

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

ФАКУЛЬТЕТ АВІАЦІЙНИХ І КОСМІЧНИХ СИСТЕМ

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

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

15-16 лютого 2016 року

м. Київ

Київ
«Політехніка»
2016



Гіротехнології та конструювання літальних апаратів: Тези доп. учасн. XIX наук.-техн. конф. студ. та молодих учених. – К.: ІВЦ “Видавництво «Політехніка»”, 2016. – 67 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.

О.В. Прохорчук, доц.

М.В. Добролюбова, доц.

К.Р. Відякіна, студ.

Програмний комітет:

О. В. Збруцький, проф.

В.Г. Лукомський, доц.

В.В. Сухов, проф.

О.В. Прохорчук, доц.

М.В. Добролюбова, доц.

К.Р. Відякіна, студ.

Відповідальний
редактор

О. В. Збруцький, проф.

Наукове видання

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

Тези доповідей учасників
XIX науково-технічної конференції
студентів та молодих учених
15-16 лютого 2016 року
м. Київ



ЗМІСТ

Аніцай А.А.	7
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ШИРОКОСМУГОВИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПІДСИЛЮВАЧІВ	
Афанасьєв Д.В., Вірченко Г.А.	8
ПАРАМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ КРИЛА РЕГІОНАЛЬНОГО ЛІТАКА	
Бобір О.О., Володарський Є.Т.	9
ВИЯВЛЕННЯ ВИКИДІВ У ВИБІРКАХ МАЛИХ ОБ'ЄМІВ	
Брижан С.С., Нечипоренко О.М.	10
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ГРАДУЮВАННЯ БАРОМЕТРИЧНИХ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ВИСОТИ ПОЛЬОТУ ЛІТКА	
Бурачик С.А., Бондарь Ю.І.	11
ЕСКІЗНИЙ ПРОЕКТ ЛІТАКА ТРАНСПОРТНОЇ КАТЕГОРІЇ	
Васінський Е.П., Шантир С.В.	12
ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМУ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВІБРАЦІЇ МЕТОДОМ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	
Відякіна К.Р., Черняк М.Г.	13
ТЕМПЕРАТУРНЕ КАЛІБРУВАННЯ ТРИВІСНОГО БЛОКУ НАВІГАЦІЙНИХ АКСЕЛЕРОМЕТРІВ	
Волинець О.А., Зінченко Д.М.	14
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ТА КЕРОВАНOSTІ НА КРИТИЧНИХ КУТАХ АТАКИ	
Волчанський В.В.	15
ПІДСИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ВИТОКУ ВОДИ У ПОБУТОВИХ ПРИМІЩЕННЯХ	
Гаваза О.Ю., Балабанова Т.В., Балабанов І.В.	16
МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ХАРАКТЕРИСТИК КРИЛА ЛІТАКА З ВРАХУВАННЯМ АЕРОПРУЖНОСТІ	
Герасименко А.О., Шантир Д.С.	17
ТОЧНІСТЬ ЧАСТОТНОЇ ОЦІНКИ НА ОСНОВІ ТРЬОХПАРАМЕТРИЧНОГО СИНУС ВСТАНОВЛЕННЯ	
Годованюк М.О., Борисов В.В.	18
ШВИДКІСНИЙ БЕЗПІЛОТНИЙ ЛІТАЛЬНИЙ АПАРАТ	
Гоїнець О.О., Нечипоренко О.М.	19
КАНАЛ ВИМІРЮВАННЯ ПОВІТРЯНОГО ТИСКУ ДЛЯ СИСТЕМ ПОВІТРЯНИХ СИГНАЛІВ	
Гуменюк Р.В., Шумков Ю.С.	20
ВИМІРЮВАЛЬНИЙ КАНАЛ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ RLC-ПАРАМЕТРІВ ПЛАТ ДРУКОВАНОГО МОНТАЖУ	
Дараган В.С.	21
ПІДСИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ У ЖИТЛОВИХ ТА ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ	



Єрмаков Д.В., Тесик Ю.Ф.	22
РОЗРОБКА СТЕНДУ ДЛЯ КАЛІБРУВАННЯ МІКРОЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РУХУ	
Жданов Д.І., Зінченко Д.М.	23
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДЕФОРМАЦІЙ НА ГНУЧКУ НЕСУЧУ ПОВЕРХНЮ	
Закревський А.О., Шантир А.С.	25
ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ	
Зоренко А. І., Вірченко Г. А.	26
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПЛАНЕРА ЛІТАКА	
Іголкін Д. С., Сухов В. В.	27
МЕТОД ВИБОРУ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ	
Калашник М.І.	28
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ДОСЛІДЖЕННЯ ВИСОКОВОЛЬТНИХ ШИРОКОСМУГОВИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПІДСИЛЮВАЧІВ	
Калмиков А.М., Шантир Д.С.	29
РОЗРОБКА ВИМІРЮВАЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРУ ЗМІННОЇ НАПРУГИ	
Кіраш О.Ю., Зінченко В.П.	30
РОЗРОБКА МЕДИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИЧНОЇ СИСТЕМИ НА БАЗІ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ	
Кобзар Д.А., Туз Ю.М.	31
СТВОРЕННЯ БАГАТОКАНАЛЬНОГО БЛОКУ ЖИВЛЕННЯ З МІНІМАЛЬНИМИ ЄМНІСНИМИ ЗВ'ЯЗКАМИ	
Kolbakir C., Zinchenko D.	32
AERODYNAMIC DESIGN METHOD FOR PORTABLE UNMANNED AERIAL VEHICLE	
Котвицький Р.С., Мелащенко О.М.	33
АВТОМАТИЧНА ПОСАДКА БПЛА НА ОСНОВІ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ЗОРУ	
Кравцова А. Д., Прохорчук О. В.	34
АЕРОМЕТРИЧНА СИСТЕМА НАВІГАЦІЇ МАЛОГО БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ	
Купрунець М.В., Шевченко К.Л.	35
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ	
Лебедь М.В., Самарцев Ю. М.	36
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ ПОХИБОК ВИМІРЮВАЛЬНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ СТРУМУ В СИСТЕМІ АВТОМАТИЗОВАНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	
Лещенко В.С., Кокотенко Б.В.	37
ВИМІРЮВАННЯ ВІДСТАНИ ДО ОБ'ЄКТУ ЗА ДОМОПОГОЮ BLUETOOTH-ТЕХНОЛОГІЇ	
Лікаренко І.О.	39
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМ СИНТЕЗУ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ ДЛЯ ЗБОРУ І ОБРОБКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ	



Ліщенко Д.С.	40
МОНІТОРИНГ ХАРАКТЕРИСТИК ПИТНОЇ ВОДИ	
Мартинюк Д.В.	41
ОРГАНІЗАЦІЯ БЕЗДРОТОВОЇ СЕНСОРНОЇ МЕРЕЖІ НА ОСНОВІ ПРОТОКОЛУ COAP	
Момот Б.В., Бондаренко О.М.	42
ТРІВИСНА АКСЕЛЕРОМЕТРИЧНА НАВІГАЦІЙНА СИСТЕМА МАЛОГАБАРИТНОГО ВИСОКОМАНЕВРЕНОГО ЛА	
Моніт Я.В.	43
СИСТЕМА «РОЗУМНИЙ БУДИНОК» З ВІДКРИТИМ ПРОГРАМНИМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ	
Овдiєнко Ю.М., Шевченко К.Л.	43
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ РАДІОМЕТРИЧНОГО ВИМІРЮВАННЯ ГЛИБИННИХ ТЕМПЕРАТУР ТІЛА ЛЮДИНИ	
Ольховський А.В.	45
ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ОЦІНЮВАННЯ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ	
Охріменко І.В., Зінченко В.П.	46
СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ ЛІНІЙНИХ РОЗМІРІВ ОБ'ЄКТА ЗА ЙОГО ВІДЕОЗОБРАЖЕННЯМ	
Пархоменко А.С., Сарибoga Г. В.	47
ВИКОНАВЧІ ЕЛЕМЕНТИ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТА ОРІЄНТАЦІЇ МІКРОСУПУТНИКА	
Позняк М.М., Шантир А.С.	48
ПРОГНОЗУВАННЯ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЛЮДИНИ	
Скрипник Д.Р., Володарський Є.Т.	49
РОБАСТНЕ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЛЯ МАЛИХ ВИБІРОК	
Соломко Р. С., Самарцев Ю. М.	50
СИСТЕМА ПОШУКУ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ МАЛОГАБАРИТНИХ РОЗЗОСЕРЕДЖЕНИХ ОБ'ЄКТІВ	
Тараненко Б.О., Прохорчук О.В.	51
МАГНІТОМЕТРИЧНА СИСТЕМА ОРІЄНТАЦІЇ МАЛОГО БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА	
Татарчук О.Д., Самарцев Ю.М.	52
НАУКОВО-ДОСЛІДНА ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КЛІМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НА ЯКІСТЬ РОСЛИН	
Терещук А.В., Зінченко Д.М.	53
МОДИФІКАЦІЯ ТЕОРЕТИЧНОГО КОНТУРУ КРИЛА ЛІТАКА	
Тернюк В.І., Шантир А.С.	54
ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА НЕПЕРЕРВНОГО МОНІТОРИНГУ ПОКАЗНИКІВ ПУЛЬСУ	
Ткач О.С., Сарибoga Г.В.	55
СИСТЕМА РАДІОЗВ'ЯЗКУ ТА ОБМІНУ ДАНИМИ З БОРТОВОЮ СИСТЕМОЮ МІКРОСУПУТНИКА	
Ткаченко А.В., Кокотенко Б.В.	56
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ ВИМІРЮВАЧ ТЕПЛОСПОЖИВАННЯ	



Третініченко О.В., Богомазов С.А.	57
МІКРОПРОЦЕСОРНА МЕРЕЖА ЗБОРУ ДАНИХ НА БАЗІ ПРОТОКОЛІВ CORE/COAP	
Чемерис А.Т., Добролюбова М.В.....	58
ПІДСИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ У ПРИМІЩЕННІ	
Чернюк А.А.	59
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	
Чернявський А.Л., Богомазов С.А.....	60
БАГАТОЗАДАЧНА СИСТЕМА ЗБОРУ ДАНИХ НА ОСНОВІ ОПЕРАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ FREERTOS	
Чернях Б. Г., Богомазов С.А.	61
ПОБУДОВА ВЕБ-ОРІЄНТОВАНИХ МЕРЕЖЕВИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ НА БАЗІ ПРОТОКОЛУ COAP	
Чмих В.О., Шквар Е.О.....	62
ЗАСТОСУВАННЯ СТРУМЕНЕВОГО ЗАКРИЛКА НА ЕКРАНОПЛАНИ	
Шнира А.В., Добролюбова М.В.....	64
ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ 3D-ПРИНТЕРА	
Юдін П.Ю., Судакова С.О., Шумков Ю.С.	65
ВИПРОБУВАЛЬНІ СИГНАЛИ СПЕЦІАЛЬНОЇ ФОРМИ В ЗАДАЧАХ ВИМІРЮВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ	
Яременко Т.В.	66
СИСТЕМА РАНЖУВАННЯ WEB-САЙТІВ	



УДК 621.3:621.38

Аніщай А.А.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ШИРОКОСМУГОВИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПІДСИЛЮВАЧІВ

Актуальною проблемою високочастотних елементів є проблема відводу тепла, оскільки при великих напругах необхідно врахувати ємнісне навантаження, яке на високих частотах призводить до значного зростання струму. Ця проблема набуває великого значення і потребує спеціального вирішення, тому що класичний метод збільшення поверхні випромінювання металічних радіаторів призводить до збільшення ємності відносно заземлення, що, в свою чергу, створює додаткові струми і пов'язані з цим труднощі.

В зв'язку з цим створена система, яка дозволяє виміряти температуру на радіаторі та операційному підсилювачі, на який подається напруга від генератора синусоїдальної напруги (ГСН). Оскільки з допомогою ГСН можна формувати сигнал з різною амплітудою та частотою, то і температура відповідно буде змінюватись.

Дана система складається з макету для дослідження та приладів, за допомогою яких можна контролювати поведінку цього макету, і безпосередньо підсилювача, який входить в макет. В систему також входять трансформатор напруги, який формує напругу живлення для макету і вольтметр та амперметр, за допомогою яких відображається напруга. Необхідною частиною системи дослідження є інтегральні діодні датчики температури (найсучасніші температурні датчики, що вбудовуються в мікросхеми), які і вимірюють температуру на мікросхемі операційного підсилювача та радіатора. Особливістю термометра є те, що він має можливість вимірювати дві температури одночасно, також при необхідності можна знайти різницю температур. Це дуже корисна опція, за допомогою якої можна одразу дізнатися скільки операційний підсилювач віддає тепла металічному радіатору. Сигнал передається на новітню системну плату збору даних NI PCI 6221. Після чого передається та оброблюється на ПК в графічному середовищі програмування LabView. Одним з основних компонентів системи збору даних є програмне забезпечення. Комп'ютер отримує необроблені дані через пристрій збору даних. Програмне забезпечення також управляє DAQ системою, посилаючи DAQ пристрою команди, коли і з яких каналів отримувати дані. Зазвичай програмне забезпечення для DAQ систем містить драйвера і прикладне програмне забезпечення. Прикладне програмне забезпечення, таке як LabVIEW, посилає драйверні команди, такі як отримати і повернути значення напруги температурного датчика. Прикладне програмне забезпечення служить також для відображення й аналізу отриманих даних.



Дана система вимірювання температури може застосовуватися під час розробки та експлуатації високовольтних широкосмугових вимірювальних підсилювачів, що викликає застосування різних конструктивних рішень для зменшення ємнісного навантаження, тому що однією з проблем високочастотних елементів є проблема відводу тепла.

УДК 629.7

Афанасьєв Д.В., Вірченко Г.А.

ПАРАМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ КРИЛА РЕГІОНАЛЬНОГО ЛІТАКА

На сьогодні створення авіаційної техніки є практично нереальним без широкого використання новітніх інформаційних систем. Забезпечити підвищення якості та скорочення термінів конструювання можливо за рахунок розробки нових способів інтегрованого проектування елементів конструкції планера літака в середовищі комп'ютерних пакетів CAD/CAM/CAE.

Практичне впровадження нових методик параметричного моделювання елементів планера літака забезпечує конкурентоздатність кінцевому проекту, оскільки оптимізує час проектування та реалізує можливість гнучкого внесення різноманітних змін до технічних характеристик опрацьовуваної конструкції. Тому питання розробки нових способів інтегрованого комп'ютерного проектування елементів конструкції планера літака нині є доволі актуальним.

Основне завдання побудови параметричної моделі полягає в широкому використанні параметрів і співвідношень між ними для реалізації автоматизованого продуктивного змінювання проектного об'єкта.

У літакобудуванні під параметрами розуміють незалежні змінні деякої системи, а під її характеристиками – залежні величини.

Для кесона крила маємо: параметри положення: відстані між нервюрами – a , стрингерами – b , лонжеронами – B ; параметри розмірів: довжини лонжеронів – $l_{лн}$, стрингерів – $l_{стр}$; товщини обшивки – δ , стрингерів – $\delta_{стр}$; висоти лонжеронів – H_1 та H_2 ; ширина й висота стрингерів – $c_{стр}$ і $h_{стр}$; характеристики: площі замкнутих контурів – $F_{кон}$, поперечних перерізів лонжеронів – $F_{лн}$, стінок – $F_{ст}$ і стрингерів – $F_{стр}$.

Спираючись на наведені параметри та характеристики здійснено розробку параметричної моделі кесона крила за допомогою програмного пакета SolidWorks. Реалізована нова методика основана на таких етапах:

1. Побудова базової геометрії кесона, що визначає основні параметри та характеристики крила літака.



2. Створення типових параметричних моделей для застосовуваних елементів конструкції.
3. Прив'язування кожного елемента конструкції до базової геометрії кесона крила.

Новим науковим технічним результатом є розробка нової методики автоматизованого проектування, а практична їх цінність – побудова конкретної параметричної моделі конструкції кесона крила регіонального літака.

УДК 519.254

Бобір О.О., Володарський Є.Т.

ВИЯВЛЕННЯ ВИКИДІВ У ВИБІРКАХ МАЛИХ ОБ'ЄМІВ

При обробці результатів досліджень при малому об'єму вибірки статистичні критерії не завжди дають правильне рішення про наявність або відсутність викидів, що завжди присутні в експериментальних даних. Чутливість таких критеріїв суттєво знижується. Викиди повинні бути виключені тільки після додаткових ретельних досліджень та з'ясування причин їх аномальності, бо навіть виключення одного такого викиду може привести до оцінки результату дослідження, яка зовсім не узгоджується з даними вибірки, а також може суттєво вплинути на результат надійності та достовірності отриманих результатів. Саме тому необхідно вводити нові підходи та методи, які використовують в якості вихідної величини не розкид значень, а відносне розташування вибірових значень, а також запроваджувати певні норми та правила для цих значень.

В роботі за результатами моделюючого експерименту знаходяться та досліджуються взаємозв'язки між елементами вибірки. Основною задачею було знаходження відносних відстаней між вибіровими даними для вибірок різних об'ємів, а саме від 3 до 1000 значень. Це робиться для того, щоб виявити викиди у вибірках, взятих з однієї генеральної сукупності, яка побудована за нормальним законом розподілу, застосовуючи критерій Граббса.

Вибірки малих об'ємів (до 3 значень обраних з всієї генеральної сукупності в 1000 значень), з достатньо високою ймовірністю відносять до асиметричних, що навіть у випадку вибірок великого об'єму (1000 значень) є ознакою наявності викиду.

Моделюючий експеримент також дозволяє знайти взаємозв'язок між коефіцієнтом асиметрії, граничними значеннями для статистики Граббса і відповідними відносними відстанями між даними, які обробляються.

Все це дозволяє розробити комплексний критерій виявлення викидів для вибірок малих об'ємів.

Отримані результати дають можливість вдосконалити вимірювальний



експеримент за рахунок урахування законів розподілу та зниження впливу критичних та аномальних викидів під час досліджень.

Також новий критерій допоможе значно покращити, доповнити та вдосконалити існуючі методи та засоби статистичних досліджень.

Комплексний критерій дозволить правильно оцінити професійний рівень випробувальних лабораторій, підвищити довіру до результатів випробування, їх статистичну надійність.

УДК 621.317.016

Брижан С.С., Нечипоренко О.М.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ГРАДУЮВАННЯ БАРОМЕТРИЧНИХ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ВИСОТИ ПОЛЬОТУ ЛІТКА

Вирішення проблеми підвищення якості, тобто точності і швидкодії автоматизованих систем керування, а саме систем градуювання датчиків повітряного тиску і барометричних висотомірів, особливо актуальне для сучасних підприємств авіаційної промисловості при автоматизації операцій градуювання, контролю, повірки і приймально-здаточних випробуваннях засобів вимірювання.

