахунок цифрової обробки даних.

УДК 621.317

Чекін О.Е., Шумков Ю.С.

АНАЛІЗ ПОХИБОК ВИМІРЮВАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЄМНІСНОГО ДАТЧИКА

Актуальність. Перевагами ємнісних датчиків є простота, висока чутливість і мала інерційність. Для лінеаризації характеристики перетворення, наприклад в мобільних паливно-вимірювальних системах, датчики виконуються профільованими. Часто специфіка застосування датчиків така, що вони розташовані на деякій відстані від вимірювальної апаратури, тобто до датчиків потрібно підключатися за допомогою з'єднувальних кабелів. Відрізки кабелів вносять свої ємності, які є паразитними і можуть впливати на результати вимірювання.

Тому виникає необхідність у проектуванні такої схеми, яка була б нечутлива до цих паразитних ємностей. Іноді для корекції результатів вимірювань, наприклад у паливно-вимірювальних системах, необхідно знати R, C -параметри схеми заміщення повного комплексного опору ємнісного датчика. З метою оптимального проектування вимірювальної схеми актуальним є аналіз похибок перетворення RC -параметрів комплексного опору датчиків з урахуванням ємності з'єднувальних кабелів.

Нові наукові та технічні результати. Модель датчика можна надати двохелементною схемою заміщення у вигляді паралельного R, C -кола. Вимірювання здійснюються на синусоїдальному сигналі. За основу взято метод фазочутливого перетворення, який дозволяє розділити уявну і дійсну складові комплексного опору датчика.

Наведено аналіз похибки вимірювання R, C -параметрів комплексного опору датчиків з урахуванням ємності з'єднувальних кабелів, амплітудної та фазової похибок вимірювального підсилювача схеми перетворення комплексного опору в напругу та похибок інших блоків вимірювального каналу. Запропоновано метод корекції похибки вимірювання.

Наведено аналіз похибки перетворення через вищі кратні гармоніки у спектрі випробувального сигналу. Ця похибка матиме значний вплив, якщо в схемі перетворювача застосований синхронний детектор ключового типу. Тому генератор синусоїдальної напруги повинен формувати сигнал з малими нелінійними спотвореннями.

Такий генератор може бути побудований за принципом моделювання нелінійного диференціального рівняння другого порядку типу Ван-дер-Поля, стійким розв'язком якого є синусоїдальні коливання. Наведено результати моделювання роботи генератора в середовищі Mathcad, що дозволило оцінити нелінійні спотворення, їх спектральний склад.

Практична застосовність. Наведений аналіз похибок дозволяє надати рекомендації щодо оптимального проектування вимірювальної схеми, підвищити точність визначення параметрів комплексного опору ємнісних датчиків під час дистанційних вимірювань. Таки вимірювачі можуть бути використані при побудові інформаційно-вимірювальних систем.

УДК 621.3.087.44

Чемерис А.Т.

ВИКОРИСТАННЯ WEB-ІНТЕРФЕЙСУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ РОЗУМНИЙ БУДИНОК

Ще в недалекому минулому в розмовах про технології розумного дому, часто звучало питання: «система розумний будинок – що це?» На теперішній час вже багато хто знає, що це – високотехнологічна система облаштування житла, організована за допомогою автоматики і спрямована на поліпшення рівня комфорту, затишку і безпеки в будинку. Подібне оснащення житла з використанням грамотних інноваційних технік вважалось прерогативою вершків суспільства. Зараз відношення до системи «Розумний будинок» стало стрімко змінюватися. Адже технології розвиваються, з'являється все більше пропозицій, орієнтованих на конкретну цільову аудиторію покупців, причому і в функціональних, і в цінових питаннях.

В рамках розробленої автоматизованої системи розумного будинку для обробки показників датчиків вологості та температури використовується контролер типу MegaD-328, перевага якого полягає в тому, що він може взяти на себе частину програмних функцій. Контролер налаштовується на автоматичне опитування датчиків та виконання сценаріїв за замовчуванням. Крім того ідеологія проекту MegaD-328 передбачає

наявність в системі головного керуючого елемента – центрального комп'ютера, що забезпечує абсолютну гнучкість і функціональність системи. Навіть в таких складних системах як автомобіль, пасажирський лайнер або космічний корабель, завжди є центральний блок управління. На сервері встановлене програмне забезпечення, яке виступає посередником між користувачем і контролером. Для управління доступними в мережі пристроями MegaD-328 використовується Web-інтерфейс MegaD-Panel. При цьому на ПК встановлюються PHP та Web-сервер Apache. Web-інтерфейс MegaD-Panel надає можливість керувати станом підключених пристроїв та відображати інформацію з датчиків. Окрім того, перевагою даного Web-інтерфейсу є можливість розширення. Код проекту відкритий, можна легко додати оповіщення на телефон чи e-mail.

Отже, завдяки розробленій автоматизованій системі розумного будинку з'явилась можливість постійного вимірювання та погодинного запису показників температури і вологості протягом доби, а також контролю границь цих показників користувачем, що забезпечує економне витрачання енергоресурсів та сприяє створенню комфортних умов. При цьому використовується зручний і надійний в користуванні Web-інтерфейс.

Розроблена система є актуальною для всіх ніш автоматизації, її вартість дозволяє вивести концепцію «Розумний будинок» за межі житла преміум-сегменту.

УДК 621.3

Шевкун М.С., Добролюбова М.В

ПОВІРОЧНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ СИСТЕМ ОБЛІКУ КІЛЬКОСТІ ІНФОРМАЦІЇ ТА ВІМІРЮВАННЯ ТРИВАЛОСТІ ТЕЛЕФОННИХ РОЗМОВ

Повірочний комплекс для систем обліку кількості інформації та вимірювання тривалості телефонних розмов (далі – «Повірочний комплекс») має важливе значення для суспільства, оскільки послуги мобільного зв'язку та доступ до ресурсів мережі Інтернет є одними з найнеобхідніших послуг сьогодення, адже вони надають можливість постійного спілкування, доступу до цінних паперів, швидкої купівлі товарів, миттєвих платежів за рахунками різного типу, навігації і пошуку об'єктів на місцевості тощо.

Актуальність розробки автоматизованого повірочного комплексу зумовлена тим, що: а) в операторів зв'язку є необхідність здійснювати облік обсягу наданих послуг для подальшої тарифікації і визначення абонентської системи оплати; б) відповідно до постанов Кабінету міністрів України № 374 від 4 червня 2015 р. та № 94 від 13 січня 2016 р., системи вимірювання тривалості телефонних розмов (СВТТР) та системи обліку кількості інформації (СОКІ) входять до законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки і підлягають оцінці відповідності та періодичній

повірці; в) повірочні комплекси, на сьогоднішній день, зазвичай, працюють в ручному або напівавтоматичному режимах, а автоматизовані комплекси розробляються тільки за кордоном.

Нами пропнується створити автоматизований повірочний комплекс для СОКІ та СВТТР на базі плати Arduino Mega 2560; GSM/GPRS модуля компанії SIMCom Wireless Solutions серії SIM800L (на відміну від аналогів, модуль SIM800L підтримує більший діапазон АТ-команд і має кращу швидкодію, а саме це забезпечує оптимальну роботу під час завантаження файлів) і GPRS/GSM модуля компанії Ai-Thinker моделі А6 (підтримує найсучасніші стандарти мобільного зв'язку і передачі даних, АТ-команди і цілий ряд команд AI-THINKER), які є аналогами мобільних телефонів/модемів; персонального комп'ютера (ПК), а також модуля SD card.

Практичною застосовністю і унікальністю запропонованого комплексу є забезпечення можливості одночасно досліджувати процес та вимірювати час передачі даних, що є головною особливістю даного повірочного комплексу. Сполучення повірочного комплексу з комп'ютером надає можливість швидко отримувати, обробляти та зберігати для подальшого використання великі об'єми інформації.