Сучасний стан метрологічного забезпечення засобів вимірювання (ЗВ) та контролю не задовольняє потреби приладобудівної та машинобудівної промисловості по ряду параметрів: рівня автоматизації, швидкодії, точності та ін. Особливо гостро стоїть проблема забезпечення одностороннього (одностороннього) підходу до заданого рівня вимірювальної величини при розробці засобів різних фізичних величин і, зокрема, тиску газу. Це викликано необхідністю визначення одного з основних видів метрологічних характеристик – варіації показань ЗВ. Під час аналізу автоматизованої системи градуювання (АСГ) було досліджено впливи зовнішніх факторів на похибку, виявлено, що найбільшого негативного впливу на точність системи дає температура. Тому, для компенсації температурної похибки, було використано активне термостатування частотного вимірювача тиску, який є чутливим елементом системи.

У роботі загалом використовувалися уже набуті теоретичні і практичні знання у цій галузі.

Розроблено алгоритм керування блоками АСГ в процесі її роботи, зберігання програми повірки, запам'ятовування, обробки і видачі на принтер показань перетворювачів, що повіряються. Буде використано мікро-ЕОМ; це підвищить універсальність АСГ, збільшить її швидкодію і дасть можливість зручної роздруківки протоколів при повірці. Схема системи вимірювання показань істотно спрощена, підвищена ступінь її універсалізації при повірці різних типів приладів на різних точках; зменшені

складності конструктивного виконання, вжиті заходи по ліквідації впливу перешкод і підвищення стабільності джерела електроживлення. Змінена конструкція пристрою синхронізації тисків в робочій порожнині автоматичного задатчика тиску (АЗТ) і в порожнинах ЗВ: крім дросельного принципу налаштування застосований об'ємний метод компенсації неодночасності подачі тиску в АЗТ і ПП через градієнт тиску.

УДК 681.327+656.34-523

Бурачик С.А., Бондарь Ю.І.

ЕСКІЗНИЙ ПРОЕКТ ЛІТАКА ТРАНСПОРТНОЇ КАТЕГОРІЇ

На ранніх стадіях проектування літака транспортної категорії важливою проблемою є визначення взаємозв'язку між аеродинамічними навантаженнями, масою конструкції крила та її деформаціями, які в свою чергу впливають на розподіл аеродинамічного навантаження.

При проектуванні літаків важливе місце займає процес визначення зовнішніх навантажень, які регламентовані нормами льотної придатності АП-25 та є входними даними для розрахунку на міцність, проведення аналізу пружно-деформованого стану конструкції, прогнозування її ресурсу та вагової ефективності.

Розглянуті існуючі статистичні, експериментальні та аналітичні методи визначення навантаження на крило літака, наведена їх характеристика, виявлені недоліки, які пов'язані з вибором схем навантаження.

В роботі наведено вирішення задач: визначення основних геометричних параметрів літака згідно вимог технічного завдання; визначення розподілених та інтегральних аеродинамічних характеристик літака; розрахунок мас конструкції та обладнання літака у першому та другому наближенні; визначення жорсткості конструкції; проведено розрахунки зовнішніх навантажень на крило літака з урахуванням ефектів статичної аеропружності.

Проведено розрахунок параметрів літака транспортної категорії на ранній стадії проектування в умовах інформаційної невизначеності.

Побудована балочна модель пружного крила та надано порівняльний розрахунок навантажень на жорстке та пружне крило літака, що дозволяє отримати навантаження з урахуванням ефектів статичної аеропружності.

Проведено розрахунки зовнішніх навантажень на крило літака та надано порівняння згинальних моментів \overline{M}_{xj} для жорсткого та пружного крила на розрахункових режимах польоту.

В роботі використані принципи проектування інформаційних систем.



Результати роботи можуть бути використані для визначення пружно-деформованого стану крила при проектуванні літаків транспортної категорії.

УДК 681.3+681.518.3

Васінський Е.П., Шантир С.В.

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМУ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВІБРАЦІЇ МЕТОДОМ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Застосування методу імітаційного моделювання дозволяє виконати дослідження алгоритмів обробки вимірювальної інформації, складність яких унеможливує аналітичне дослідження, до стадії створення реальних вимірювальних блоків системи. Створення на універсальних комп'ютерах імітаційних моделей засобів вимірювальної техніки потребує розв'язання проблем пов'язаних з суперечливими вимогами: продуктивність комп'ютера для забезпечення режиму роботи моделі в реальному часі; складність алгоритму, яку можна визначити, наприклад, як його довжину; розрядність числа і шини даних; мінімізація похибок обчислень та об'єму пам'яті та інше.

Було виконано дослідження методом імітаційного моделювання алгоритму вимірювання віброшвидкості з метою оцінки можливості його використання в мікропроцесорних вимірювальних блоках.

Структура схеми дослідження складається з моделі об'єкта, блоку визначення параметрів вібросигналу, імітаційної моделі алгоритму, блоку визначення похибок. Модель об'єкта імітує вимірювальну інформацію про його стан, носієм якої є параметр вібрації, і є додатком регулярної складової, реалізованої, за рекурентними формулами, у вигляді полігармонічного коливання з двадцяти гармонік із заданими амплітудами та фазами та випадкової складової на генераторі псевдовипадкової двійкової послідовності з законом розподілу Гауса. Форма подання моделі – дискретна реалізація з вибіркового значень дійсного типу. Блок визначення параметрів забезпечує отримання зразкового вектору параметрів. Імітаційна модель алгоритму імітує цілочисельні операції аналого-цифрового перетворення за методом порозрядного врівноваження, цифрового фільтру, інтегратора за Сімпсоном та слідкуючого перетворювача середнього квадратичного значення. Модель дозволяє змінювати такі параметри, як частота дискретизації, час інтегрування, коефіцієнти фільтру, розрядність цілочисельних операцій обчислення та інше. Блок визначення похибок забезпечує оцінку результатів дослідження та їх відображення. Дослідження реалізовано в середовищі LabVIEW 2011.

В роботі метод імітаційного моделювання практично застосовано для дослідження та оптимізації алгоритму вимірювання віброшвидкості за

критерієм мінімізації складності та об'єму пам'яті при заданій похибці обчислення. Оптимізований алгоритм вимірювання віброшвидкості практично реалізований у вимірювальному блоці монітору вібрації на мікроконтролері з 16-розрядною сіткою обчислень при похибці вимірювання до $\pm 10\%$ в робочому частотному діапазоні до 1000 Hz в реальному масштабі часу.

УДК 629.7.05

Відякіна К.Р., Черняк М.Г.

ТЕМПЕРАТУРНЕ КАЛІБРУВАННЯ ТРИВІСНОГО БЛОКУ НАВІГАЦІЙНИХ АКСЕЛЕРОМЕТРІВ

Температурне калібрування блоку акселерометрів (БА) - це процес ідентифікації та паспортизації числових значень коефіцієнтів метрологічної моделі БА таких як: зміщення нуля (ЗН), коефіцієнта перетворення (КП), коефіцієнта перехресної чутливості (КПЧ), та визначення температурних залежностей цих коефіцієнтів для подальшого виконання алгоритмічної компенсації температурних похибок.

Для калібрування БА використовується метод тестових та послідовних поворотів, при якому в якості еталону приймають вектор прискорення сили тяжіння. Такий метод ще називають векторним. Основний недолік - пред'явлення жорстких вимог до виставки випробувального обладнання.

Стендове обладнання, що використовується для виконання експериментальних досліджень, складається з двовісної горизонтальної основи, кантувача, бульбашкового рівня, термокамери ТВТ-2, персонального комп'ютера, сервісної електроніки, прецизійного вольтметра Agilent 34970A. Кантувач представляє собою металевий куб в якому сформовано сім базових установочних поверхонь. Двовісна основа і кантувач є задатчиками тестової орієнтації БА.

Критерієм якості калібрування є похибка вимірювання модуля вектора сили тяжіння. За проведеним калібруванням БА при температурах $T_{н.у.} = +20^\circ\text{C}$, $T_{н.} = -40^\circ\text{C}$, $T_{в.} = +70^\circ\text{C}$ були визначені похибки вимірювання прискорення сили тяжіння при нормальній температурі - не більше $\pm 0,12 \text{ mg}$, в діапазоні робочих температур - не більше $\pm 0,15 \text{ mg}$. Також були визначені температурні коефіцієнти за кусочно-лінійною моделлю для двох діапазонів по крайніх точках калібрування ($T_{н.у.} = +20^\circ\text{C}$, $T_{н.} = -40^\circ\text{C}$, $T_{в.} = +70^\circ\text{C}$).

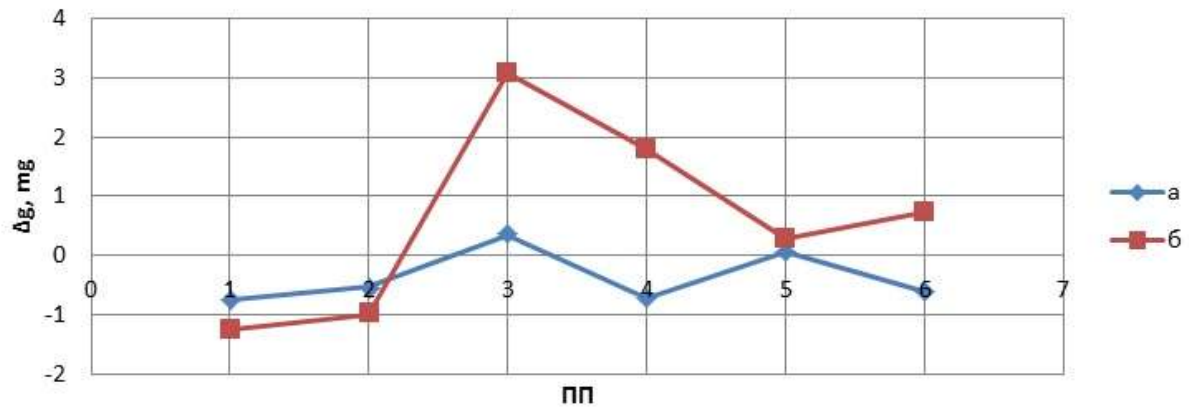


Рис.1.

На рис.1.а представлені значення похибок вимірювання прискорення сили тяжіння у перевірочних положеннях (ПП1...ПП6) при $T=+45^{\circ}\text{C}$ з коефіцієнтами калібрування при $T_{\text{н.у.}}=+20^{\circ}\text{C}$, а на рис.1.б з коефіцієнтами розрахованими за температурною моделлю. Коефіцієнт ефективності використання кусочно-лінійної моделі з двома діапазонами складає $K=6$.

Таким чином, якщо використовувати більше діапазонів кусочно-лінійної моделі або використовувати поліноміальну модель для розрахунку поточних температурних коефіцієнтів, то можна підвищити точність вимірювань ще у декілька разів.

УДК 533.694.73

Волинець О.А., Зінченко Д.М.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ТА КЕРОВАНОСТІ НА КРИТИЧНИХ КУТАХ АТАКИ

Політ літака на критичних кутах атаки є небезпечним, оскільки за певних обставин (дія вертикальних поривів, помилка льотного екіпажу в керуванні тощо) може призвести до виникнення таких критичних режимів, як звалювання, авторотація, штопор, які характеризуються погіршенням стійкості та керованості літака. Тому конструктивні рішення, які дозволяють збільшити критичний кут атаки, максимальний коефіцієнт підйімальної сили, покращити ефективність органів керування на великих кутах атаки завжди будуть необхідними.

Використовуючи багаторічний досвід, вчені, інженери винайшли багато конструктивних рішень, які дозволяють поліпшити стійкість та керованість літального апарату на великих кутах атаки. Це турбулізатори, напливи, генератори вихорів тощо. Напливи крила генерують вихори, які виконують роль рідких перегородок, що не дають примезовому шару повітря перетікати вздовж розмаху крила. Таким чином локалізується зона відриву потоку повітря, забезпечуючи плавне обтікання кінцевих перерізів крила літака, де розташовуються органи поперечного керування (елерони,

інтерцептори), тобто покращується їх ефективність на великих кутах атаки. Крім того, вихори, які створюються напливами є джерелами низького тиску, які збільшують коефіцієнт підйимальної сили. Турбулізатори та генератори вихорів створюють вихори, які забезпечують зв'язок між ідеальним потоком повітря, де в'язкість практично не проявляється і примежовим шаром, збільшуючи кінетичну енергію останнього і, таким чином, зтягуючи відрив потоку на більший кут атаки. Визначення аеродинамічних характеристик, характеристик стійкості та керованості БПЛА з турбулізаторами, напливами, генераторами вихорів та їхніми комбінаціями буде реалізовуватися за допомогою програмного пакету PANSYM, який реалізовує панельно-вихровий метод аеродинамічного розрахунку.

Вперше була розроблена методика забезпечення оптимальних характеристик стійкості та керованості літака на критичних кутах атаки при в'язкому нестационарному обтіканні за допомогою конструктивних засобів (напливів, турбулізаторів, генераторів вихорів).

Дослідивши за допомогою програмного комплексу PANSYM в'язке нестационарне обтікання компоновки літака "крило+фюзеляж" з напливами, турбулізаторами та генераторами вихорів, був зроблений висновок, що найбільш вдалим, з точки зору аеродинамічних характеристик, поєднанням конструктивних засобів забезпечення стійкості та керованості літака є комбінація напливів з генераторами вихорів. Вона дозволяє значно підвищити несучі властивості компоновки, критичний кут атаки, ефективність органів керування на великих кутах атаки.

Розроблені методичні рекомендації та конструктивні засоби можна з однаковим успіхом застосовувати як для безпілотних авіаційних комплексів, так і для літаків будь-яких габаритів та будь-якого призначення.

УДК 621.3.087.44

Волчанський В.В.

ПІДСИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ВИТОКУ ВОДИ У ПОБУТОВИХ ПРИМІЩЕННЯХ

Останнім часом все більше уваги приділяється житловим будинкам сучасного типу, які оснащені високотехнологічними пристроями та системами безпеки і ресурсозабезпечення для всіх мешканців. Ці інтелектуальні системи повинні розпізнавати конкретні ситуації, що відбуваються в приміщенні та відповідним чином на них реагувати. В своєму складі зазвичай вони мають підсистеми, що відстежують та сповіщають користувача про ситуації, коли у житлових та виробничих приміщеннях виникає витік води.

Такі підсистеми дуже актуальні, оскільки за статистикою збиток майну, що наноситься протіканням води, в три рази перевищує втрати від



квартирних крадіжок. Підсистеми моніторингу виток води надають можливість запобігти аваріям в системі водопостачання та опалення.

Підсистема моніторингу витоку води, що розробляється, складається з датчика затоплення, який виготовляється власноруч на основі мікросхеми LM7555, та контролера DS2406P, що повідомляє ПК про спрацьовування датчика. Після обробки ПК подає сигнал на виконавчі механізми, що перекривають постачання води. Підсистема робить запис в базі даних (БД) про інцидент. Конструкція корпусу датчика забезпечує захист від випадкових бризок, він спрацьовує, якщо рівень води досягне 1 мм на всій площі датчика – це приблизно 15 мл води. Особливістю підсистеми є постійне вимірювання та погодинний запис показників витоку води протягом доби.

В подальшому планується розвинути підсистему та надати з її допомогою користувачеві можливість отримувати смс-повідомлення про аварійні ситуації.

Підсистема моніторингу витоку води, що розробляється, може встановлюватись в квартирах і замських будинках, громадських і адміністративних будівлях, промислових і складських приміщеннях, локальних теплових пунктах, станціях водоочищення, в системах водопостачання і опалювання – скрізь, де можливий витік води.

Отже, використання підсистеми дозволить: проводити вимірювання параметрів витоку води; вести моніторинг параметрів витоку води; при взаємодії з автоматичною системою регулювання параметрів витоку води підвищити точність вимірювання; при виникненні аварійних ситуацій перешкоджати витоку води та інформувати про це користувача.

Таким чином, впровадження зазначеної підсистеми дозволить більш ефективно контролювати витік води у побутових приміщеннях та забезпечить економне витрачання енерго- та водних ресурсів.

УДК 531.534

Гаваза О.Ю., Балабанова Т.В., Балабанов І.В.

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ХАРАКТЕРИСТИК КРИЛА ЛІТАКА З ВРАХУВАННЯМ АЕРОПРУЖНОСТІ

Аеропружність має велике значення у багатьох галузях інженерної справи, особливо в авіації, де у результаті великих розмірів та швидкостей літака аеропружність є найбільш вагомим (негативним) фактором, який враховується при створенні нового літального апарату. При проектуванні крила однією із задач є усунення та зменшення шкідливого впливу аеропружності на його конструкцію під час польоту. Це викликає необхідність опрацювання багатьох варіантів конструкцій, що обумовлює актуальність застосування нових комп'ютеризованих методів їх розрахунку.



Результатом даного дослідження є розроблена методика, яка забезпечує створення математичної моделі пружного крила під дією аеродинамічного та масового навантаження, що дозволить описати взаємодію крила з потоком повітря, в аналітичному вигляді. В основі розробленої методики було взято метод скінченно-елементної апроксимації. Суть методики полягає в поділі крила на ділянки та заміною їх відповідними скінченними елементами, які характеризуються своєю жорсткістю, підйомною силою та масою. Дані характеристики описуються відповідними матрицями аеродинамічного впливу, жорсткості та мас, в аналітичному вигляді, які зорієнтовані у власних системах координат елемента. Кожна окрема ділянка характеризується положенням центрів мас жорсткості та тиску, які використовуються для приведення всіх елементів до однієї глобальної системи координат. На основі цього будується розрахункова схема крила, яка має вигляд послідовно і паралельно з'єднаних характерних елементів, з подальшим її перетворенням і аналізом.

Було проведено ряд досліджень по її застосуванню для знаходження критичної швидкості дивергенції крила літака та обчислення переміщень консолі крила під навантаженням. Розроблена методика продемонструвала свою достатньо високу ефективність та точність, отриманих результатів.

Дана методика розрахунку може бути використана на етапі попереднього проектування літака, вона допоможе спростити автоматизацію цього процесу за допомогою широкого застосування систем комп'ютерної алгебри, підвищити економічну ефективність проектування шляхом зменшення затрат часу, людських і машинних ресурсів. Відкриті нові можливості, що до спрощення процесів оптимізації масових характеристик, літального апарату, що проектується. Також розроблена методика дасть можливість простої інтерпретації проміжних результатів і проведення подальших аналітичних досліджень.

УДК 629.7.05

Герасименко А.О., Шантир Д.С.

ТОЧНІСТЬ ЧАСТОТНОЇ ОЦІНКИ НА ОСНОВІ ТРЬОХПАРАМЕТРИЧНОГО СИНУС ВСТАНОВЛЕННЯ

На сьогоднішній день цифрова обробка сигналів (ЦОС) є однією з найпотужніших технологій, яка активно проникла в широке коло галузей науки і техніки. Питання збільшення швидкості та точності в ЦОС є завжди актуальним. Один з методів для підвищення точності розглянутий у даній роботі.

Оцінка частоти синусоїдальної хвилі цифрового сигналу в сучасній обробці сигналів була застосована в області енергетичних систем, динамічної характеристики приладів і схем, біомедицині, оптичної



метрології. Незважаючи на те, що дискретне перетворення Фур'є (ДПФ) є дуже ефективним і, в разі швидкого перетворення Фур'є (ШПФ), досить швидке, щоб бути застосованим в системах реального часу, воно може стати дуже неточними в некогерентній вибірці з спектральних явищ витоку. Добре відомо, що N -точкове ДПФ розраховується для довжини даних N -зразків, що ведуть до розв'язання $(2\pi/N)$ в оцінці частоти. Оцінки частот в основному включають неітеративні алгоритми ДПФ і ітераційні алгоритми ДПФ. Як правило, двоступеневий пошук може бути реалізований для покращення оцінки частоти. По-перше, груба оцінка, як правило, здійснюється за допомогою N -точкового ШПФ, щоб знайти індекс найбільшої величини. По-друге, пошук проводиться по близькості від індексу. Для того, щоб підвищити точність оцінки, було запропоновано модифікований алгоритм Райфа (MRife) на підставі застосування ШПФ в два рази, переміщаючи частоту сигналу до середини двох сусідніх дискретних частот.

Збільшуючи кількість ітерацій $|\delta|$, за методами, що вказані вище, була значно підвищена ефективність оцінки. При збільшенні $|\delta|$ збільшується середньоквадратичне відхилення і абсолютна похибка для оцінки частоти. Було використано алгоритм пошуку золотого перетину (АПЗП) на основі ДПФ. АПЗП має більш низьку точність оцінки. Це відбувається тому, що значення ітерації стадії АПЗП є величина постійна. Продуктивність АПЗП також не залежить від початкової фази. Середнє значення СКО може бути приблизно 1,4 рази вище, ніж нижня межа Крамера-Рао.

Використовуючи вказаний підхід можна підвищити точність розрахунку характеристик будь-яких типів частотної оцінки, для яких важливо проводити розрахунки в реальному часі.

УДК 533.68

Годованюк М.О., Борисов В.В.

ШВИДКІСНИЙ БЕЗПЛОТНИЙ ЛІТАЛЬНИЙ АПАРАТ

На ранніх стадіях проектування безпілотного літального апарату (БПЛА) важливим завданням є визначення взаємозв'язку між масою конструкції, аеродинамічними характеристиками та силовою установкою.

При проектуванні швидкісного БПЛА з високою злітною масою важливим завданням являється зменшення помітності в інфрачервоному та акустичному діапазонах.

Для створення БПЛА, задовольняючого умови технічного завдання, використано покрокову методику підбору характеристик конструкції та компоновки літального апарату. Був зроблений аналіз можливих варіантів силових установок серед газотурбінних двигунів та двигунів внутрішнього згоряння. Серед виконаної роботи можна виділити наступні основні етапи:

1. Вибрано аеродинамічну схему та визначено аеродинамічні параметри.



2. Вибрано тип силової установки з характеристиками для необхідного режиму польоту.

3. Проведено аналіз міцності крила методом скінченних елементів.

Було розроблено універсальну платформу, яка забезпечує охоплення великих площ земної поверхні при високій продуктивності на високих швидкостях.

Необхідність виконаної роботи полягає в принципово новому підході при виборі силової установки для використання на безпілотному літальному апараті даної категорії, що в свою чергу дасть можливість збільшити дальність дії даного типу ЛА.

Дана розробка якісно впливає на льотні характеристики БПЛА, підвищує його економічність та простоту в обслуговуванні. Зменшення витрат палива двигуном внутрішнього згоряння в поєднанні з трилопатеvim повітряним гвинтом MTV-9 для спортивних літаків забезпечить високу швидкість польоту, близько 700 км/год. Результати дослідження витрат палива показують підвищення тривалості польоту (до трьох разів). Даний тип двигуна забезпечує зменшення звукової та інфрачервоної помітності при запуску та крейсерському польоті.

УДК 629.735.017

Гоїнець О.О., Нечипоренко О.М.

КАНАЛ ВИМІРЮВАННЯ ПОВІТРЯНОГО ТИСКУ ДЛЯ СИСТЕМ ПОВІТРЯНИХ СИГНАЛІВ

Сучасні системи повітряних сигналів (СПС) для вимірювання висотно-швидкісних параметрів літального апарату (ЛА), яка являє собою програмно-апаратну систему, призначену для вимірювання, обчислення і видачі на індикацію екіпажу ЛА і в бортові системи (споживачам) основної пілотажної інформації. Актуальною проблемою сьогодення є підвищення точності і надійності каналу повітряного тиску для СПС. Було проведено аналіз точності і надійності сучасних перетворювачів повітряного тиску і розробка каналу вимірювання повітряного тиску для СПС з більш високою точністю і надійністю.

У даній роботі розроблено струнний датчик абсолютного тиску, який раніше в СПС не використовувався. Проведено огляд аналогів і вибір прототипу системи повітряних сигналів і частотних датчиків тиску та розрахунок основних функціональних блоків, з яких складається система.

У приведеній роботі загалом використовувалися уже набуті теоретичні і практичні знання у цій галузі.

Розглянуті основні конструктивні моменти, розрахована і підібрана мембрана для струнного датчика абсолютного тиску, яка відповідає всім вимогам, також підібрана струна і її власна частота коливань.

Розроблено функціональну схему і конструкцію датчика з широким діапазоном виміру тиску і малими похибками. Вибрана індуктивна автоколивальна система збудження і знімання коливань струни, особливу увагу було приділено вибору надійного укріплення струни.

Розроблена математична модель похибок струнного датчика абсолютного тиску, в якій враховані як інструментальні так і методичні похибки. Проведені розрахунки, що підтверджують працездатність і точність струнного вимірювального перетворювача. Проведений аналіз надійності системи показав, що головним елементом, який забезпечує надійність є датчик тиску.

Канал розроблено на базі двох однакових (ідентичних) струнних частотних датчиків тиску, один з яких сприймає статичний тиск, а другий – повний. Ідентичність датчиків дає змогу використовувати ковзне резервування, яке значно підвищує надійність каналу.

Канал повітряного тиску на базі розробленого струнного частотного датчика тиску призначений для СПС, які придатні до застосування в пасажирських літаках, як далеко-магістральних, так і середньо-магістральних.

УДК 621.317.73

Гуменюк Р.В., Шумков Ю.С.

ВИМІРЮВАЛЬНИЙ КАНАЛ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ RLC-ПАРАМЕТРІВ ПЛАТ ДРУКОВАНОГО МОНТАЖУ

У процесі виробництва, при проведенні наукових досліджень часто виникає необхідність у вимірюванні імітансних параметрів пасивних двополюсників: активного опору - R , індуктивності - L , ємності - C , а також добротності - Q чи тангенсу кута витрат - $\operatorname{tg}\delta$.

Була розроблена система вимірювання та контролю параметрів комплексного опору під час неруйнівного контролю електрорадіоелементів плат друкованого монтажу. Система може бути використана також: для контролю конденсаторів, резисторів, індуктивностей під час їх виготовлення; у процесі експлуатації та під час ремонту радіоапаратури; вимірювання імітансних параметрів, як інформаційних параметрів у разі використання параметричних датчиків фізичних величин.

Для вимірювання параметрів використаний метод прямого перетворення, що дозволяє знаходити параметри без будь-яких урівноважень у вимірювальній схемі та забезпечує велику швидкість вимірювання, але не забезпечує високу точність. Впровадження мікропроцесорної техніки дозволяє здійснити корекцію похибок приладів прямого перетворення і звести їх до рівня 10^{-4} в широкій смузі частот від десятків герц до десятків мегагерц. Такі прилади знаходять сьогодні широке

використання в промисловості при виготовленні конденсаторів, резисторів, індуктивностей тощо.

Фазочутливе перетворення дозволяє розділити активну і реактивну складові досліджуваної величини. Слід зауважити, що при роботі системи, задаючи значення амплітуди і частоти ВС важливою є не їх точна установка, а відносна стабільність між тактами калібрування.

Система забезпечує вимірювання параметрів у діапазонах $C_x = 159 \cdot 10^{-12} - 159 \cdot 10^{-6}$ Ф; $R_x = 1$ кОм – 10 МОм; $L_x = 159 \cdot 10^{-3} - 15,9 \cdot 10^2$ Гн при частоті випробувального сигналу: 100 Гц, 1 кГц та 10 кГц. Вимірювання можливі у випадку, коли модуль комплексного опору $|\dot{Z}_x| \geq 1$ кОм. Це є недоліком, але в цілому робота відповідає вимогам.

Контроль якості печатного монтажу є особливо важливим, тому що найменша неточність при створенні плати може привести її в повну непридатність при подальших операціях, де будуть проходити гальванічні і хімічні процеси. З цією метою застосовуються спеціальні методи контролю, які засновані на зміні RLC-параметрів об'єкта дослідження від його фізичного стану.

УДК 621.3.087.44

Дараган В.С.

ПІДСИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ У ЖИТЛОВИХ ТА ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ

У наш час, коли досить актуальною проблемою стає заощадження палива та енергетичних ресурсів у цілому, з'являється досить багато різноманітних прикладних механізмів та рішень, що дозволяють економно споживати електроенергію у промисловості та житлових будинках. Набувають поширення інтелектуальні системи типу «розумний будинок», що виконують багато функцій з автоматизації процесів у побуті та мають в своєму складі якісні вимірювальні системи для автоматизованого збору, передачі та обробки даних щодо певних параметрів середовища або технічних пристроїв. Зокрема на ринку існує багато систем, що використовуються для вимірювання температури повітря у приміщенні, але їх вартість зазвичай зависока для середнього користувача.

Після огляду існуючих аналогічних технічних рішень в процесі розробки знаходиться підсистема моніторингу температури повітря, що дозволяє точно і своєчасно отримувати інформацію про температуру оточуючого середовища, обробляти отримані дані і здійснювати необхідні дії, спрямовані на підтримку оптимального стану мікроклімату в приміщенні. У зазначеній підсистемі використано найбільш оптимальний за критерієм «ціна-якість» датчик, а саме: цифровий температурний датчик DS18B20 з програмованою роздільною здатністю від 9 до 12 біт, яка



зберігається у EEPROM пам'яті пристрою. DS18B20 обмінюється даними по шині 1-Wire та при цьому може бути як єдиним пристроєм на лінії, так і працювати у групі. Всі процеси на шині контролюються мікроконтролером. Діапазон вимірювань датчика від -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$. Точність вимірювань датчика $0,5^{\circ}\text{C}$ у діапазоні від -10°C до $+85^{\circ}\text{C}$. Додатково DS18B20 може житися напругою від лінії даних («parasite power»), при відсутності зовнішнього джерела живлення. Підсистема моніторингу температури повітря, використовуючи спеціалізоване програмне забезпечення та мікроконтролер, отримує вимірювальні дані від датчика та відправляє далі на комп'ютер.

Підсистема вимірювання параметрів оточуючого повітря, що розробляється, призначена перш за все для звичайних житлових приміщень, але разом з цим може використовуватись і в електроніці, в хімічній і харчовій промисловості, в сільському господарстві, на метеорологічних станціях, в фармацевтичних і мікробіологічних лабораторіях.

Використання підсистеми дозволяє: проводити вимірювання параметрів оточуючого повітря; вести моніторинг параметрів оточуючого повітря; при взаємодії з автоматичною системою регулювання параметрів оточуючого повітря підвищити точність вимірювання.

Таким чином, впровадження зазначеної підсистеми дозволить більш ефективно контролювати температурний стан приміщення та витрачання енергоресурсів.

УДК 629.7

Єрмаков Д.В., Тесик Ю.Ф.

РОЗРОБКА СТЕНДУ ДЛЯ КАЛІБРУВАННЯ МІКРОЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ ПАРАМЕТРІВ РУХУ

Дуже велику допомогу у мінімізації бортових систем може забезпечити використання мікроелектромеханічних систем (МЕМС), технології, яка базується на методах і засобах мікроелектроніки та мікроелектроніки. Досягнення в області прецизійних технологій виробництва дають можливість створення виробів субміліметрового і субмікронного розміру.

Технологія МЕМС постійно вдосконалюється в напрямку покращення тактико-технічних характеристик і споживчих властивостей мікроелектромеханічних систем вимірювання параметрів руху (акселерометрів, гіроскопів тощо). Багато закордонних фірм, таких як: Bosch, Analog Devices, STM, Honeywell та інших, зараз масово виробляють мікроелектромеханічні гіроскопи та акселерометри, а також інерційні модулі з цифровим виходом та покращеними характеристиками за рахунок

використання технології заводського калібрування в певному температурному діапазоні.

Проте використання MEMS датчиків у вимірювальних приладах і системах потребує ще додаткового калібрування основних метрологічних параметрів вже у виробника техніки.

Існуючі системи калібрування не можливо встановити у важкодоступних місцях через велику кількість дротів та вплив інших негативних факторів. Тому в ході роботи була сформульована задача, розробити мобільну та легку у використанні систему. Цю задачу можна вирішити за рахунок використання у системі бездротової передачі даних (WIFI, Bluetooth). Щоб це реалізувати необхідно було поєднати сам MEMS акселерометр та гіроскоп (Inven Sense MPU6050), мікроконтролер (Texas Instruments MSP430G2553) та бездротовий передавач (Texas Instruments CC2564), а також додати до цього комплексу автономне живлення (акумулятор).

Дані можна отримувати на будь-який пристрій, який може приймати сигнали вищезгаданих бездротових мереж. Для цього було створено спеціальні програмні продукти для персонального комп'ютера (для операційної системи Windows) та для смартфонів (для операційної системи Android).

Розробляється динамічний метод оцінки метрологічних характеристик мікроелектромеханічних акселерометрів шляхом створення гармонічного вхідного впливу за допомогою розробленого трьохосового стенду. Це дозволить значно скоротити час експериментальних досліджень.

Результати виконаних дослідів вносять певний вклад в розвиток методологічної бази метрології в сфері експериментальної оцінки технічних характеристик мікроелектромеханічних систем вимірювання параметрів руху, переміщення об'єктів у просторі та можуть стати основою для розробки систем і методик калібрування акселерометрів та гіроскопів.

УДК 629.7.025.11

Жданов Д.І., Зінченко Д.М.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДЕФОРМАЦІЙ НА ГНУЧКУ НЕСУЧУ ПОВЕРХНЮ

Оскільки використання існуючих бюджетних моделей автопілотів не гарантує вирішення завдання стабілізації в умовах сильних поривів вітру та підвищеної атмосферної турбулентності, необхідна наявність демпфуючих властивостей у вихідній моделі несучої поверхні безпілотних літальних апаратів (БПЛА).



Жорстка конструкція крила характеризується недостатніми демпфуючими властивостями, щоб впоратися з умовами повітряного середовища, за якого порушується стабілізація ЛА.

Легка конструкція несучої поверхні в класичному виконанні пароплану, в свою чергу, вимагає додаткових елементів фіксації форми, які суттєво збільшують величини опору БПЛА і погіршують показники льотних технічних характеристик, зокрема: дальності польоту, аеродинамічної якості та ін..

Для вирішення проблеми пропонується використання так званої «гібридної» компоновки крила, яке складається з носка жорсткої конструкції на 25% довжини хорди профілю крила та надувних середньої та задньої частин, котрі займають решту 75% довжини хорди профілю крила. Дана компоновка надає конструкції демпфуючих властивостей, не погіршуючи її жорсткість.

Проведено розрахунки на дослідження впливу деформації на аеродинамічні характеристики адаптивного крила. Під час польоту передбачаються керовані та вимушені, спричинені неспокійним повітряним середовищем, деформації.

Основні силові складові, що спричиняють деформації несучої поверхні БПЛА, є крутний та згинальний моменти. Вплив згинального моменту нівелюється жорсткою конструкцією передньої крайки крила. Більш за все цікавлять результати впливу деформацій спричинених крутним моментом.

Побудувавши розрахункові моделі в середовищі програми PANSYM отримано результати у вигляді змін залежностей $C_y(a)$, $C_y(C_x)$, $K(a)$, $K/\sqrt{C_y}$ (C_y) під впливом деформацій, спричинених крутним моментом, порівняно з цими ж залежностями без впливу деформацій.

Загалом фізичний вплив деформацій описується відхиленням задньої крайки крила по мірі збільшення куту атаки в напрямку осі ординат зв'язаної системи координат під впливом крутного моменту, спричиненого різницею тисків між верхньою та нижньою поверхнями крила. Це явище спричиняє зменшення крутного моменту, який тепер прагне відновити попереднє положення задньої крайки крила. В цьому полягає ефект адаптивності в умовах турбулентного повітряного середовища.

Результати дослідження дозволять проектувати портативні адаптивні БПЛА гібридної конструкції несучої поверхні аеродинамічної схеми «літаюче крило». Такі літальні апарати можуть бути використані для виконання сільськогосподарських робіт, доставки вантажу, військової розвідки тощо.

УДК 681.2.08

Закревський А.О., Шантир А.С.

ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ

Використання під час реабілітації даних про толерантність до фізичного навантаження розглядається як передовий методичний підхід у фізичній реабілітації. Це обумовлено тим, що найбільш точно функціональний стан кардіореспіраторної системи можна визначити саме шляхом вивчення толерантності до фізичного навантаження, оцінюючи реакції артеріального тиску, частоти серцевих скорочень й інші гемодинамічні параметри, а потім здійснити тренування. Для цих цілей запропоновані різні методи: степ-тест, тредміл, велоергометрія тощо. Їх проведення дозволяє на об'єктивній основі збудувати програму фізичних тренувань, призначити адекватний стану хворого руховий режим й уникнути значних ускладнень. Однак на сьогодні не існує практично застосовних методів обробки зібраних даних з метою корегування програм реабілітації та тренувань, тому актуальним стає розробка та дослідження підходів до прогнозування фізіологічних показників людини з метою корегування програм реабілітації та тренувань.

У роботі запропоновано підхід до прогнозування фізіологічних показників людини з метою підвищення ефективності реабілітації та тренувань, також обрано метод прогнозування. Проаналізовано діагностичні показники та їх прогнозування, використовуваних для оцінки функціонального стану серцево-судинної системи та виявлення порушень її діяльності, а також методи прогнозування їх динаміки.

Результати наукової роботи базуються на запропонованому застосуванні статистичних методів для прогнозування фізіологічних показників людини виходячи з температури та швидкості розсіювання тепла з поверхні тіла. Усі кількісні показники та наукові висновки у фізіології розвитку носять статистичний характер, тобто відображають найбільш ймовірне протікання подій або найбільш ймовірний рівень вимірюваного показника. Сучасні комп'ютерні засоби, оснащені спеціальними програмами, істотно полегшують завдання статистичної обробки результатів, дозволяючи розкривати найбільш вагомні закономірності, функціональні зв'язки і будувати математичні моделі процесів, що відбуваються. Також важливим є вибір методу прогнозування – обрано метод регресійного аналізу. Перевага цього методу в простоті, гнучкості, прозорості моделювання.

Сучасні технічні засоби дають змогу реєструвати різні біологічні сигнали. Застосування нових підходів до інформаційного аналізу цих сигналів дозволить модернізувати методологічну базу як в клінічній діагностиці, так і в спортивних додатках.

Складність реалізації адекватної обробки реєстрованих біологічних сигналів обумовлюється тим, що породжуючі їх фізіологічні системи відносяться до складних саморегульованих систем, які характеризуються нетривіальною динамікою, що включає як лінійну, так і нелінійну складові. Для роботи системи необхідно реалізовувати централізований збір даних та забезпечити оперативний доступ до них медичних працівників.