Отже, особливість створеного автоматизованого повірочного комплексу для СОКІ та СВТТР полягає у використанні сучасної та недорогої елементної бази, наявності лише необхідного функціоналу та створенні протоколу вимірювань, який надалі використовується при повірці. У перспективі планується оздобити комплекс можливістю автоматичного створення протоколу повірки.

УДК 004; 681.518

Шейнич С.І, Шантир С.В.

МІКРОПРОЦЕСОРНИЙ ВИМІРЮВАЧ ЧАСТОТИ ДЛЯ СИСТЕМ INTERNET-КАЛІБРОВКИ

Internet-метрологія охоплює використання технологій Internet/Ethernet і інших телекомунікаційних систем для ефективного вирішення задач в галузі метрології, що стало предметом підвищеного інтересу в останні роки. Особлива увага приділяється реалізації дистанційно керованих систем калібровки, які мають вагомі переваги перед традиційними – це зменшення часу та вартості, відсутність виводу/вводу до експлуатації і транспортування. При всіх перевагах Internet-калібровки, залишаються не вирішеними питання в аспектах технології апаратних засобів, безпеки та права.

Метою роботи є створення та дослідження 2-канального вимірювача частоти (МВЧ) для систем Internet-калібровки.

В даній роботі проведено аналіз систем Internet-калібровки засобів вимірювання часу і частоти, сформульовано загальні вимоги до МВЧ та запропоновано структуру (рис. 1), яка забезпечує – вимірювання частоти, періоду, фази і робочого циклу; статистичну обробку та аналіз результатів вимірювань; інтерфейс GPIB/USB підключення до робочої станції; виконання реєстрації, аналізу і архівування; графічний WIMP-інтерфейс користувача. В аспекті технічних параметрів та характеристик МВЧ забезпечує два канали вимірювання; частотний діапазон 0,01 Hz ... 1 MHz; час усереднення 10^{-3} ... 100 s; діапазон напруги (чутливість) по входу до 12 V RMS (10 mV RMS); розмір пам'яті до 4K вибірових значень.

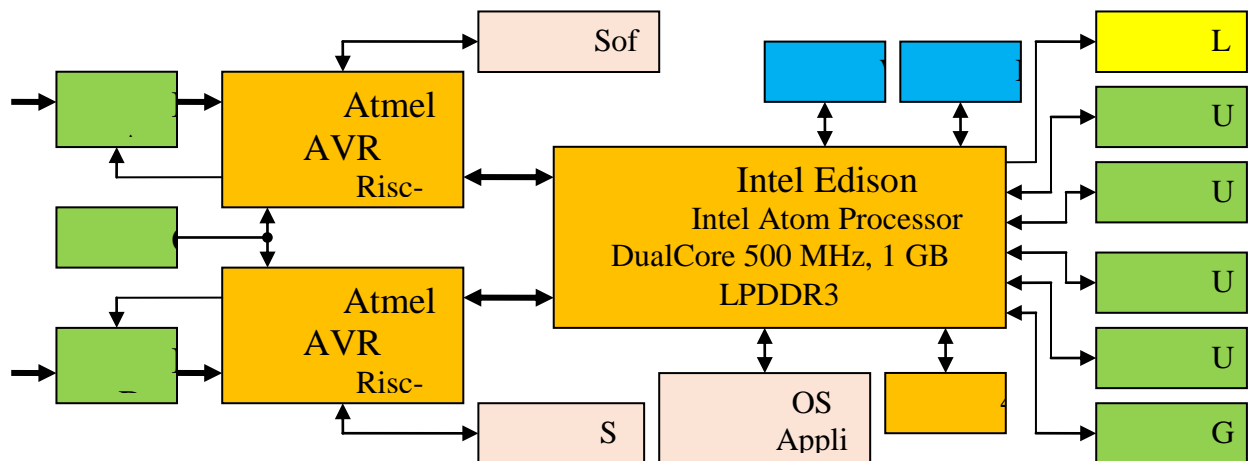


Рис. 1. Структурна схема мікропроцесорного вимірювача частоти

Ядро МВЧ побудовано на процесорі Intel Atom Processor DualCore 500 MHz за технологією Intel Edison, вимірювальні процедури реалізовані на RISC-контролерах Atmel AVR 20 MHz. Виконано моделювання та досліджено алгоритм процедури вимірювання частоти на RISC-контролерах Atmel AVR, яке підтвердило можливість реалізації та метрологічні характеристики МВЧ.