УДК 629.7

Зоренко А. І., Вірченко Г. А.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПЛАНЕРА ЛІТАКА

За останнє десятиліття у розвинутих країнах світу набуло широке застосування різноманітних безпілотних літальних апаратів (БПЛА), область практичного використання яких є доволі багатоплановою як для цивільного, так і для військового призначення.

Однак під час експлуатації даних літальних апаратів виникає цілий ряд труднощів. На сьогоднішній день звичайні БПЛА потребують, як правило, відкритих площадок для забезпечення зручного зльоту та посадки, а також прискорювачів і засобів катапультного старту, а після парашутної посадки доволі часто проведення певних ремонтних робіт. Також варто зазначити про обмежені можливості польоту БПЛА в умовах міста та на пересічній місцевості. Нині на вирішення окреслених задач витрачається багато різноманітних ресурсів (матеріальних, фінансових тощо). Тому питання підвищення льотно-технічних характеристик БПЛА зараз є достатньо актуальними.

З метою успішного розв'язання наведених задач було розроблено проект БПЛА з об'єднанням прямого та арочного крила. Це забезпечує виконання вертикального зльоту та посадки на непідготовленій місцевості, а після зльоту дозволяє розвивати більшу швидкість горизонтального польоту, ніж інші схеми БПЛА.

У виконаному дослідженні проведено аеродинамічний розрахунок зазначеної схеми, який підтвердив очікувану ефективність даного літального апарата. На основі отриманих результатів розраховано силовий набір планера БПЛА та створено комп'ютерну модель його конструкції. Для визначення її параметрів було здійснено детальний аналіз існуючих прототипів, враховано їх наявні недоліки з метою забезпечення більшої ефективності створюваного БПЛА.

Поєднання двох методів розрахунку силового набору прямого та арочного крила, було вперше представлено, оскільки в літературних джерелах існують лише окремі розрахунки для прямого крила та для кільцевих вставок навколо аеродинамічного гвинта.



Надалі схема може бути реалізована для розробки БПЛА та застосування як у цивільних, так і військових цілях на заздалегідь непередбаченій пересічній місцевості.

УДК 629.7.035

Іголкін Д. С., Сухов В. В.

МЕТОД ВИБОРУ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ БЕЗПЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ

В результаті розвитку електроніки: збільшення питомої енергоємності хімічних акумуляторів, появи безколекторних електричних двигунів, розвитку електричних мікроконтролерів та здешевлення цих складових, в останні роки безпілотні літальні апарати (БПЛА) з електричної силовою установкою зайняли суттєву частку ринку безпілотних літальних апаратів. Ця область швидко розвивається та потребує багатьох досліджень, що дозволять покращити їх характеристики.

Електрична силова установка БПЛА малого та мікрокласу зазвичай займає 50-65% ваги літального апарату, напряму впливаючи на тривалість польоту, швидкість польоту, швидкість набору висоти, масу корисного навантаження та інші важливі характеристики літального апарату. Тому вибір параметрів електричної силової установки (ЕСУ) істотно впливає на результуючі льотно-технічні характеристики БПЛА.

Існуючі на даний час методи вибору параметрів ЕСУ розраховують бажані параметри елементів силової установки для одного, зазвичай основного, режиму польоту: режиму крейсерського польоту чи баражування. Або розраховують бажані параметри з умови максимізації певного параметру (тривалості чи дальності польоту) та виконання додаткової умови (швидкопідйомності).

Дані методи не враховують різні режими польоту, які є невід'ємною частиною будь-якого польоту літального апарату. Наприклад, це режими: набору висоти, зниження, крейсерського польоту, баражування, віражу. Тому дані методи не дозволяють з бажаною точністю визначати параметри елементів електричної силової установки БПЛА. Врахування всіх режимів польоту БПЛА при виборі параметрів ЕСУ дозволить покращити льотно-технічні характеристики БПЛА: отримати більшу протяжність польоту, більшу швидкопідйомність, більший час баражування чи меншу вагу ЕСУ БПЛА.

Було розроблено новий метод вибору параметрів електричної силової установки безпілотного літального апарату, де вперше враховано маршрут польоту БПЛА: відрізки набору висоти, крейсерського польоту, віражі, відрізки баражування, зниження. Врахування всього маршруту польоту



БПЛА дозволяє отримати бажані параметри елементів електричносилової установки, що краще відповідають умовам реального польоту.

Створено програмний комплекс, що дозволяє: оперативно задавати характеристики БПЛА, відрізки маршруту польоту БПЛА та параметри польоту на кожному з цих відрізків; визначати бажані параметри елементів електричної силової установки для заданих умов польоту.

Результати розрахунків даним методом показали, що його використання дозволяє покращити вибір параметрів електричної силової установки для безпілотних літальних апаратів, профіль польоту яких складається з багатьох режимів польоту.

Даний метод розрахунку може бути застосований:

- а) для вибору параметрів електричної силової установки при час проектуванні БПЛА;
- б) для вибору і заміни окремих елементів електричної силової установки під конкретний політ з попередньо відомим маршрутом та параметрами польоту.

УДК 621.314.22.08

Калашник М.І.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ДОСЛІДЖЕННЯ ВИСОКОВОЛЬТНИХ ШИРОКОСМУГОВИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПІДСИЛЮВАЧІВ

Теоретичні розрахунки розподілених електричних і магнітних полів елементів різної форми є дуже складними і дають тільки попередні наближені результати, які можна використати тільки на етапі евристичного проектування високовольтних ширококутових вимірювальних підсилювачів. Тому для проектування, дослідження та оптимізації високовольтних ширококутових вимірювальних підсилювачів є актуальним створення автоматизованої системи, яка забезпечує вимірювання таких величин: напруга живлення; швидкість наростання сигналу; вихідний струм.

Для створення прикладного програмного забезпечення комп'ютерних систем збору і обробки вимірювальної інформації сьогодні застосовуються спеціалізовані засоби, використовують принцип об'єктно-орієнтованого програмування. Серед таких засобів найбільш розвиненою і універсальною є середовище графічного програмування LabView фірми National Instruments. Тому для розробки автоматизованої системи дослідження високовольтних ширококутових вимірювальних підсилювачів в наш час є доцільний вибір саме програмного забезпечення з використанням плати NI PCI 6221.

Плата встановлюється на високошвидкісну шину PCI вимірювального комп'ютера. В даній системі дослідження послідовно-адитивно включеного

операційного підсилювача плата збору даних виконує генерацію та сприйняття фізичних сигналів з подальшою обробкою у середовищі графічного програмування LabView. Для різнополярної напруги живлення підсилювачів варто задіяти два канали для напруги та відповідно два канали струму. Розроблений інтерфейс для макету візуалізує вхідні сигнали, отримані з розроблюваного модуля, та згенерований сигнал для послідовно адитивно включеного операційного підсилювача.

Для вимірювання струму необхідно застосувати гальванічну розв'язку, оскільки це вимірювання проводилося в достатньо силовому контурі. Вимірювальну схему розбито на дві ізольовані частини. Передавальна частина працює під потенціалом вимірювача (датчика), а приймальня – під нульовим потенціалом. Для реалізації подібного пристрою необхідно, щоб передавальна частина мала окреме, ізольоване від приймальної частини, так зване "плаваюче" джерело електричної енергії.

Створена система досліджень забезпечує високу точність вимірюваних параметрів, а проведені дослідження та оброблені результати вимірювань можуть знайти застосування при розробці високовольтних широкосмугових вимірювальних підсилювачів.

УДК 629.7.06

Калмиков А.М., Шантир Д.С.

РОЗРОБКА ВИМІРЮВАЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРУ ЗМІННОЇ НАПРУГИ

Дуже велику допомогу у мінімізації бортових систем може забезпечити використання цифрових вимірювальних генераторів змінної напруги (ЦВГЗМ), приладів, що генерують синусоїдальні сигнали у дуже широкому динамічному та частотному діапазонах.

Наукові досягнення людства постійно змушують вдосконалювати тактико-технічні характеристики та споживчі властивості усіх існуючих систем. Вимірювальні генератори не є виключеннями. Зараз існує достатньо пристроїв, що генерують синусоїдальний сигнал змінної напруги потрібної конфігурації з постійного струму, проте ці пристрої відносно масивні за розмірами, та мають свої недоліки для використання в авіаційному будівництві. А дротове з'єднання для програмування пристрою змушує додатково робити розрахунки та проектування з'єднання пристрою з бортовим комп'ютером літального апарату. У зв'язку з вищесказаним тема зменшення розмірів та поліпшення характеристик пристрою є дуже актуальною в авіації.

Існуючі генератори змінної напруги мають відносно великі габаритні розміри та дротове з'єднання з ЕВМ. Тому було розроблено мобільний та легкий у використанні генератор. Це було досягнуто за рахунок

використання у системі бездротової передачі даних WIFI та найновітніших мікропроцесорів (i.mx6 solo) і SMD елементів. Система встановлюється у необхідному місці, а характеристики генерованого сигналу генератор отримує по бездротовому протоколу обміну даними (IEEE 802.11n).

Калібрування та перевірку пристрою можна виконувати з будь-якого пристрою, що має можливість підключення до WIFI через спеціальне програмне забезпечення (ПЗ).

Також пристрій веде логування своєї роботи та, у разі потреби, надає можливість переглянути усі показання через спеціальне ПЗ.

А можливість віддаленого оновлення прошивки дає змогу поліпшення вихідних характеристик сигналу та виправлення помилок у найкоротші терміни.

Даний генератор має велику сферу для застосування, не дивлячись на те, що розроблявся для авіаційних потреб. Даний генератор можна використовувати у лабораторіях для проведення дослідів та розробок. А легкість його використання та налаштування дає змогу користуватися даним пристроєм дуже широкому колу людей.

УДК 681.518.5

Кіраш О.Ю., Зінченко В.П.

РОЗРОБКА МЕДИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИЧНОЇ СИСТЕМИ НА БАЗІ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

Сучасні інформаційні технології все більше використовуються в галузі охорони здоров'я, що є нормальним, враховуючи даний розвиток суспільства. Завдяки цьому медицина, на даний час, набуває абсолютно нових рис. У багатьох медичних дослідженнях просто неможливо обійтися без комп'ютера і спеціального програмного забезпечення до нього.

Сучасна медична наука виходить з уявлення діагностично-лікувального процесу. Медична діагностика - є одним з найбільш складних видів лікарської діяльності. Це обумовлено наявністю великої кількості різноманітних параметрів і методів обробки, які характеризують стан хворого та складають основний вплив на діагноз. Для діагностики використовують програми, які формалізовані на теоретичних та емпіричних знаннях експертів (висококваліфікованих фахівців), відомі як експертні системи. З поширенням комп'ютерних технологій експертна система – це інтелектуальна комп'ютерна програма, що містить знання та аналітичні здібності одного або кількох експертів і здатна робити логічні висновки на основі цих знань, тим самим забезпечуючи вирішення специфічних завдань без участі експерта.

Для реалізації цілей медичної діагностики було використано спеціальні архітектури експертних систем, які складаються з програмних та

апаратних засобів – це експертні системи реального часу. Основною особливістю таких діагностичних експертних систем є швидкість отримання правильного діагностуючого рішення, за рахунок реалізації концепції мікроядерних операційних систем.

Головні плюси розробленої системи реального часу в даному випадку такі: здатність розподіляти пріоритети для даних, здатність робити тимчасові обґрунтування даних та тимчасові кількісні характеристики, відкидання сумнівних даних і зосередження уваги на поточній ситуації.

Для розробки системи реального часу використовувалось спеціалізоване обладнання (таймери) та програмне забезпечення – операційна система реального часу QNX.

Впровадження діагностичних інформаційних систем на основі систем реального часу нададуть широких можливостей в області медицини. Наприклад, малокваліфіковані лікарі, без досвіду роботи, за допомогою таких діагностичних систем реального часу зможуть ставити швидкі та якісні діагнози, а також проводити складні операції, покладаючись на знання досвідчених фахівців.

УДК 621.311.69

Кобзар Д.А., Туз Ю.М.

СТВОРЕННЯ БАГАТОКАНАЛЬНОГО БЛОКУ ЖИВЛЕННЯ З МІНІМАЛЬНИМИ ЄМНІСНИМИ ЗВ'ЯЗКАМИ

Актуальним завданням при проектуванні високовольтних широкосмугових вимірювальних підсилювачів є розробка спеціальних джерел живлення з мінімальними ємнісними зв'язками.

Це пов'язано з тим, що необхідні швидкості наростання напруги на виходах блоку розширення частотного та динамічного діапазонів перевищують швидкості наростання напруги, які здатні забезпечити окремо взяті інтегральні схеми і транзистори. Швидкість наростання сигналу найкращих операційних підсилювачів в режимі малого сигналу сягає приблизно 7000 В/мс. Тому класичні схеми включення операційних підсилювачів із спільним заземленням всіх каскадів не дозволяють виконати поставленого завдання. В зв'язку з цим пропонується послідовне включення підсилювачів з віртуальним живленням із залежними або незалежними зворотними струмовими зв'язками. Таке включення створює додаткову проблему ємнісної складової віртуально підключеного джерела живлення на загальне заземлення. Через це треба враховувати те, що вихідна напруга суми векторів має модуль завжди менший, ніж сума модулів напруг окремих підсилювачів і нарощування їх кількості може призвести не до збільшення, а до зменшення вихідної напруги. Для досягнення бажаного



результату і необхідна розробка спеціальних джерел живлення, які мають ємність на загальну шину 1-3 пФ.

В ході роботи було досліджено і проаналізовано два основні типи джерел живлення: лінійні та імпульсні. В результаті було обрано лінійний блок живлення на базі силового трансформатора.

Для зменшення конструктивної ємності між віртуальними обмотками і осердям, а через нього з первинною обмоткою зроблені такі нетрадиційні для трансформатора живлення зміни. Для зменшення поперечного перетину осердя і, як наслідок, його поверхні та кількості витків на вольт частота напруги живлення обрана 17 кГц. Це також частота, при якій осердя з аморфного заліза має ще високу магнітну проникність. Також для зменшення ємності конструктивним шляхом обмотки віртуального живлення знаходяться на деякій відстані від осердя, так щоб розрахована ємність не перевищувала 3 пФ.

Було експериментально розраховано загальну ємність джерела живлення та відповідну напругу живлення на ОП. На основі цих розрахунків було спроектовано блок живлення, який відповідає нашим вимогам.

Розроблений трансформатор живлення може бути використаний для створення високовольтних широкосмугових вимірювальних підсилювачів різних частотних діапазонів. Що в свою чергу дозволить покращити виконання основного призначення підсилювачів, а саме розширення частотного і динамічного діапазонів засобів відтворення і передачі одиниці Вольта змінної напруги, тобто національних, первинних, вторинних еталонів, а також калібровачних та повірочних лабораторій.

UDC 533.6.04

Kolbakir C., Zinchenko D.

AERODYNAMIC DESIGN METHOD FOR PORTABLE UNMANNED AERIAL VEHICLE

Atmospheric conditions at high-altitudes challenges aircraft wing design. High altitude operations require high-performance solutions in air vehicle aerodynamics such as wing configuration, drag reduction, high value of lift coefficient. High-altitude aircraft developed at the moment have significant size due to those requirements.

Storage and transportation problems of high-altitude aircrafts are remains unsolved. The implementation of portability is one of the option to overcome of those problems, therefore there is actual need for determining requirements for portable unmanned aerial vehicle which can fly at high altitudes.

It is necessary for the UAV to have a high value of aerodynamic quality K_{\max} , for maximum achievable altitude. High value of aerodynamic quality

requires large wing aspect ratio λ , which is determined by the wing area and wing length. Two computational model of UAV wing were made and analyzed for lift distribution over the span values of $C_Y = 0,5; 1,0; 1,5$. To eliminate possible errors, flow calculation around the wings are executed by various aerodynamic computational methods which are panel-vortex method and finite element method. For wing profile R-III-15 airfoil was selected among present airfoils after an analyze. R-III-A-15 has maximum lift coefficient $c_{L \max} = 0$, maximum aerodynamic quality $K_{\max} = 67$ and $C_Y^{3/2}/C_X = 60,8$ when aspect ratio $\lambda = \infty$ at reynolds number of 835000. Both wing have identical geometry parameters except the tip of second wing has an angle of -5° . Result of analyzed showed us that lift distribution over the span is not optimal. Therefore further optimizations were made. Three different wing geometry designed for improving the first version of the portable high UAV wing. These are straight wing, combined wing with straight center section and trapezoid console, straight wing with elliptical tip. Those wings were compared for value of $C_{Y\max}$ and K_{\max} and lift distribution over the span. Results clearly demonstrate advantages of straight wing with elliptical tip section, which allows for a continual flow of finite wings to a much greater extent than other reviewed options, which makes it possible to ensure effective control by the roll at supercritical flight conditions such as stall and tail spin. However, other important characteristics, especially $C_{Y\max}$ and K_{\max} have not significantly reduced compared.

The received data for this UAV and the method of the calculation may be used for high-altitude flying portable aircrafts.

УДК 629.7.051.83

Котвицький Р.С., Мелашенко О.М.

АВТОМАТИЧНА ПОСАДКА БПЛА НА ОСНОВІ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ЗОРУ

Системи керування сучасними літальними апаратами (ЛА) призначені для управління складними багатофункціональними об'єктами, чинними в складній навколишній обстановці. При цьому канал зорового сприйняття є одним з найбільш важливих джерел інформації як у автоматичних, так і автоматизованих (людино-машинних) системах управління. Внаслідок цього в останні роки на передній план все більшою мірою виходять задачі створення систем технічного зору (СТЗ) для різних типів ЛА.

СТЗ в даний час є одним з головних засобів розвитку автоматичних систем управління рухом в умовах, коли необхідний аналіз зовнішньої обстановки в режимі реального часу. СТЗ знаходять своє застосування в сучасних космічних, авіаційних, наземних, надводних і підводних мобільних об'єктах. Завдяки дальньої дії достатньо високих рівнів просторового і колірною дозволу сучасних лінійних і матричних приймачів



оптичного випромінювання СТЗ можуть служити незамінними джерелами інформації при автоматичному вирішенні завдань розпізнавання, навігації або наведення.

Запропоновано наступний спосіб автоматичної посадки безпілотного літального апарата (БПЛА) типу «мультикоптер» на базі СТЗ: БПЛА, на якому розміщений оптичний датчик (відеокамера) й електронно-обчислювальна машина (ЕОМ), має здійснити посадку на спеціальний символ «Н», взятий в квадрат, який знаходиться на землі. Вісь оптичного датчика співпадає з вертикальною віссю об'єкта.

Відеокамера знімає і передає по картинці зображення поверхні землі до ЕОМ, в якому закладений спеціальний алгоритм по розпізнавання символу «Н». Коли система відшукає символ «Н», буде знайдено його центр – конкретну точку, по якій буде наводитись БПЛА на здійснення посадки, тобто буде створюватися траєкторія його польоту. Далі ЕОМ буде виконувати передачу відповідних сигналів керування на контролер, який у свою чергу буде керувати двигуни мультикоптера для здійснення маневрів БПЛА. Система працює в автономному режимі в реальному масштабі часу.

Ця система технічного зору може знайти практичне застосування в розвідувальних операціях, відтворювання карт місцевості, спостереження території, транспортування різних посилок. Наприклад: відправляється БПЛА з точки А до точки Б. По GPS навігатору надані координати точки Б. В автономному режимі він здійснює переліт. Опинившись на координатах кінцевої точки його траєкторії, він виконує автоматичну посадку на вказане місце (символ «Н») без втручання людини.

Також БПЛА з СТЗ може виконувати військові операції (розвідка в тилу противника), оскільки є повністю автономним, але потрібно буде доповнити цей СТЗ алгоритмом повернення БПЛА до точки старту (в цій точці також може знаходитися символ «Н» для автоматичної посадки) наприклад по знімках, зроблених відеокамерою, у разі втрати сигналу від GPS, що забезпечить збереженню військової таємниці й затратених на цей ЛА фінансів.

УДК 62. 21474

Кравцова А. Д., Прохорчук О. В.

**АЕРОМЕТРИЧНА СИСТЕМА НАВІГАЦІЇ МАЛОГО
БЕЗПЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ**

На сьогоднішній день навігаційні комплекси, що визначають поточне місцезнаходження по сигналам глобальних супутникових навігаційних системах (СНС), таких як ГЛОНАС і GPS набули широкого поширення. Призначенням СНС є визначення географічних координат, висоти польоту та точного часу для наземного, повітряного, морського та інших видів

споживачів. У разі відмови супутникової навігаційної системи, на довгий час, виникає питання у визначенні місця розташування об'єкта іншим способом.

Було досліджено систему, що буде визначати географічні координати рухомого об'єкта за допомогою інформації про істинну повітряну швидкість. Такий метод визначення координат широко використовується в інерціальній навігації і називається аерометричним.

Аерометричний метод, що використовується, заснований на вимірюванні швидкісного (динамічного) напору, функціонально пов'язаного зі швидкістю тіла, що рухається в повітряному середовищі. Складові вектора шляхової швидкості знаходяться в результаті підсумовування горизонтальних складових векторів істинної повітряної швидкості та швидкості вітру, а складові вектору істинної повітряної швидкості знаходять з урахуванням швидкості вітру, його напрямку та кута курсу. Знаючи швидкість вітру 1 секунду назад при відключенні СНС ми можемо припустити, що вітер буде квазіпостійним. Тобто ми можемо передбачити положення літального апарату використовуючи для цього інформацію від магнітометричної системи і системи повітряних сигналів і повернути об'єкт в точку старту.

Було розглянуто перспективи розвитку аерометричних систем навігації безпілотного літального апарату (БПЛА), принципи дії та алгоритми роботи аерометричних систем навігації БПЛА. Розроблено структурну схему, алгоритм функціонування, та математичну модель похибок аерометричної системи навігації БПЛА за умови відсутності сигналу з СНС. Об'єктом для експериментів та перевірки на працездатність алгоритму функціонування аерометричної системи було обрано датчик тиску MS5611-01BA03.

Аерометрична система є доцільною оскільки вона продовжує тривалість служби малого БПЛА за рахунок запобігання втрати літака в наслідок потрапляння в аварійні ситуації після зникнення сигналу з СНС, шляхом повернення об'єкту в точку старту з деякою похибкою. Дану систему можна застосовувати для перевезення невеликих вантажів, це можуть бути ліки чи провіант, для пошуку зниклих людей, під час охорони об'єктів, під час військових операцій на літаках-розвідувачах або для дослідження недосяжних місць.

УДК 681.786.23

Купрунець М.В., Шевченко К.Л.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ

Вологість притаманна практично усім матеріалам та речовинам, які мають капілярно-пористу структуру. В багатьох випадках вона визначає



технічні, споживчі та якісні характеристики матеріалів. Широкий спектр контрольованих матеріалів обумовлює необхідність аналізу характеристик та обґрунтованого вибору методу контролю вологості для кожного виду матеріалу.

У роботі розглянуті основні методи вимірювання вологості, які широко застосовуються на практиці. Серед них можна виділити наступні: метод висушування, дистиляційний метод, екстракційний метод, хімічний метод, метод надвисоких частот (НВЧ), нейтронний метод.

Метод висушування дуже надійний, але потребує тривалого часу для отримання результату, внаслідок чого має обмежену область використання. Крім того, конструкція сушильних шаф досить складна та коштовна.

Дистиляційний метод ґрунтуються на відгоні води з наважки досліджуваного матеріалу та вимірюванні її кількості. Відгонку здійснюють у присутності органічного розчинника, який не змішується з водою і має меншу густину.

Екстракційні методи ґрунтуються на вилученні води з досліджуваного зразка рідиною, яка поглинає воду (етиловим спиртом, гліцерином), і визначенні фізичних показників одержаного екстракту, пропорційних до вмісту води в ньому.

Хімічний метод, на відміну від інших, достатньо простий, враховує вміст зв'язаної води в матеріалі, але застосовує використання розхідних матеріалів (хімічних реагентів), які використовуються для взаємодії з водою матеріалу.

НВЧ-методи вимірювання вологості мають високу чутливість, але складні в виконанні.

Нейтронний метод вимірювання вологості має маленьку похибку, зручний для вимірювання вологості ґрунту, бетону. На результат вимірювання впливають органічні домішки, фонові радіоактивність.

Аналіз існуючих методів показав доцільність використання НВЧ резонансного методу вимірювання. Але, необхідно забезпечити мінімізацію впливу товщини матеріалу при вимірюванні вологості листових та плівкових матеріалів. Це дає змогу розширити сферу застосування приладів для вимірювання вологості паперу, тканин, натуральних та штучних шкір.

УДК 621.317.385

Лебедь М.В., Самарцев Ю. М.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ ПОХИБОК ВИМІРЮВАЛЬНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ СТРУМУ В СИСТЕМІ АВТОМАТИЗОВАНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Облік енергетичних ресурсів, зокрема електроенергії, є основою енергозбереження і підвищення енергетичної потужності країни. Для цього

необхідні сучасні вимірювальні системи для автоматизованого збору та передачі інформації про спожиту активну та реактивну електроенергію в кожній точці обліку.

Для вирішення цих задач впроваджуються системи автоматизованого обліку електроенергії.

Розроблена система є багатоканальною вимірювальною системою та являє собою сукупність функціонально об'єднаних масштабних вимірювальних перетворювачів (вимірювальні трансформатори струму та напруги), засобів вимірювальної техніки (лічильники електроенергії з цифровим інтерфейсом), пристроїв збору та передачі даних, з'єднаних між собою лініями зв'язку.

Метрологічні характеристики системи автоматизованого обліку електроенергії визначаються метрологічними характеристиками засобів вимірювальної техніки і параметрами технічних засобів, що входять до складу системи та впливають на результати та похибки вимірів параметрів електроенергії, зокрема потужності.

В ході дослідження виявлено, що в діючих нормативних документах не повністю враховуються зміни напруги, навантаження, частоти струму, несинусоїдальність кривих струму та коливання температури при експлуатації вимірювальних трансформаторів. Таким чином, трансформатори струму вносять додаткову похибку в сумарну похибку вимірювань, що в значній мірі впливає на облік електроенергії.

Дослідження технічних та математичних методів зменшення впливу похибок вимірювального трансформатора струму в системі автоматизованого обліку електроенергії дозволяє розробити заходи для зменшення або уникнення випадкових і систематичних похибок, та скоригувати отримані результати технічного обліку, наближаючи їх до достовірних. Пропонується застосовувати трансформатори струму з магнітопроводом із нанокристалічних сплавів та коригувати до достовірних результати обліку електроенергії на основі розробленої математичної моделі результуючої похибки вимірювального кола.

Впровадження заходів щодо зменшення впливу похибок трансформаторів струму в системі автоматизованого обліку електроенергії дозволить скоротити витрати енергоресурсів країни.

УДК 621.396.969.11

Лещенко В.С., Кокотенко Б.В.

ВИМІРЮВАННЯ ВІДСТАНІ ДО ОБ'ЄКТУ ЗА ДОМОПОГОЮ BLUETOOTH-ТЕХНОЛОГІЇ

Вимірювання відстані є найпоширенішою вимірювальною задачею, оскільки виникає практично в будь-якій сфері життєдіяльності людини.



Залежно від діапазону вимірювання та необхідної точності існує багато принципів, що лежать в основі визначення відстані. Одним із них є використання радіосигналу. Методи, що базуються на ньому, знайшли широке застосування в радіолокації, радіоастрономії та системі глобального позиціонування (GPS).

Точне вимірювання відстані між об'єктами є також важливим для навігації всередині приміщень, в великому скупченні будівель. Однак в таких умовах використання систем супутникової навігації ускладнене. Дана задача може бути вирішена за рахунок локальних пристроїв, що виступають джерелами радіосигналів. В якості таких пристроїв можуть бути використані популярні технології: RF передавачі (433 МГц), ZigBee, Wi-Fi та Bluetooth.

Сьогодні майже в кожного є телефон з підтримкою Bluetooth. Тому в рамках даного дослідження було запропоновано використання саме цієї найпоширенішої технології для розробки системи вимірювання відстані до об'єкту.

Метод вимірювання відстані базується на застосуванні Bluetooth-пристроїв в якості радіомаяків. Для створення прототипу такого пристрою авторами було використано мікросхему CC2541 фірми Texas Instruments. Розроблений пристрій-маяк працює в парі з пристроєм-приймачем (смартфоном або планшетом).

В аналогічних пристроях для вимірювання відстані (iBeacon) використовується метод на базі RSSI (визначення потужності прийнятого сигналу). В даному дослідженні також планується розглянути методи підвищення точності, зокрема за рахунок поєднання з методом ToF (час польоту радіосигналу) та корекцією за допомогою інерційної навігації (акселерометра). Для дослідження ефективності обраних методів реалізовано прототип програмного забезпечення для операційної системи Android.

Розроблена система вимірювання відстані в порівнянні з існуючими аналогами дозволить виконувати навігацію всередині приміщень з вищою точністю. Така система може бути впроваджена у великих будівлях, зокрема підземного типу (станції метро, торговельні центри тощо). Також подібна система може стати незамінним помічником орієнтації в просторі для людей з обмеженими можливостями.

УДК 004.031.6

Лікаренко І.О.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМ СИНТЕЗУ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ ДЛЯ ЗБОРУ І ОБРОБКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ

Останнім часом проведення та обробка будь-якого експерименту вже не мають на меті лише виконання алгоритмів та реалізацію конкретних дій, з розвитком технологій мета повинна включати: досягнення високої швидкості та максимальної (найбільшої) ефективності обробки експерименту. Актуальною задачею досягнення найбільшої ефективності (а також швидкості) експерименту є обробка експериментальних даних (ЕД) у процесі проведення самого експерименту. Для вирішення подібних задач створюються системи реального часу (СРЧ).

Новий етап розвитку СРЧ обумовлений широким застосуванням мікропроцесорної техніки. Це характерно для розвитку СРЧ забезпечення ЕД, що дозволяють не тільки виконувати заздалегідь задані алгоритми, а й реалізують елементи інтелектуальної діяльності та штучного інтелекту. Вимоги до СРЧ в ЕД в авіації та космосі досить жорсткі відносно часу, точності, надійності даних систем.

Було проаналізовано актуальні задачі щодо створення СРЧ, це дозволило поставити питання створення СРЧ, разом з цим вирішено наступні проблеми: проблеми прив'язки внутрішньосистемних подій до моментів часу, своєчасного захоплення та звільнення системних ресурсів, синхронізації обчислювальних процесів, буферизації потоків даних тощо. Для вирішення наведених проблем було застосовано наступні поняття: узгодження процесів за допомогою роздільних змінних, застосовано механізм «семафора», алгоритм «банкіра» для розподілу ресурсів, застосовані методи і засоби відмовостійкості системи та інші.

Також СРЧ зазвичай використовують спеціалізоване обладнання (наприклад, таймери) та програмне забезпечення (наприклад, операційні системи реального часу). Вирішивши наведені проблеми та задачі вибору обладнання, це дозволило створити нову, сучасну СРЧ для збору і обробки ЕД. Користувач, під час проведення експерименту, має можливість в режимі реального часу ефективно проводити збір та обробку експериментальних даних.

З розвитком технологій системи реального часу (СРЧ) знайшли застосування в різних областях. Особливо широко СРЧ застосовуються в промисловості, включаючи системи управління технологічними процесами, системи промислової автоматики, SCADA-системи, випробувальне і вимірвальне обладнання, робототехніку.

Отриманий результат вирішення наведених проблем систем реального часу, досягнення високої швидкості та максимальної ефективності таких систем (особливо вбудованих) спростить будь-який експеримент, знизить

його вартість до мінімуму, це вирішить проблему проведення чи закриття багатьох сучасних розробок, особливо на початковому етапі.

УДК 681.3

Ліщенко Д.С.

МОНІТОРИНГ ХАРАКТЕРИСТИК ПИТНОЇ ВОДИ

В Україні воду з-під крану більшість людей не споживають. Вони її кип'ятять, відстоюють та фільтрують. Ці процеси знищують більшу частину шкідливих речовин, яких у воді, що ми споживаємо, не має бути. Важливою проблемою постає визначення якості води, яку ми споживаємо. Спочатку вода фільтрується та дезінфікується на спеціальних станціях. Але до наших кранів вона не доходить в потрібному вигляді. Саме через цю проблему була розроблена система спостереження параметрів води.

Було розглянуто в даній роботі характеристики питної води, а саме – система вимірювання температури та рівня рН. Було розроблено моніторинг питної води, що постачається до будівель.

Система складається з двох підсистем, а саме підсистеми вимірювання температури та підсистеми визначення рівня рН. Кожна з систем має різні похибки, що спрощує розрахунки щодо вимірів, та надає більш точні результати.

На основі проведеного огляду аналогічних технічних рішень вибрано найбільш вдале та актуальне для даної проблеми. Для визначення рівня рН використовували конструкцію LMP91200, яка працює в діапазоні напруги 1,8 В до 5.5 В та цифровий датчик DS18B20 для вимірювання температури.

Виходячи з цього, з деякими доповненнями та модернізацією для забезпечення необхідної стабільності, система спостереження параметрів води була розроблена. Система використовує спеціальне програмне забезпечення, відправляючи дані на сервер, який обробляє та відображає їх в Інтернеті на нашому спеціально розробленому сайті. Завдяки веб-сайту будь-хто може перевірити стан води в будинку.

Використовуючи цю систему, надійність результатів вимірювань буде значно збільшено. Завдяки цій системі можна відстежити які саме будинки не отримують якісну воду, отже, можна визначити, які трубопроводи мають бути перевірені та замінені. Чим більше комплектів даної системи буде встановлено, тим легше буде визначити місце, яке забруднює воду. Аналіз похибок показав, що розроблена система спостереження параметрів води виконує вимірювання з незначним відхиленням.

УДК 621.398

Мартинюк Д.В.

ОРГАНІЗАЦІЯ БЕЗДРОТОВОЇ СЕНСОРНОЇ МЕРЕЖІ НА ОСНОВІ ПРОТОКОЛУ COAP

Застосування нової перспективної технології бездротових сенсорних мереж є актуальним для багатьох галузей і сфер діяльності (промисловість, транспорт, комунальне господарство, охорона). Але при цьому виникає ряд проблем: автономність, радіус покриття тощо, для вирішення яких необхідно застосовувати більш дорогі апаратні засоби. Використання прикладного мережевого протоколу CoAP (Constrained Application Protocol) дозволяє суттєво зменшити вимоги до обчислювальної потужності мікроконтролерних пристроїв, що в свою чергу зменшує вартість системи в цілому.

Було розроблено апаратно-програмне забезпечення для реалізації системи збору даних, що включає бездротову сенсорну мережу субгігагерцового діапазону, CoAP-сервер та Web-сервер. Виміряні дані оцифровуються мікроконтролером підлеглого вузла та передаються в мережу по радіоканалу з можливістю ретрансляції до головного вузла, що з'єднаний з одноплатним комп'ютером BananaPi за допомогою послідовного інтерфейсу UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter). Даний комп'ютер виконує роль CoAP-сервера. Важлива особливість розробленої сенсорної мережі – здатність динамічно перебудовуватись, що збільшує живучість системи в цілому. Кожен вузол сенсорної мережі є окремим ресурсом CoAP-сервера. Застосування протоколу CoAP набагато зменшує вимоги до пропускної здатності комунікаційного каналу, що дозволяє використовувати навіть низькошвидкісне модемне з'єднання. Web-сервер дозволяє відображати виміряні дані, зберігати їх та керувати топологією сенсорної мережі. Програмне забезпечення Web-сервера включає в себе сервер додатків GlassFish за стандартом JavaEE. В якості СУБД (Система Управління Базами Даних) використовується система PostgreSQL. Вибір зумовлений її високою продуктивністю при паралельному навантаженні. Структура системи є горизонтально масштабованою, тобто дозволяє розширити конфігурацію на будь-якому рівні. Також суттєвою перевагою розробленої структури є можливість перенесення складних обчислювальних операцій на рівень “хмарних” сервісів.

Розроблене апаратно-програмне забезпечення дозволяє вирішувати широкий спектр задач збору, обробки і аналізу експериментальних даних без прокладання дротових комунікацій на значній території.



УДК 629.7.051

Момот Б.В., Бондаренко О.М.

ТРИВІСНА АКСЕЛЕРОМЕТРИЧНА НАВІГАЦІЙНА СИСТЕМА МАЛОГАБАРИТНОГО ВИСОКОМАНЕВРЕННОГО ЛА

Тривісна акселерометрична навігаційна система є важливою складовою комплексу навігаційних приладів які знаходяться на борту практично всіх типів літальних апаратів, вона використовується для визначення координат об'єкту, на якому вона встановлена. Враховуючи застосування не тільки в авіації, але й на інших транспортних засобах можна стверджувати, що система викличе інтерес у розробників. Розроблена навігаційна система має точність визначення координати не більше 10 метрів, діапазони роботи по прискоренню $\pm 15g$, по кутовій швидкості до $200^\circ/s$, система не втрачає працездатність після удару до $1000g/0.1ms$. Розроблена система складається з акселерометрів і датчиків кутових швидкостей. Ця схема побудови має переваги над системами, які складаються з вільних гіроскопів і акселерометрів, та систем, що складаються виключно з акселерометрів, а також над платформеними системами за такими важливими параметрами як менші габаритні розміри і спрощення аналітичних виразів для визначення матриці напрямних косинусів, менше енергоспоживання і великий строк служби.

Вперше було застосоване обчислення матриці напрямних косинусів, для малогабаритних високо маневрених ЛА, через рівняння Пуассона, а не через кути Ейлера Крилова як робиться в подібних системах. Цей метод не тільки спрощує розрахунки матриці напрямних косинусів, але і дозволяє системі не втрачати працездатність при кутах крену $\gamma_k = 90^\circ$.

Чутливі елементи системи вимірюють проекції уявного прискорення та проекцію кутової швидкості на вимірювальні вісі. З уявного прискорення виражається переносне поступальне прискорення, а з кутових швидкостей обчислювач формує матрицю напрямних косинусів. Слідом за цим переносне поступальне прискорення перемножується на матрицю напрямних косинусів. З цього добутку отримано проекцію переносного поступального прискорення на осі інерціальної системи координат. Координата визначається шляхом подвійного інтегрування цієї проекції. У роботі також було розроблено кресленики акселерометра та датчика кутової швидкості, кресленик загального вигляду системи та функціональну схему.