УДК 629.7.015.7

Шеремет М.М., Збруцький О.В.

ВПЛИВ ВІТРОВИХ ЗБУРЕНЬ НА ТОЧНІСТЬ АЛГОРИТМУ ПОЛЬОТУ ТА СТАБІЛІЗАЦІЇ КВАДРОКОПТЕРА

Актуальність роботи полягає в розробці та доповненні відомих наукових даних, що до впливу збурень на точність.

Нові наукові та технічні результати полягають у розробці більш точного алгоритму стабілізації польоту квадрокоптера відносно відомих виробників мультироторних літальних апаратів (DJI, ZEROTECH, Syma, та ін.)

В результаті робіт над магістерською роботою:

- реалізована програмна модель квадрокоптера;

- створений алгоритм стабілізації квадрокоптера;
- за допомогою комплексування датчиків (Барометр, И.Н.С. та ін.) точність стабілізації зросла до 5 см;
- були проведені технічні процеси та цикл випробувань після результатів яких, було конструкційно вдосконалено квадрокоптер.

Практична застосовність. Для своїх цілей дуже активно квадрокоптери, як у світі, так і в Україні використовують журналісти. Це робиться під час репортажів з таких локацій, де встановити звичайну камеру або запросити оператора/фотографа – неможливо. Квадрокоптери зі встановленою камерою, навіть без спеціального підвісу, дозволяють відзняти панорамне відео та фото в гарячих точках, в місцях масових громадських протестів або святкувань з висоти пташиного польоту, при цьому якість стабілізації відео залишається гарною.

Тема мультироторних літальних апаратів чи не найактуальніша у світі.

Багато колективів працювали над дослідженням цієї теми, але завдань було також багато не виконано. Тому я вважаю, що тема являється актуальною і потребує більшого дослідження.

УДК 621.314

Шилін Є.Л., Стаценко О.В.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ СТАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ПРИЛАДІВ

Визначення характеристик напівпровідникових приладів є надзвичайно важливим для побудови складних електричних систем, оскільки точність характеристик таких приладів має абсолютний вплив на здатність виконувати роботу у встановлених для такої системи умовах.

Для визначення та контролю цих статичних характеристик напівпровідникових елементів можна використовувати спеціальні прилади – характеріографи. Наразі на ринку представлений широкий спектр таких приладів, вони характеризуються високою точністю вимірювання, але основним їх недоліком є висока вартість. Отже, існує необхідність розробки доступної автоматизованої системи визначення статичних характеристик.

Структура пропонованої системи включає регулятор струму та напруги, пристрій керування ним, систему вимірювання та обробки даних, систему передачі даних до персонального комп'ютера.

Процедура визначення характеристик включає такі етапи:

- з використанням програмного забезпечення, встановленого на персональному комп'ютері, оператор задає тип напівпровідникового приладу та режим дослідження;
- ці дані передаються до пристрою керування та вимірювальної системи, після цього починається процедура вимірювання, під час якої

регулятор формує необхідний для дослідження вплив, а система вимірювання фіксує значення досліджуваних параметрів;

– виміряні дані оброблюються та передаються через систему передачі даних на персональний комп'ютер.

Після завершення всієї процедури виміряні дані доступні оператору для подальшого використання.

Практична застосовність. Визначені підходи до побудови регулятора напруги та пристрою керування ним, які полягають у використанні напівмостового інвертора, що здійснює регулювання струму з використанням релейного керування. Визначені структури системи вимірювання та обробки даних, а також система передачі даних до персонального комп'ютера.

Паралельно з приладом розроблені алгоритми програм, що відповідають за обробку результатів вимірювань та контроль статичних характеристик напівпровідникових приладів, а також за взаємодію з окремими елементами даної автоматизованої системи.