Ця система застосовується для навігації як повітряних, морських суден, так і рухомих об'єктів земного базування.

УДК 681.3.06

Моніт Я.В.

СИСТЕМА «РОЗУМНИЙ БУДИНОК» З ВІДКРИТИМ ПРОГРАМНИМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ

Людина автоматизує все більше речей для можливості віддаленого керування, збору вимірювальних даних та поліпшення умов своєї життєдіяльності. Одним із видів автоматизованих систем, що останнім часом бурхливо розвиваються, є системи класу «розумний будинок». В таких системах важливим є поліпшення існуючих та використання нових алгоритмів збору та обробки даних, здешевлення технологій енергозберігання та систем захисту будинку.

При проектуванні було розроблено програмно-апаратне забезпечення мікропроцесорних міні-модулів збору даних та керування, що реалізовані на базі поширених та недорогих мікроконтролерів серії ATmega328(Atmel). Для розробки програмного забезпечення використано популярну платформу Arduino IDE, яка дозволяє користувачу використовувати відкриті бібліотеки для реалізації типових завдань збору даних та керування, спростити і підвищити швидкість розробки програмного забезпечення для міні-модулів. Розроблена система будується за топологією «зірка».

Для обміну даними використано стек протоколів TCP/IP, який забезпечує необхідну швидкість передачі інформації до серверу при реагуванні модуля на певні події. Протокол TCP гарантує доставку інформації до адресата, що є критичним при виникненні тих чи інших подій. В розробленій системі обов'язковим елементом є центральний сервер, який виконує функції керування збором, обробкою та зберіганням інформації. Сервер є провідним модулем, який забезпечує виконання відповідного алгоритму обробки даних та керування при надходженні інформації від підлеглих модулів.

Розроблене апаратно-програмне забезпечення реалізовано у вигляді діючих макетів та може бути використане для вирішення типових завдань збору даних та автоматизації.

УДК 621.317.18

Овдiєнко Ю.М., Шевченко К.Л.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ РАДІОМЕТРИЧНОГО ВИМІРЮВАННЯ ГЛИБИННИХ ТЕМПЕРАТУР ТІЛА ЛЮДИНИ

Новим і надзвичайно актуальним напрямком ранньої медичної діагностики є діагностика по пасивному функціональному зображенню людського тіла, отриманому методами реєстрації фізичних полів людини



різної природи. Пасивне функціональне зображення людського тіла в тепловому випромінюванні може бути отримано в різних діапазонах частот.

Одним із методів діагностики тіла людини в медицині є термометрія. Однак інструментальні методи виміру температури глибоких шарів розвинені недостатньо.

Температура відображає стан всього організму. Порушення функціонування будь-якого з них впливає на всю систему терморегуляції і відображається на розподілі температурних полів. На даний момент можливості термодинамічної діагностики використовуються практично у всіх розділах клінічної медицини. Для деяких захворювань глибока радіотермометрія є єдиним методом ранньої діагностики організму людини.

Теплове радіовипромінювання сантиметрового і дециметрового діапазонів надходить з досить глибоких шарів тіла, і його інтенсивність тісно пов'язана з температурою випромінюваних ділянок. Вимірюючи цю інтенсивність, можна довідатися про температуру на деякій глибині всередині тіла. Ця глибина визначається електричними властивостями середовища: його діелектричною проникністю і провідністю.

Глибина виявлення і точність позиціонування температурної аномалії визначаються робочою частотою та характеристиками апертурного аплікатора. Отже, при створенні приладів необхідно враховувати їх призначення, для яких ділянок тіла і з якої глибини потрібно вимірювати температуру. З одного боку, універсальний прилад має працювати на низькій частоті, однак з пониженням частоти неминуче зростають розміри аплікатора і падає точність визначення джерела аномалії.

При дослідженні радіометричного методу було зроблено висновок, що головну роль при вимірюванні глибокої температури відіграє аплікатор. Було розглянуто види аплікаторів, переваги та недоліки кожного з них. Збільшення глибини проникнення поля в біологічне середовище досягається за рахунок збільшення поперечного розміру аплікатора та вирівнювання розподілу поля збудження. Виявлено недоліки такого підходу, які проявились в погіршенні розподільчої здатності аплікатора. Було виявлено, що апертурні аплікатори надають найбільшу ефективність радіометричного вимірювання.

Результати дослідження дозволяють підвищити ефективність та точність радіометричного методу вимірювання глибоких температур, і, як наслідок, покращити якість зображення розподілу температурних полів.

УДК 681.2.08

Ольховський А.В.

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ОЦІНЮВАННЯ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Малорухливий спосіб життя є істотною проблемою більшості жителів розвинених країн у наш час. З кожним роком все більше і більше людей потрапляє у категорію "малорухомих". Ожиріння поряд з широким спектром серцево-судинних захворювань є прямим наслідком подібного стилю життя. З усього вищесказаного очевидно, що пристрої, які допомагають людям підтримувати себе у формі або стежити за станом здоров'я, мають попит. Найкращим форм-фактором подібного приладу є, так званий, фітнес браслет. Основною метою такого пристрою є вимірювання певних фізіологічних показників організму людини, таких як частота серцевих скорочень, зміна координати пристрою у просторі за допомогою 3-х позиційного акселерометра, вимірювання температури тіла. Використовуючи інформацію, отриману з первинних перетворювачів, також можливо вирахувати показники тренування: кількість витрачених калорій, інтенсивність тренування, тривалість. Пульсометри у переносимих приладах (точніше кажучи, пристрої з такою функціональністю) поділяються на два великі класи - найточніші з них засновані на використанні мініатюрних нагрудних кардіодатчиків, механізм роботи яких нічим не відрізняється від роботи стаціонарних пристроїв для зняття кардіограм. Це дозволяє розширити зону вимірювання пульсу відносно поверхні тіла.

Використання кореляційного аналізу між вимірюваними величинами є інноваційним підходом до конструювання приладів подібного класу. Дослідження взаємної зміни показників частоти серцевих скорочень і показань трьохпозиційного акселерометра допомагає відсікти помилкові дані про тренування, що дозволить збільшити статистичну вагу одержуваних даних, а також точність отриманих даних безпосередньо під час тренування. Варто відзначити підхід до обробки даних. В якості інтерфейсу користувача і обчислювального центру виступає смартфон або планшет під управлінням ОС Android. Фітнес браслет під управлінням мікроконтролера відправляє дані про активність на смартфон по протоколу Bluetooth 4.0 LE, якщо смартфон знаходиться в зоні з'єднання, або записує дані в локальну кеш пам'ять для подальшої відправки при з'єднанні зі смартфоном. Даний підхід дозволить здешевити і спростити фітнес трекер. Смартфон же, володіючи більшими обчислювальними здібностями і можливостями індикації, дозволить збільшити сценарії обробки виміряних даних.

Перспективність розробки пристроїв в даному напрямку підтверджена стрімкими темпами зростання ринку, як за рахунок інвестицій великих



компаній (таких як Nike, Samsung, Microsoft, Sony), так і за рахунок величезної кількості стартапів, які збирають інвестиції на таких майданчиках як Kickstarter або Indiegogo.

У даній роботі було запропоновано покращення існуючого способу вимірювання фізіологічних показників людини за рахунок збільшення точності вимірювання та розширення можливостей для обробки даних.

УДК 681.786.23

Охріменко І.В., Зінченко В.П.

СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ ЛІНІЙНИХ РОЗМІРІВ ОБ'ЄКТА ЗА ЙОГО ВІДЕОЗОБРАЖЕННЯМ

Завдання безконтактних вимірювань та контролю малих переміщень до теперішнього часу не мають достатньо розвиненого набору рішень, тоді як потреба в таких коштах існує протягом декількох десятиліть. Наочними прикладами таких задач є технології виготовлення інтегральних схем, контроль деформацій, високоточна механічна обробка, контроль деталей з малою поверхневою міцністю, точне позиціонування. У більшості випадків для таких вимірів використовують складні і дорогі установки.

В роботі розроблено систему визначення лінійних розмірів об'єкта за його відеозображенням.

Прості, дешеві і легко відтворювані вирішення таких завдань можуть бути отримані методами геометричної оптики та програмною обробкою даних. Методи оптотехніки і оптоелектроніки стали пріоритетним напрямком у вирішенні таких завдань. Пріоритет обумовлений високим рівнем розвитку оптотехніки, фотоелектроніки та цифрової техніки і, поряд з цим, оптичні методи найбільшою мірою володіють функціональною повнотою.

Першочерговим завданням є розпізнавання об'єкта в полі зору камери, оскільки від його вирішення залежить ефективність визначення розмірів. Для цього використовується програмне забезпечення розроблене на базі OpenCV. Далі проводяться розрахунки та перетворення піксельних розмірів в метричну систему величин.

Лінійні розміри об'єкта отримуються методами геометричної оптики. Знаючи кількість пікселів відповідно до горизонтального поля зору, ми знаходимо розміри одного пікселя та домножуємо на кількість пікселів по контуру об'єкта знайдених методами контурного аналізу.

Для роботи системи повинні виконуватися наступні умови: проведення попереднього калібрування камери, кріплення камери нерухомо.

При розробці системи були проаналізовано зовнішні фактори впливу на результати вимірювань, такі як потрапляння в поле зору камери сторонніх об'єктів, вплив атмосферних умов (дощ, сніг) тощо.

Розроблювана система дозволяє забезпечити високу точність вимірювань лінійних розмірів об'єктів; при відносно невеликій ціні обладнання. Це дасть змогу розширити спектр застосування безконтактних систем вимірювання лінійних розмірів.

УДК 681.3

Пархоменко А.С., Сарибога Г. В.

ВИКОНАВЧІ ЕЛЕМЕНТИ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТА ОРІЄНТАЦІЇ МІКРОСУПУТНИКА

Мікросупутники, актуальні тому що, з їх допомогою, розвиток космічних досліджень буде не таким витратним. Керування кутовим рухом мікросупутника, або, іншими словами, системи керування відносно центру мас, як правило, найбільш складна та відповідальна частина бортового обладнання. Ефективність застосування МС та, відповідно, ефективність виконуваних ними практичних задач значним чином залежить від функціональних можливостей цих систем, а також від їх технічних та експлуатаційних характеристик. В роботі визначено продуктивність роботи мікросупутника «КПІ» при використанні блоку керування системи – виконавчих елементів для орієнтації мікросупутників в просторі.

Систему орієнтації та керування можна створювати з «нуля» (програмувати компоненти у відповідності з алгоритмами і функціями майбутніх програм або створювати уже з існуючих. Але ціна буде досить високою та цикл розробки програмного забезпечення дуже довгий. Тому за основу було взято розроблений мікросупутник «КПІ» та впроваджено нові методи обробки інформації та оцінки точності вимірювання. В даній роботі розглянуто принцип розрахунку виконавчих елементів мікросупутника та їх ефективність. До виконавчих елементів належить – електромагнітні котушки, аналоговий магнітометр.

До систем орієнтації малих супутників та їх компонування пред'являються особливі вимоги у зв'язку з обмеженими розмірами мікросупутника (МС) і досить жорсткими обмеженнями по енергетиці і обчислювальних ресурсів. Вхідна напруга: 6...50В постійного струму, вихідна напруга: +5В (12А), +12В (2,5А), -5В (0,4А), -12В (0,5А). Аналогові входи - 16 однополярних / 8 диференційних, разрядність 16 біт; Максимальна частота дискретизації: 100 кГц; діапазони вхідних напруг: ±10 В, ±5 В, ±2,5 В, ±1,25 В, 0...10 В, 0...5 В, 0...2,5 В Якщо до точності орієнтації супутників не пред'являється високих вимог, то можна і доцільно використовувати магнітні системи орієнтації. Принцип їх дії ґрунтується на

взаємодії власного магнітного моменту супутника з зовнішнім геомагнітним полем Землі, в результаті якого виникає керуючий механічний момент. Магнітний момент може бути реалізований пасивно за допомогою постійних магнітів і гістерезисних стрижнів або активно за допомогою струмових котушок з намагніченою серцевиною або без неї.

Найбільш широкі функціональні можливості, як відомо, мають системи з газореактивними соплами або іншими мікрореактивними двигунами.

УДК 681.2.08

Позняк М.М., Шантир А.С.

ПРОГНОЗУВАННЯ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЛЮДИНИ

Важливою задачею сучасної медицини, на фоні росту кількості неінфекційних захворювань, є реабілітація. Реабілітація, в незалежності від перенесеного захворювання, зазвичай направлена на відновлення фізичної активності, невід'ємної складовою якої є контрольовані фізичні тренування. Одним з перспективних методів такого контролю є застосування моніторів фізіологічних показників (частота серцевих скорочень; температура поверхні тіла; фізична активність тощо).

Однак на сьогодні не існує практично застосовних методів обробки зібраних даних з метою корегування програм реабілітації та тренувань, тому актуальним стає розробка та дослідження підходів до якісного прогнозування фізіологічних показників людини.

Запропоновано застосування статистичних методів для більш точнішого прогнозування фізіологічних показників людини виходячи з таких параметрів як температура та швидкість розсіювання тепла з поверхні тіла. Одну з провідних ролей у цьому дослідженні відіграє кореляція певних фізіологічних параметрів людини. Часто доводиться проводити статистичний аналіз зв'язків між факторними і результативними ознаками статистичної сукупності (причинно-наслідковий зв'язок) або визначення залежності паралельних змін кількох ознак цієї сукупності від третьої величини (від загальної їх причини). Необхідно вміти вивчати особливості цього зв'язку, визначати її розміри і напрямок, а також оцінювати її достовірність. Для цього використовуються методи кореляції.

Прогнозування фізіологічних показників вже підтверджена медичною практикою, проте подібне прогнозування потребує контролю його результатів медичними працівниками.

В роботі запропоновано підхід до прогнозування фізіологічних показників людини з метою підвищення ефективності реабілітації та тренувань, розглядається кореляційний аналіз, як прийом, що значно підвищує точність прогнозування фізіологічних параметрів. Було проведено аналіз діагностичних показників та їх прогнозування, використуваних для

оцінки функціонального стану серцево-судинної системи та виявлення порушень її діяльності, а також досліджено методи прогнозування їх динаміки.

Розробки даного дослідження використовуються у різноманітних сферах медицини та охорони здоров'я – автоматизовані системи медичної діагностики, системи амбулаторного моніторингу, системи тривожної сигналізації про настання небезпечних для фізіологічної системи станів.

УДК 519.254

Скрипник Д.Р., Володарський Є.Т.

РОБАСТНЕ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЛЯ МАЛИХ ВИБІРОК

На практиці наявність в вибірках малого об'єму навіть невеликого числа спостережень, які сильно відрізняються (аномальні, екстремальні), здатна кардинально змінити результат статистичного аналізу даних експериментальних досліджень, що призводить до недостовірності кінцевих результатів. Для того, щоб уникнути таких ситуацій, застосовують статистичні критерії, які дозволяють виділити, а потім виключити аномальні дані. Такий підхід ефективний для вибірок, що мають великий об'єм. Однак для вибірок малого об'єму виключення навіть одного результату, з отриманих даних, призводить до зменшення статистичної надійності.

Робастність, під якою розуміють нечутливість до різних відхилень та неоднорідних значень в вибірці, дозволяє уникнути виключення таких значень з вибірок, що покращує оцінку результатів досліджень та підвищує статистичну надійність.

В даній роботі проводилися дослідження взаємозв'язку між елементами малих вибірок, який дозволить уникнути виключення викидів в цих вибірках. Було створено вибірку з нормальним розподілом (1000 значень), та проведено обрахунки для знаходження зв'язків між її елементами, що знаходяться в межах одного σ . Розрахунки проводились в середині інтервалу, оскільки елементи в середині мають найкращі властивості, з точки зору стійкості до викидів.

Взаємозв'язок встановлювався на основі значення абсолютного медіального відхилення (Median Absolute Deviation MAD), яке являється оцінкою масштабу – переходу від «повного» розподілу до «урізаного», тобто від всієї створеної вибірки (1000 значень) до малих вибірок (по 3 елементи) в її середині.

Проведені моделюючи дослідження дозволяють встановити непараметричні критерії, за якими визначаються дійсні викиди для вибірок малого об'єму. Оцінюється ефективність «класичних» та ітераційних робастних методів обробки експериментальних даних.



Робастність в статисті надає підходи, що спрямовані на зниження впливу викидів та інших відхилень в досліджуваній величині від моделей, які використовуються в класичних методах статистики.

Алгоритми обробки експериментальних даних на основі робастних методів дозволяють отримати статистично надійні результати при проведенні випробувань унікальних об'єктів з високою вартістю або при випробуваннях з руйнуваннями, коли не має можливості або недоцільно випробувати велику кількість об'єктів.

УДК 004.93'1

Соломко Р. С., Самарцев Ю. М.

СИСТЕМА ПОШУКУ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ МАЛОГАБАРИТНИХ РОЗЗОСЕРЕДЖЕНИХ ОБ'ЄКТІВ

Система пошуку та розпізнавання малогабаритних роззосереджених об'єктів актуальна тим, що вона дає змогу в максимально короткий час відшукати об'єкти на певній території.

Можливість швидко знаходити об'єкти на обмеженій території значно скорочує затрати на пошук втрачених частин об'єктів або самі об'єкти.

Організація передачі кодованої інформації від датчиків об'єкта до приймальної системи була вперше застосована в системі розпізнавання малогабаритних роззосереджених об'єктів. Передача інформації здійснюється в мережі зв'язку з кодовим розділенням каналу. Це забезпечує високу надійність та точність передачі даних. Система забезпечує визначення напрямку руху до зони, де знаходиться об'єкт, в якому попередньо встановлений давач.

Система може бути застосована для пошуку частин авіаційної техніки після аварії в повітрі, внаслідок якої уламки розлітаються на великій території. Щоб пошук був можливий, спочатку потрібно встановити давачі в модулі об'єктів, які в аварійній ситуації починають випромінювати в радіоефірі кодовану інформацію.

Система може приймати код, розшифровувати його, заносити в базу даних і відображати користувачу просторові координати об'єктів, приймальна система вказує напрямок, в якому потрібно рухатися, щоб знайти об'єкт.

Збір інформації про напрям руху до об'єкта здійснюється з використанням радіочастотних сигналів, які випромінюються через випадкові часові терміни. Кожен давач випромінює свій постійний псевдовипадковий код в закодованому вигляді. В коді міститься інформація про джерело сигналу і про модуль, в якому встановлений давач.

В якості демонстрації, є написана програма на операційну систему Android версії 4.2.1 і вище. В програмному засобі проемумльовано кодування



та декодування повідомлення, є прив'язка до карти (Google Maps). На карті відображається місце знаходження об'єктів.

Інформація кодується за допомогою Кодів Хеммінга. Це лінійні коди, які забезпечують виявлення та корекцію помилок. Використовуються при передачі та зберіганні даних. Особливістю даного коду є використання кількох бітів контролю парності. Коди Хеммінга забезпечують виявлення двох помилок і виправлення однієї помилки. Код Хеммінга використовується в деяких прикладних програмах в області зберігання даних, особливо в RAID 2; крім того, метод Хеммінга давно застосовується в пам'яті типа ECC і дозволяє «на льоту» виправляти однократні і виявляти дворазові помилки.

УДК 62.21474

Тараненко Б.О., Прохорчук О.В.

МАГНІТОМЕТРИЧНА СИСТЕМА ОРІЕНТАЦІЇ МАЛОГО БЕЗПЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА

В сучасному світі досить широкого використання набули безпілотні літальні апарати (БПЛА). Зростання інтересу до безпіотної авіаційної техніки пов'язано зі збільшенням діапазону її потенційного використання як у військовій, так і в цивільній сферах. БПЛА застосовуються для розвідки, метеорологічних досліджень, багатоцільового використання, екологічного моніторингу, термінового перевезення вантажів, як літаючі лабораторії тощо.

Управління БПЛА полягає в управлінні положенням центру мас та управлінні орієнтацією відносно центру мас. Для управління орієнтацією БПЛА використовують вимірювання кутів орієнтації - курсу, тангажу і крену, або вимірювання кутових швидкостей руху БПЛА. Доцільно для вимірювання кутів орієнтації звернутись до вимірювання вектора магнітного поля за допомогою дешевих та малогабаритних магнітометрів.

Були розглянуті роботи багатьох авторів, які зазначили, що магнітні датчики давно і широко використовуються в навігаційній апаратурі та автопілоті в якості додаткових датчиків навігаційної та пілотажної навігації. Також важливо відзначити, що однозначне одномоментне визначення орієнтації тільки за магнітометричними вимірюваннями неможливе.

В системах управління безпілотними апаратами є недолік, який полягає в тому, що за умови відсутності сигналів з СНС, зникає можливість керувати безпілотним літальним апаратом, а отже він губиться, або потрапляє в аварійну ситуацію, руйнується чи втрачає свої властивості.

У роботі було розглянуто можливі варіанти побудови та принципи дії магнітометричної системи орієнтації. На прикладі обраного об'єкта дослідження, магнітометричної системи орієнтації компанії



STMicroelectronics LSM303D, було розроблено структурну схему, алгоритм функціонування магнітометричної системи, а також математичну модель похибок магнітометричної системи орієнтації малого безпілотного літального апарата за умови відсутності сигналу з СНС.

Магнітометрична система орієнтації малого безпілотного літального апарата, що «запам'ятовувала» б кути орієнтації і в поєднанні даними з інших системами орієнтації і навігації даного літального апарату під час польоту, у разі зникнення сигналу з СНС могла самостійно повернутися у точку старту з невеликою похибкою, знайшла б широке застосування. Таку систему можна застосовувати у воєнній галузі на літаках-розвідувачах, інформації з яких дуже важливо зберегти, на безпілотних апаратах для перевезення невеликих вантажів або на літаках-лабораторіях без ризику їх втрати тощо.

УДК 681.518

Татарчук О.Д., Самарцев Ю.М.

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КЛІМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НА ЯКІСТЬ РОСЛИН

При вирощуванні різних видів рослин у тепличних господарствах виникає необхідність визначення впливу кліматичних параметрів, а саме температури та вологості, на якісні показники продукції рослинництва. При цьому важливою є перевірка гіпотези про те, що при однакових кліматичних умовах декілька тепличних господарств матимуть однакові якісні показники продукції. Для цього пропонується використати науково-дослідну вимірювальну систему, яка забезпечує збір експериментальних даних із сенсорів, передачу їх на сервер, збереження у базі даних та подальшу статистичну обробку.

Для збору експериментальних даних використовуються комбіновані напівпровідникові сенсори температури та відносної вологості повітря DHT11, які мають невеликі габаритні розміри, забезпечують достатньо високу швидкодію і прийнятну точність отриманих результатів. Кожен окремий сенсор під'єднаний до модуля бездротового зв'язку Wi-Fi ESP8266 через інтерфейс вводу-виводу загального призначення. Ці модулі мають у своєму складі мікроконтролер, який керує отриманням вимірювальної інформації з сенсора, та мережевий адаптер Wi-Fi, який забезпечує передачу даних протоколами комп'ютерних мереж. Серед інших особливостей ESP8266 також слід виділити низьке енергоспоживання (1 мА у режимі підтримки сеансу зв'язку) та орієнтованість на міжмашинну взаємодію «Інтернет речей» (Internet of Things, IoT).



Для збору даних використовується веб-сервер, побудований за принципами REST API. Такий принцип побудови дозволяє однозначно визначити, з якого саме об'єкту отримано інформацію через використання простору імен та параметрів ідентифікації. Сервер розроблений з використанням технології JAX-RS платформи Java EE, його робота забезпечується сервером застосунків Glassfish.

Інформація зберігається у реляційній системі керування базами даних Oracle 11g. Також програмне забезпечення серверу дозволяє проводити статистичну обробку експериментальних даних для створення моделей розвитку рослин та впливу мікроклімату на їх якість.

Дана вимірювальна система може бути застосована як у дослідних тепличних господарствах, так і для проведення експериментів у діючих господарствах для підвищення ефективності їх діяльності.

УДК 629.7.01

Терещук А.В., Зінченко Д.М.

МОДИФІКАЦІЯ ТЕОРЕТИЧНОГО КОНТУРУ КРИЛА ЛІТАКА

Сучасний літак являє собою складну технічну систему зі значною кількістю різноманітних елементів, серед яких найбільш відповідальна роль належить несучим поверхням (крило та оперення), що створюють підймальну аеродинамічну силу.

Тривалий і складний процес розробки літального апарата проходить в декілька етапів: наукові дослідження, проектування, виготовлення дослідних зразків, випробування та серійне виробництво.

Сучасне літакобудування можна охарактеризувати постійним вдосконаленням авіаційної техніки, що пов'язано з ускладненням конструкції та зовнішньої форми літака, особливо несучих аеродинамічних поверхонь. Покращення основних характеристик літака на всіх режимах польоту включає в себе вибір оптимальної форми несучих поверхонь (їх геометрія, профілювання, аеродинамічна та геометрична крутка), а також використання елементів механізації та керування (передкрилків, закрилків, елеронів та ін.).

Таким чином, нині актуальною є задача поліпшення льотно-технічних та підвищення аеродинамічних характеристик крила транспортних літаків, зокрема і тих, що перебувають в експлуатації, без значного втручання в технологічний процес та з мінімальним внесенням змін до конструкції. Цього можна досягти за рахунок модифікації окремих секцій несучих аеродинамічних поверхонь таких, як носова та хвостова частини.

В результаті досліджень постає ціла низка питань, що включає в себе підвищення льотно-технічних та аеродинамічних характеристик за рахунок



модифікації теоретичного контуру крила транспортного літака, що вже є спроектованим. А також акцентується увага на процесі утворення геометрії несучої поверхні (крила), з урахуванням специфіки виробництва. Ці питання базуються на основі методів нарисної та аналітичної геометрії, теорій кривих та поверхонь, інтерполяції та апроксимації, методах обчислювальної аеродинаміки, комп'ютерної графіки та математичного програмування. В результаті використання, наведених вище методів, та дослідження специфіки виробництва і експлуатації транспортних літаків в роботі підтверджено доцільність проведення модифікації. Також, розпочато роботу над створенням алгоритму проведення модифікації теоретичного контуру крила на прикладі літака Ан-140.

Вирішення поставлених задач в подальшому дозволить збільшити робочу поверхню крила, покращити льотно-технічні характеристики в крейсерському режимі польоту (транспортну та паливну ефективність), аеродинамічні характеристики (зокрема, підвищити аеродинамічну якість – K , коефіцієнт підйомної сили – C_y та понизити значення коефіцієнту лобового опору – C_x). І, завдяки отриманим результатам, дозволить впровадити розроблений алгоритм проведення модифікації у виробництво.

УДК 681.2.08

Тернюк В.І., Шантир А.С.

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА НЕПЕРЕРВНОГО МОНІТОРИНГУ ПОКАЗНИКІВ ПУЛЬСУ

Світовий ринок носимих пристроїв (wearable gadgets) стрімко зростає і його щорічний обсяг обчислюється мільярдами доларів. Один з найперспективніших сегментів ринку носимих пристроїв - ринок фітнес-гаджетів - тобто приладів, що з тією або іншою точністю відстежують параметри людського тіла (температуру, частоту пульсу, тиск тощо) і його рухову активність (наприклад, на основі GPS-технологій).

Серед бездротових пристроїв для моніторингу здоров'я найбільш масовим сегментом є наручні "розумні годинники", що дозволяють відслідковувати, відображати, і передавати в "хмару" або на мобільний пристрій користувача ті або інші параметри людського тіла (насамперед - пульс).

Для занять спортом, а також для людей з вадами здоров'я важливо спостерігати за пульсом і тримати його в певному діапазоні задля власної безпеки. Носимі пристрої є чи не єдиним з доступних і зручних варіантів моніторингу фізіологічного стану людини без залучення спеціального обладнання.

Мобільні пульсометри (точніше кажучи, пристрої з такою функціональністю) поділяються на два великі класи. Найточніші з них

засновані на використанні мініатюрних нагрудних кардіодатчиків, механізм роботи яких практично нічим не відрізняється від механізму роботи стаціонарних пристроїв для зняття кардіограм.

Для підвищення точності розроблюваного фітнес-браслету, як найбільш ергономічного варіанту мобільного пульсометру, було застосовано метод кореляційного аналізу вимірюваних сигналів пульсометра і трьохпозиційного акселерометра. Цей метод дозволяє враховувати поточний стан рухової активності людини, відкидаючи помилкові збудження акселерометра під час їзди у транспорті тощо.

Зібрані статистичні дані про активність людини зберігаються в кеш-пам'яті фітнес-трекера і потім передаються по протоколу Bluetooth 4.0 LE на смартфон під управлінням Android OS або передаються одразу, якщо він є у зоні доступу. Обробка даних виконується в додатку на смартфоні, оскільки він володіє більшими обчислювальними можливостями. Це дозволяє зменшити розміри і ціну фітнес-трекера.

Розроблено метод підвищення точності вимірювання показників пульсу, що покращує якість оцінки фізіологічного стану людини для уникнення незворотних наслідків для здоров'я.

УДК 336.72

Ткач О.С., Сарибога Г.В.

СИСТЕМА РАДІОЗВ'ЯЗКУ ТА ОБМІНУ ДАНИМИ З БОРТОВОЮ СИСТЕМОЮ МІКРОСУПУТНИКА

Аналіз актуальних задач, пов'язаних з створенням віртуальних лабораторій та розробкою НКА дозволяє поставити питання щодо створення віртуальної лабораторії космічних досліджень (ЛКД) на основі поєднання можливостей радіозв'язку, мережі Internet та НКА. У такий спосіб віртуальна ЛКД надасть можливість користувачам (студентам, викладачам, дослідникам) з будь-якої країни світу працювати з науковими приладами НКА.

Зважаючи на те, що сучасні цифрові пристрої мають високий рівень інтеграції запропоновано підсистеми керування, зберігання даних, збору та обробки даних, енергозабезпечення та радіозв'язок реалізований як бортова система збору, обробки інформації і керування мікросупутника (БСОК МС).

Підсистема зв'язку забезпечує інтеграцію з БСОК та має такі параметри: канал телеметрії (Beacon) - діапазон V – 145 МГц або U - 435 МГц; канал управління (UpLink) - діапазон L - 1,2 ГГц; інформаційний канал (DownLink) - діапазон S - 2,4 ГГц.

Наземні системи (зв'язку, збору інформації, керування, обробки інформації, зберігання даних, ін.) призначені для передачі команд керування МС та прийому телеметрії (параметри станції МС), наукової інформації та



представлення її користувачам віртуальної лабораторії через систему Internet.

По результатам роботи проведено аналіз існуючих рішень, аналіз апаратури передачі сигналу по каналах зв'язку, розробка схемотехнічних рішень. Проведено розрахунки точності роботи системи, оцінка доцільності створення системи зв'язку на базі модуля Xbee-Pro 868 COM.

Проведений аналіз сучасного розвитку радіомереж передачі інформації свідчить про те, що для створення ефективних програмно-апаратних засобів передачі інформації з використанням мікросупутників найбільш доцільно використовувати низькоорбітальні супутники з апаратурою ретрансляції інформації, прийнятої від наземних абонентських систем і терміналів. Враховуючи перевантаження діапазонів частот для організації зв'язку з ШСМ в прямому радіоканалі f_1 і зворотному радіоканалі f_2 , доцільно реалізувати такі алгоритми кодування інформації, які в залежності від рівня шумів в каналах зв'язку, забезпечують максимальну інформативність та надійність роботи супутникової системи передачі інформації.

УДК 681.125

Ткаченко А.В., Кокотенко Б.В.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ ВИМІРЮВАЧ ТЕПЛОСПОЖИВАННЯ

Тепло є одним із найдорожчих ресурсів, однак його використання на території України є вкрай неефективним. Тому вимірювання теплоспоживання має дуже велике значення для контролю спожитих енергоресурсів та загального економічного розвитку країни.

В той час як лічильники газу та води вже давно стали звичними вимірювальними пристроями, все більшої популярності набувають лічильники для обліку тепла. В даний час на українському ринку представлена значна кількість інтелектуальних теплових лічильників зарубіжного виробництва, що мають високу вартість. Тому суттєво зросла увага до покращення характеристик вітчизняних лічильників та зменшення їх вартості.

Було розроблено інтелектуальний вимірювач теплоспоживання зарубіжного зразка.

Для розробки вимірювальної системи авторами було вирішено використати стандартизований лічильник спожитого об'єму води KB-1.5i, який має цифровий вихід, що видає імпульси кожні 10 літрів, та високочутливі платинові терморезистори RTD 702-102 для вимірювання різниці температур між входною та вихідною трубою. Для реалізації функції передачі вимірювальної інформації та мінімізації енергоспоживання системи планується використання мікроконтролера сімейства MSP430F6x та



Wi-Fi модуля на базі мікросхеми CC3100 виробництва Texas Instruments. Для віддаленого моніторингу теплоспоживання розробляється програмне забезпечення для пристроїв, що працюють під управлінням операційної системи Android (смартфон, планшет). В даному дослідженні також розглядається можливість реалізації автономного живлення лічильника із застосуванням модулів Пельт'є, що дозволить використовувати тепло в якості джерела живлення системи замість змінних гальванічних елементів.

Розроблений вимірювач теплоспоживання дасть змогу мешканцям багатоквартирних будинків слідкувати за споживанням тепла та вести облік витрат з використанням широко розповсюджених Internet-технологій. В порівнянні з існуючими аналогами така система також відрізнятиметься повною автономністю роботи.

Крім того, в рамках дослідження, автори планують розглянути можливість автоматизованої генерації та надсилання звітів про облік теплоспоживання на сервер енергопостачальних компаній (наприклад, Київенерго). Останній дозволить контролювати раціональність використання паливно-енергетичних ресурсів та оперативно локалізувати аварії в тепломережах.

УДК 681.18

Третініченко О.В., Богомазов С.А.

МІКРОПРОЦЕСОРНА МЕРЕЖА ЗБОРУ ДАНИХ НА БАЗІ ПРОТОКОЛІВ CORE/COAP

CoRE (Constrained RESTful Environments) - це фреймворк для створення ресурсно-обмежених додатків, що забезпечує роботу в мережах, де розміри пакетів обмежені або присутня висока частота втрат пакетів, причому деякі вузли можуть періодично відключатись на короткі проміжки часу. Такі мережі та вузли характеризуються жорсткими обмеженнями для пропускну здатності та джерел живлення, обмеженим розміром коду та оперативної пам'яті для кожного вузла. Робочою групою запропоновані рішення, які призначені для моніторингу та управління датчиками, промисловими автоматами, контролерами тощо. Як частину реалізації фреймворку цією робочою групою запропоновано спеціальний протокол CoAP (Constrained Application Protocol), який призначений для обміну даними в мережах ресурсно-обмежених пристроїв та між такими мережами, з'єднаними через Інтернет.

На основі мікрокомп'ютера Raspberry Pi розроблена мережа для збору експериментальних даних на базі фреймворку WebIOPi версії 0.6. Реалізовано CoAP-сервер, в якому протокол CoAP реалізується на основі транспортного протоколу UDP, що покращує швидкодію для малих розмірів пакетів даних, та традиційного IP-протоколу. Кожен пристрій, приєднаний



до Raspberry Pi, описується своїм унікальним URL, де міститься вся інформація про доступні ресурси цього пристрою. Перетворення запитів CoAP-протоколу у запити протоколу HTTP дозволяє реалізувати просте кешування, що використовується для датчиків, які опитуються кожні п'ять-десять хвилин. Дані зберігаються на проксі-сервері, тому при запиті відсилаються останні одержані відліки, замість того, щоб опитувати пристрій, який може бути відключеним в цей час. Протокол CoAP підтримує аналоги стандартних HTTP-запитів (Post, Get, Put, Delete) для ефективного використання ресурсів та спрощеного підключення нових пристроїв. Програма-клієнт розроблена на мові Java. Для надсилання запитів та для створення Web-інтерфейсу використовуються бібліотеки фреймворку Californium. Для захисту переданих даних використовується утиліта TLS.

Мікропроцесорні мережі CoRE/CoAP дозволяють повноцінне функціонування та керування ресурсами мікроконтролерних вимірювальних мереж. Для збору та передачі вимірювальної інформації достатньо апаратних ресурсів та оперативної пам'яті 8-бітних мікропроцесорів. Використана технологія є практичною, приклади її типової реалізації знаходяться у вільному доступі.

УДК 621.3.087.44

Чемерис А.Г., Добролюбова М.В.

ПІДСИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ У ПРИМІЩЕННІ

Розробкою систем моніторингу «клімат-контроль» займаються і вітчизняні, і закордонні компанії протягом тривалого періоду, проте з часом їх актуальність не втрачається, а навпаки тільки привертає все більше уваги. Ці системи моніторингу набули такого розвитку, оскільки збирають та зберігають інформацію про поточний стан підсистем, а також дозволяють регулювати автоматично роботу обладнання в залежності від отриманих даних, що часто супроводжується не лише зручністю у використанні, а й значною економією ресурсів.

Вологість повітря у житлових та робочих приміщеннях на теперішній час є одним з базових об'єктів вимірювання, оскільки має великий вплив на організм людини. Одну і ту саму температуру повітря людина може відчувати по різному залежно від ступеня його вологості. Згідно санітарних норм оптимальною є вологість в інтервалі 30-45 % в холодну пору року і 30-60 % в теплу пору, при цьому встановлена норма може коливатися в залежності від призначення приміщення.

Однією із складових підсистеми моніторингу вологості, що розробляється, є резистивний датчик вологості HR31 – найбільш



оптимальний за ціновими та технічними показниками – ультракомпактний розмір, висока стабільність при тривалій роботі, низьке енерговикористання в поєднанні з низькою ціною. Датчик змінює свій опір при виявленні вологості.