Розроблена система дозволяє проводити вимірювання та контроль статичних характеристик напівпровідникових приладів із заданою точністю в заданому діапазоні та відповідним чином оброблювати їх.

Система є інтегрованою з персональним комп'ютером, за допомогою якого користувач може задати режими роботи та отримати результати вимірювань.

УДК 681.2

Шкільнюк Ю.О., Добролюбова М.В

СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ КООРДИНАЦІЙНИХ ВІБРАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ З БЕЗПРОВІДНОЮ ПЕРЕДАЧЕЮ ДАНИХ

На теперешній час прогресивні, інноваційні рішення побудови та управління технологічним процесом безпосередньо пов'язані з безперервним контролем за його параметрами та станом обладнання. Одними з найважливіших є параметри механічного руху, в тому числі параметри періодичних переміщень досліджуваного об'єкта в просторі (вібрації): віброшвидкість (частота вібрації) та вібропереміщення (амплітуда вібрації). Проведення такого контролю доцільно в найрізноманітніших областях, наприклад: в мікроелектроніці (вібрація установок фотолітографії), в енергетиці (контроль вібрації лопаток газових турбін), в авіабудуванні (контроль биття турбін) тощо. Це свідчить про необхідність створення високоточних вібродатчиків.

Сучасний розвиток мікроелектромеханічних систем (MEMS) дає можливість використовувати мініатюрні інерційні датчики в широкому спектрі приладів. Незважаючи на високий ступінь автоматизації виробничого процесу, характеристики точності недорогих навігаційних

приладів, побудованих на базі цих датчиків є недостатньо високими. Проблемі моделювання похибок мікромеханічних чутливих елементів присвячено багато досліджень, однак завдання підвищення точності систем вимірювання лінійного прискорення не втрачає своєї актуальності. Тому необхідно забезпечити засоби ефективної корекції похибок, а також слід враховувати, що при об'єднанні даних з різних джерел, постає задача реалізації алгоритму комплексування. Для досягнення максимально можливої ефективності таких систем велика увага має бути приділена їх калібруванню, дослідженню похибок різного характеру, впровадженню алгоритмів фільтрації, а також оцінці досяжної точності при використанні чутливих елементів, що входять до складу ІВС. Такий підхід до вирішення задачі підвищення точності системи дозволить отримати максимально можливі точні характеристики, на основі яких і складається алгоритм, і тому є актуальною науково-дослідницькою роботою.

Для вимірювання координаційних вібраційних параметрів в широких діапазонах з більш високою точністю використане оригінальне рішення – датчики вібрації розташовувати під кутом до основного вектору дії лінійного прискорення. Паралельно з оптимізацією конструкції створене програмне забезпечення, за допомогою якого можна вимірювати вібраційні показники у 4 точках робочої поверхні одночасно та відображати їх графічно під час спостереження. Одночасно розроблена система безпроводної передачі даних і база даних, де зберігаються виміряні значення лінійного прискорення та проводяться стандартні розрахунки.

Розроблена система дозволяє зменшити похибку вимірювання координаційних вібраційних параметрів до 1 %, що особливо актуально для високоточних галузей виробництва.

УДК 681.5

Штойко К.А.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСУ ВУЛКАНІЗАЦІЇ

У теперішній час процес вулканізації гумових виробів все частіше розповсюджуються серед підприємств. Оскільки за допомогою різних методів вулканізації можна також ремонтувати конвеєри, тощо. Але оскільки основним фактором є температура і визначається за допомогою такого датчика температури, як термометр, частіше всього важко відстежити потрібну температуру, що призводить до браку. В наш час все частіше виникають методи та засоби автоматизації тих чи інших процесів, за допомогою встановленню системи датчиків та програмного забезпечення, які будуть допомагати контролювати потрібний параметр. А оскільки брак при вулканізації все ще досить високий, то впровадження такого є гарним

рішенням, що підвищить точність процесу контролю та покращить кінцевий результат.

Метою роботи являє собою підвищення регулювання та контролю параметрів вулканізації, особливо температури, оскільки вона являє собою основним параметром, шляхом вдосконалення існуючого апаратно-програмного засобу та забезпечення в системах вулканізації із застосуванням датчиків температури замість спеціальних термометрів, або системи датчиків пов'язаних між собою за допомогою програмного забезпечення.

Щоб вирішити поставленні перед нами задачі у науковій роботі, ми будемо використовувати фізичне моделювання системи, а також створимо її математичну модель. Також будуть використані методи та основи із цифрової обробки сигналів та інформаційно-вимірювально техніки.

Вирішенням даної проблеми є заміна та встановлення нових датчиків, або систем датчиків температури, а також ПЗ яке буде контролювати подачу температури на установки чи преси. Оскільки параметр температури є основним, оскільки від нього залежить тиск випаровування, а також час самого процесу. Тому контроль саме цього параметру є дуже важливим, тому що на підприємствах для визначення температури частіше за всього використовують спеціальні термометри, або застарілі датчики. Нові датчики будуть знімати показники температури і подавати їх на комп'ютер (консоль), якщо температура буде вище потрібної то буде поданий сигнал і установка припинить роботу, якщо температура буде занизька то знову буде поданий сигнал, а на установку буде подаватись більше температури.

Наукової новизною даної роботи є:

- Автоматизація контролю параметрів температурі у пресах та робочих станціях;
- Розробка методики автоматизованого регулювання подачі температури на установку за допомогою заміни термометра датчиком температури (або їх системою) та встановленню програмного забезпечення, котре буде контролювати та регулювати даний процес.

УДК 004

Яремко Р.В., Єременко В.С.

ЦИФРОВИЙ ВИМІРЮВАЧ КОНЦЕНТРАЦІЇ СУМІШІ ГАЗІВ В ШАХТАХ

Газоаналізатори, прилади, що вимірюють вміст (концентрацію) одного або декількох компонентів в газових сумішах. Кожен газоаналізатор призначений для вимірювання концентрації тільки певних компонентів на тлі конкретної газової суміші в нормованих умовах. Поряд з використанням окремих газоаналізаторів створюються системи газового контролю, які об'єднують десятки таких приладів. У більшості випадків робота

газоаналізатора неможлива без ряду допоміжних пристроїв, що забезпечують створення необхідних температури і тиску, очищення газової суміші від пилу і смол, а в ряді випадків і від деяких заважають вимірам компонентів і агресивних в-в.

Газоаналізатор призначений для безперервного автоматичного контролю об'ємної частки метану (CH_4) в атмосфері гірничих виробок (в тому числі вугільних шахт) небезпечних по рудничному газу або пилу і видачі сигналізації при досягненні вимірюваним компонентом встановлених порогових значень.

На даний момент найбільш поширені електрохімічні та оптичні прилади. Такі прилади здатні забезпечити контроль концентрації газів в режимі реального часу.

Структурна і функціональна схема даного цифрового вимірювача концентрації метану заснована на використанні мікропроцесорної системи - мікроконтролера. Застосування мікроконтролерів в вимірювальній техніці має вагомі переваги перед аналоговими методами вимірювання і обробки даних:

- зменшення маси і габаритів пристроїв;
- зменшення енергоспоживання і як наслідок більш тривала робота без підзарядки батарей;
- модульність вимірювальних пристроїв;
- можливість створення вимірювальних систем використовуючи стандартні інтерфейси;
- можливість зміни алгоритму обробки не змінюючи апаратну частину, тільки програмними методами;
- можливість реалізації складних алгоритмів;
- програмна корекція похибок.

Вибір мікроконтролера ґрунтується на задоволенні вимог технічного завдання, в основному це задана похибка і функціональне забезпечення.

УДК 004.054

Яремко Ю.В., Єременко В.С.

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ДІАГНОСТИКИ СТАНУ ВУЗЛІВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

На сьогодні актуальною є завдання щодо визначення технічного стану буксових вузлів вантажних вагонів, які обладнані касетними конічними підшипниками та прогнозування їх залишкового ресурсу в експлуатації шляхом використання вбудованих засобів контролю.