До складу підсистеми входить мікроконтролер, який приймає вимірювальну інформацію, проводить її обробку та передає на персональний комп'ютер через послідовний інтерфейс RS-232. На комп'ютері встановлене відповідне програмне забезпечення, за допомогою якого здійснюється керування системою та обробка результатів вимірювання.

Особливість підсистеми полягає у постійному вимірюванні та по годинному записі показників вологості протягом доби. Крім того передбачена можливість включення звукового сигналу при перевищенні або зниженні порогів вологості, встановлених користувачем.

У порівнянні з аналогами, така підсистема буде меншою та економічнішою за рахунок використання нового типу органічних полімерних матеріалів.

Використання підсистеми у житлових приміщеннях дозволить забезпечити надійну роботу систем опалення, кондиціонування та вентиляції, а при її застосуванні на виробництві можна буде запобігти порушенню умов експлуатації устаткування та зберігання продукції, простою робочих груп і зниженню темпів продуктивності окремих підрозділів.

УДК 004.05+006

Чернюк А.А.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

У зв'язку з розвитком технологій важливість програмної інженерії постійно зростає, а відповідно все більший попит мають методи визначення якості програмного забезпечення. Складність процесу розробки і супроводу програмного забезпечення в більшості випадків обумовлюється особливими вимогами, що пред'являються до його якості. Цей фактор показує важливість розробки формалізованих методів управління якістю програмного забезпечення (ПЗ).

Різноманіття моделей якості ПЗ, що існують на даний час, призвело до появи робіт, спрямованих на їх порівняльний аналіз. Дослідження робіт в області аналізу моделей якості ПЗ показує, що вони зводяться, як правило, до аналізу характеристик, а підхарактеристики враховуються слабо або взагалі не є предметом аналізу; не враховується сучасний стандарт ISO 25010, в якому описана остання (нова) модель якості ПЗ, прийнята



авторитетною міжнародною інституцією; формальний апарат опису моделей якості ПЗ базується на вербально-графічному (табличному) поданні моделей, а не їх описі у вигляді множин і відносин між ними; відсутня формалізована процедура аналізу моделей якості ПЗ.

Така ситуація, враховуючи важливість модельної бази якості, вимагає проведення додаткових досліджень у цій області. Тому, було розроблено формалізований опис моделей якості ПЗ, що дозволяє представити їх у компактному вигляді та провести порівняльний аналіз.

Виходячи з цього, було проведено огляд існуючих моделей якості програмного забезпечення за останні сорок років, починаючи від однієї з перших моделей якості ПЗ Мак-Кола і закінчуючи моделлю, представленою в стандарті ISO 25010. Для аналізу відібрано 9 моделей, які розділені на безліч базових і корпоративних моделей якості з урахуванням їх повноти, детальності і значущості. В якості базових, вибрано моделі: Мак-Кола, IEEE 1219, ISO9126-1, ISO 25010 та обґрунтовано їхній вибір. Для оцінки складності і повноти моделей якості ПЗ, а також їх порівняння з останньою базовою моделлю ISO 25010 введені спеціальні часткові і загальні метрики. Розроблено методику для порівняльного аналізу моделей якості ПЗ.

Завдяки розробленій методиці був проведений кількісний порівняльний аналіз. В результаті якого, було визначено зміни, яких зазнали моделі якості ПЗ у часі. Отримані значення показників дозволяють створювати формалізований опис якості програмних засобів. Також, даний аналіз допоможе зрозуміти необхідність використання при оцінці якості тих чи інших характеристик і підхарактеристик якості програмного забезпечення.

УДК 681.518.3

Чернявський А.Л., Богомазов С.А.

БАГАТОЗАДАЧНА СИСТЕМА ЗБОРУ ДАНИХ НА ОСНОВІ ОПЕРАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ FREERTOS

Використання багатозадачних систем збору даних обумовлено необхідністю в недорогих і гнучких програмно-апаратних рішеннях, які надавали б можливість об'єднати в одному пристрої функції декількох систем і дозволяли без значних матеріальних та інтелектуальних зусиль змінювати конфігурацію таких систем.

На базі мікроконтролера Texas Instruments Stellaris lm3s9b95 з деякими відмінностями було реалізовано декілька віртуальних пристроїв фірми ICP DAS – I-7050, I-7017, I-7080. Прийом та передача команд на кожному віртуальні пристрої відбувається через інтерфейс Ethernet. Кількість віртуальних модулів обмежується лише кількістю наявної периферії мікроконтроллера. Можливості мікроконтроллера lm3s9b95 дають змогу

реалізувати модуль цифрового вводу-виводу, модуль аналогового вводу, а також модуль лічильника-таймера.

При розробці програмного забезпечення системи було використано операційну систему реального часу FreeRTOS, за допомогою якої було забезпечено багатозадачне середовище для віртуальних модулів. Кожен віртуальний модуль реалізовано як окрему задачу всередині операційної системи. Модулі мають унікальну адресу, яка забезпечує незалежну роботу з кожним модулем, а також власний перелік команд, який при необхідності можна легко змінити. Для реалізації повноцінної роботи в мережі через інтерфейс Ethernet використовується TCP/IP-стек lwIP. Для прийому-передачі даних на прикладному рівні використовується програмний протокол CoAP, який дозволяє значно зменшити навантаження на обчислювану систему пристрою, оскільки протокол реалізовано на основі транспортного протоколу UDP, використання якого, на відміну від конкурентних рішень на основі протоколу TCP, значно зменшує навантаження як на мережу, так і на обчислювальні потужності пристрою завдяки меншому розміру пакету і відсутності обов'язкової перевірки пакетів даних на цілісність – перевірка даних вже реалізована в самому протоколі обміну повідомленнями модулів.

Використання розробленого пристрою дозволяє значно зменшити вартість побудови інформаційно-вимірювальної системи (ІВС), а також надає можливість в майбутньому додавати потрібні модулі або ж вимикати непотрібні без значних фінансових затрат і труднощів в налаштуванні.

УДК 681.3.06

Чернях Б. Г., Богомазов С.А.

ПОБУДОВА ВЕБ-ОРІЄНТОВАНИХ МЕРЕЖЕВИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ НА БАЗІ ПРОТОКОЛУ COAP

Активний розвиток концепції Інтернету речей (Internet of Things) призвів до появи нових протоколів обміну даними, які можуть скласти конкуренцію існуючим M2M протоколам передачі даних, особливо в розподілених та Інтернет-орієнтованих системах. До таких протоколів відноситься протокол Constrained Application Protocol (CoAP), який запропоновано робочою групою CoRE (Constrained RESTful Environments) співтовариства IETF (Internet Engineering Task Force). Ядро протоколу CoAP стандартизовано в документі RFC7252, а деякі важливі частини протоколу на даний момент проходять процедуру стандартизації.

Протокол CoAP - це протокол передачі даних прикладного рівня, який побудовано на архітектурі REST. Основною задачею, яка вирішувалась при розробці даного протоколу, було забезпечення ефективної його роботи при застосуванні в системах з обмеженими ресурсами. Це вбудовані системи з

невеликою кількістю пам'яті, обмеженими обчислювальними можливостями та системи, які працюють в мережах з ненадійним зв'язком. Використання в таких системах протоколів, орієнтованих на гарантоване з'єднання, таких як HTTP, призводить до збільшення витрат ресурсів системи (пам'яті, енергоспоживання, кількості переданих в мережі даних, тощо). На відміну від протоколу HTTP, що використовує на транспортному рівні протокол TCP, CoAP використовує протокол UDP для передачі пакетів даних та має власний спрощений та гнучкий механізм підтримки з'єднання. CoAP розроблено таким чином, що він може бути легко трансльований в HTTP на граничних пристроях (маршрутизаторах, комутаторах, тощо), що спрощує його застосування в Web-орієнтованих системах. Протокол CoAP підтримує групову передачу (multicast), має невеликі заголовки – 4 байти та власні механізми забезпечення надійності переданих даних, що сприяє можливостям його широкого застосування в мікроконтролерних мережевих інформаційно-вимірювальних системах.

На базі протоколу передачі даних CoAP розроблено апаратно-програмне забезпечення модулів збору даних з віддаленим доступом для використання в транспортних засобах. Розроблено сервер збору та обробки інформації. Реалізовано процедуру реєстрації модулів на сервері, процедуру з'єднання та передачі даних. Дані передаються в бінарному форматі BSON (Binary JavaScript Object Notation). Сервер збору та реєстрації інформації реалізовано на основі технологій JavaEE. В якості системи керування базами даних було обрано нереляційну систему керування базами даних MongoDB.

На основі розробленого апаратно-програмного забезпечення реалізована мережева система моніторингу параметрів транспортних засобів, що базується основі Java-технологій. Це забезпечило незалежність програмних рішень від архітектури конкретних апаратних платформ.

УДК 533.68

Чмих В.О., Шквар Е.О.

ЗАСТОСУВАННЯ СТРУМЕНЕВОГО ЗАКРИЛКА НА ЕКРАНОПЛАНІ

Застосування струменевого (реактивного) закрилку на екраноплані та його фактори впливу на політ – це важлива складова для сучасної аеродинаміки екраноплана. Така аеродинамічна конфігурація дозволить поліпшити несучі властивості екраноплана поблизу екрануючої поверхні. Струменевий закрилок дозволить зменшити фізичну площу обтічної поверхні і як наслідок зменшити вагові характеристики екраноплана. Математична модель екраноплана із струменевим закрилком покаже нові властивості стійкості і керованості. Тобто реактивна течія стиснутого



повітря видуваного із задньої кромки крила буде протидіяти бажанню екраноплана досягти великих додатних значень кута тангажу при зміні висоти польоту.

Екранний ефект - це збільшення несучих властивостей крила літального апарату при польоті на малих висотах через вплив поверхні. Екранний ефект на 20-30% збільшує підйомну силу крила і знижує індуктивний опір через зменшення перетікання повітря через край консолей з нижньої частини крила на верхню. Екранний ефект сильно впливає на положення центру прикладання підйомної сили. При збільшенні висоти, центр дії підйомної сили спочатку зміщується в напрямку задньої кромки, а потім повертається. Найбільше зміщення відбувається на висоті 5-6% від середньої аеродинамічної хорди крила. Тиск під крилом продовжує зменшуватися, а розрідження над крилом збільшуватися. Струменевий закрилок збільшує підйомну силу крила головним чином за рахунок ефекту суперциркуляції вертикальної складової реакції струменя. Значення коефіцієнта підйомної сили на крилі із струменевим закрилком залежить від витрат потужності і при використанні практично всього наявного повітря, що проходить через двигун, може бути в 2-3 рази вище. Ці системи відрізняються конструктивною простотою та досягаються шляхом тангенціального видування тонких струменів з щілинних сопел при досить великих значеннях імпульсу струменя. Призначення струменевого закрилку полягає у підвищенні маневреності літального апарату шляхом розширення діапазону тиску стійкої роботи закрилку.

Необхідність даного дослідження полягає в принципово новому компонованні та застосуванні даної конструкції струменевого закрилку на екраноплані, що в свою чергу дасть можливість покращити несучі та вагові характеристики даного типу ЛА.

Дана розробка позитивно впливає на основні характеристики екраноплана, підвищує його безпеку, екологічність та економічність. Потік для струменя братиметься з силової установки або з допоміжної силової установки екраноплана. Ця розробка зменшує вагу і довговічність за рахунок відсутності рухомих, важких елементів механізації. Також ефективність струменевого закрилку збільшується поблизу екрана що є корисною властивістю для даного типу ЛА. Надалі буде досліджуватися дана розробка на побудованій математичній моделі, яка буде продуватися на різних режимах з різними змінами параметрів розрахунку одним з яких буде кут і швидкість видування струменя.

УДК 681.3

Шнира А.В., Добролюбова М.В

**ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ПРОГРАМНОГО
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ 3D-ПРИНТЕРА**

3D-принтер – це спеціальний пристрій для виведення тривимірних даних, тобто створення певних фізичних об'єктів. В основі технології 3D-друку лежить принцип пошарового вирощування твердої моделі.

Головною перевагою такого друку у порівнянні з традиційними методами виготовлення потрібних об'єктів є висока швидкість, простота створення моделей та їх низька собівартість.

Але 3D-друк має і ряд недоліків, основними з яких є охолодження країв моделі під час друку, що призводить до її спотворення, та невідповідність розмірів надрукованого об'єкту встановленим розмірам віртуальної моделі, наслідком чого стає унеможливлення роботи із складеними моделями (з'єднання шестерень в один вузол).

Все це відбувається через відсутність розгорнутого моніторингу та контролю температури. За допомогою програмного забезпечення, що постачається разом з 3D-принтером, звісно можна відслідкувати показники температури столу та екструдера, але ця система не забезпечує моніторинг температури країв столу і всього об'єму друкованої моделі, що вкрай необхідно для точного відтворення моделі.

Для запобігання вищезазначених проблем розроблена підсистема вимірювання та контролю температури. До головної системи 3D-принтера, з метою визначення оптимальних параметрів друку моделей, під'єднані додаткові цифрові датчики температури DS18B20, що відповідають всім технічним умовам принтера. DS18B20 обмінюються даними по шині 1-Wire та можуть вимірювати температуру в інтервалі від -55 до +125 °C з точністю до 0.5 °C.

Для регулювання температури конструкцію 3D-принтера оптимізовано за рахунок нанесення на внутрішню сторону робочої поверхні теплопровідної пасти, до якої прикріплено алюмінієву пластину, та виготовлення корпусу з картону та фольги. Це забезпечує більш повільне охолодження столу та підтримку температури по всьому об'єму об'єкту, що друкується.

Паралельно з оптимізацією конструкції 3D-принтера створене програмне забезпечення, за допомогою якого можна вимірювати температурні показники у чотирьох точках робочої поверхні одночасно та відображати їх графічно під час спостереження

Одночасно розроблена база даних, де зберігаються виміряні значення температури та проводяться стандартні розрахунки і регулювання параметрів друку.



Розроблена підсистема дозволяє зменшити похибку вимірювання температурних показників друку до $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, а похибку друку до $0,1\text{ мм}$ та стає актуальною при малих обсягах виробництва.

УДК 621.372.4

Юдін П.Ю., Судакова С.О., Шумков Ю.С.

ВИПРОБУВАЛЬНІ СИГНАЛИ СПЕЦІАЛЬНОЇ ФОРМИ В ЗАДАЧАХ ВИМІРЮВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ

Визначення параметрів багатоеlementного двополюсного електричного ланцюга відбувається фактично за час встановлення вільної складової перехідного процесу в досліджуваному ланцюзі. При цьому основна проблема – це розширення діапазону, в якому може відбуватися визначення параметрів, в області постійних часу мікросекундного діапазону. Це вимагає більш детального обліку при вимірах моделі сформованих випробувальних сигналів (ВС) і, відповідно, застосування нових підходів, як при синтезі моделі ВС, яка відтворюється, так і при їх формуванні, що особливо актуально при формуванні ВС за допомогою цифро-аналогових засобів при невеликому числі ділянок апроксимації. При цьому необхідно забезпечити високу точність відтворення заданої форми (моделі) ВС, а також забезпечити вимоги якісного характеру – відтворювані ВС повинні бути гладкими, що може бути досягнуто на основі експоненційних сплайнових моделей (ЕСМ) сигналів.

Використання ВС, які враховують модель ланцюгів, що досліджуються, дозволяє спростити процедуру контролю та підвищити продуктивність систем, вирішити актуальну задачу створення функціонально-орієнтованих інформаційно-вимірювальних систем (ІВС) вимірювання та контролю параметрів лінійних кіл із зосередженими параметрами.

Обґрунтовано використання ВС спеціальної форми, які забезпечують зручні для аналізу уніфіковані за формою вихідні сигнали, і створення на цій основі функціонально-орієнтованих ІВС вимірювання та контролю параметрів лінійних кіл із зосередженими параметрами.

Розроблено новий метод синтезу і формування ВС спеціальної форми на основі ЕСМ для вимірювання і контролю параметрів лінійних ланцюгів і їх компонентів. Отримано математичні сплайнові моделі ВС, відповідні реальним сигналам в лінійних електричних ланцюгах.

Вперше отримані оцінки похибки вимірювання параметрів лінійних ланцюгів та їх компонентів при використанні ВС спеціальної форми, сформованих на основі ЕСМ. Досліджено ефективність методу синтезу ВС при вимірюванні параметрів.



Випробувальні сигнали можуть бути використані при виробництві радіоелектронної апаратури (РЕА) для вимірювання і внутрішньосхемного контролю параметрів електро- і радіоелементів (ЕРЕ) плат друкованого монтажу за допомогою послідовного вимірювання параметрів виділених ділянок схеми у вигляді електричних двополюсників (ДП). Також за допомогою сигналів спеціальної форми можна забезпечити високу продуктивність систем контролю, оскільки мінімальне число вузлів, що підключаються до вимірювальних каналів ІВС, полегшує процес комутації і істотно зменшує загальні витрати часу на контроль.

УДК 004.04

Яременко Т.В.

СИСТЕМА РАНЖУВАННЯ WEB-САЙТІВ

За даними Internet World Stats, на даний момент у всесвітній мережі налічується близько 3,2 млрд. користувачів. З кожним днем проблема аналізу та ранжування інтернет-ресурсів все більше цікавить дослідників та практиків у галузі Інтернет-технологій, оскільки з'являється багато нових проєктів, які є цікавими та перспективними, проте залишаються непоміченими серед великої кількості вже існуючих веб-сайтів. Ранжування – це процес, результат якого користувач бачить, отримуючи відповідь пошукової системи на своє питання. Ранжуванням є визначення порядку відповідно до рангу, авторитету та релевантності сайту. Завдання отримання найкращих показників при ранжуванні веб-сайтів в глобальній інформаційній системі є надзвичайно актуальним.

Було проведено дослідження для визначення особливостей проектування системи ранжування веб-сайтів. Система надасть засоби із проведення комплексного аналізу ресурсу та залежно від отриманих результатів надаватиме рекомендації щодо його вдосконалення з метою просування в рейтингу пошукових систем. Для досягнення поставленої мети було досліджено такі основні завдання: проаналізовано відомі технології ранжування, адаптовано вибраний підхід до завдання побудови системи аналізу та просування веб-сайтів, наведено рекомендації щодо побудови інтернет-ресурсу залежно від ключових слів.

Для створення системи були розглянуті основні принципи пошукової оптимізації інтернет ресурсів. Існують різні види оптимізації, як дозволені так і заборонені. Головним засобом, який впливає на положення Інтернет-ресурсу у глобальній мережі, є ранжування. Були досліджені основні внутрішні та зовнішні фактори ранжування, визначені їх оптимальні параметри. Okремо розглянуто алгоритми визначення релевантності. Також для покращення показників ранжування проаналізовано та запропоновано можливі схеми організації Інтернет-ресурсів із використанням засобів



лінкового ранжування. Описано метод оптимізації сторінок під множину запитів та наведено схему розбиття ключових слів по сторінках ресурсу.

Оптимізувавши веб-сайт, його власник може розраховувати на покращення позицій у пошукових системах, що, своєю чергою, призведе до збільшення кількості відвідувачів, що є вирішальним в Інтернет-просторі. Результати виконаної роботи у своїй сукупності вирішують актуальне завдання створення системи ранжування веб-сайтів.