Перспективи створення сучасних конкурентоспроможних вантажних вагонів вимагають не лише підвищення конструкційних швидкостей та збільшення навантаження на вісь, але і забезпечення пробігу буксових вузлів до 1 млн км без проведення ремонту (так звані вагони нового

покоління, що обладнані буксовими вузлами з дворядними конічними підшипниками касетного типу). Крім того, ці вагони мають різноманітні конструкції ходових частин, в яких використовуються підшипники різних виробників з різними мастилами. Тому існуючі системи контролю не забезпечують в достатній мірі необхідний рівень оцінки технічного стану букс цих вагонів. Ця проблема особливо актуальна тому, що частка таких вантажних вагонів поступово зростає.

Особливе значення для забезпечення безпеки руху на залізничному транспорті має висока надійність буксових вузлів рухомого складу.

Ставиться задача удосконалення методів та засобів оцінки і прогнозування ресурсу буксових вузлів вантажних вагонів нового покоління. Визначити основні діагностичні ознаки відмов буксових вузлів вантажних вагонів, які призводять до транспортних подій; виконати порівняльний аналіз існуючих систем контролю технічного стану буксових вузлів в експлуатації та визначити найбільш ефективний; запропонувати структуру діагностичного забезпечення буксових вузлів вантажних вагонів нового покоління.

Для вирішення поставлених задач теоретичні дослідження виконувались на основі системного підходу з використанням методів теорії ймовірності та математичної статистики, теорії розпізнавання образів, методів технічної діагностики, прогнозування на основі часових (динамічних) рядів.

У даній роботі були розглянуті різні способи системи діагностики. Вперше запропоновано модель оцінки технічного стану буксового вузла вбудованими засобами контролю, в яку введено додаткова ознака розпізнавання – залежність температури букси від частоти обертання колісної пари, яка дозволяє більш достовірно оцінити технічний стан буксового вузла. Запропоновано математичну модель прогнозування залишкового ресурсу буксового вузла, що перебуває у перед відмовному стані, за допомогою інформації по температурі, наданої вбудованими засобами контролю при русі поїзда.

УДК 001.891.574

Яцковий А.О., Вірченко Г.А.

**МОДЕЛЮВАННЯ
ПАРАМЕТРІВ ШАСІ ЛІТАКА**

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ

Актуальність виконаного дослідження обумовлена тим, що останнім часом ситуація між деякими країнами на світовій арені стала дещо загостреною. Як приклад можна навести ситуацію на сході України. Тому постає важливою задача моделювання та виготовлення вантажних літаків, що будуть пристосовані до зазначених обставин. Одним із шляхів вирішення даної проблеми є удосконалення вже існуючого вантажного

літака для покращення використання в окреслених умовах, зокрема, шасі та його параметрів.

Як варіант вирішення таких задач може слугувати шасі, що дасть змогу зменшити час на завантаження-вивантаження, десантування та інші подібні чинники, де долі секунд відіграють значну роль під час військових дій.

Нові наукові та технічні результати полягають у тому, що були створені тонкостінні комп'ютерні моделі літака на базі яких виконані аеродинамічні розрахунки за допомогою програмного комплексу PanSim при вхідних параметрах, що описують більшість режимів польоту літака, таких як набір висоти, крейсерський політ і зниження.

Було здійснено візуалізацію залежностей значень $C_x(\alpha)$, $C_y(\alpha)$ та значення $K/\sqrt{C_y(\alpha)}$ відповідно для кожної з моделей. Таким чином доведено доцільність встановлення на вантажні військові літаки задля прискорення їх маневреності при зльоті-посадці удосконаленого фіксованого шасі з обтічником, який має доцільні аеродинамічні характеристики для даної ситуації.

Практична застосовність отриманих результатів може полягати в переобладнанні старих літаків, включенні до навчально-методичної літератури (посібників, рекомендацій до виконання курсових проектів і т. д.), використанні під час написання дисертаційного дослідження. Ці результати можна удосконалити та поширити на інші види літальних апаратів (мала авіація, гвинтокрили тощо).