

УДК 621.7.022.6

**В. В. Піддубний, В. О. Піддубний**

**ЗМЕНШЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОЇ ПОХИБКИ ВИМІРЮВАННЯ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ НА ПОВЕРХНЕВИХ АКУСТИЧНИХ ХВИЛЯХ**

Розглянуті структурні схеми перетворювачів механічних величин на поверхневих акустичних хвилях, обговорені питання підвищення точності вимірювання.

*Ключові слова:* диференціальний перетворювач, ПАХ генератор, лінія затримки на ПАХ.

УДК 531.383

**О. В. Прохорчук, П. В. Войлов**

**УЗАГАЛЬНЕНИЙ АЛГОРИТМ ОЦІНКИ ЧУТЛИВОСТІ СПОСТЕРІГАЧІВ КАЛМАНІВСЬКОГО ТИПУ ДО НЕТОЧНОСТІ ЗАДАННЯ ПАРАМЕТРІВ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ**

В роботі приводяться розроблені авторами узагальнені алгоритми, призначені для аналізу чутливості спостерігачів калманівського типу до неточності задання параметрів математичної моделі системи.

*Ключові слова:* фільтр Калмана, чутливість спостерігача.

УДК 303.714

**Ю. В. Бобков, О. М. Ліпіна**

**СИСТЕМА ТЕСТУВАННЯ ДИСТАНЦІЙНОГО КУРСУ «ЦИФРОВІ ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ»**

В роботі запропонована методика розрахунків показників якості систем тестування за якою проведені розрахунки для тестів з дистанційного курсу дисципліни «Цифрові вимірювальні прилади» кафедри «Інформаційно-вимірювальної техніки» Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» за напрямом 6.051001 "Метрологія та інформаційно-вимірювальні технології". Проаналізовано можливості застосування для розрахунків показників якості обчислювальних можливостей платформи дистанційного навчання Moodle. Розраховано коефіцієнт кореляції загальної оцінки результатів тестування з результатами іспиту з дисципліни «Цифрові вимірювальні прилади» та з середнім балом диплома бакалавра груп ВВ-51, ВВ-52, який знаходиться в межах 0,5 – 0,8. Визначені напрямки корегування системи тестування та подальших досліджень.

*Ключові слова:* тестування, дистанційне навчання, експертиза якості тестів, «цифрові вимірювальні прилади», надійність, критеріальна валідність, Moodle.

УДК 004.415.2.031.43

**Т.В. Веремієнко, В.В. Мікулін**

**ПРОЕКТУВАННЯ І РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЦІНОУТВОРЕННЯ**

В даній роботі запропоновано та реалізовано комп'ютерну інформаційно-аналітичну систему аналізу біржових даних. Побудовано нові математичні моделі для процесів, які характеризують динаміку розвитку фондового ринку. Виконано порівняльний аналіз результатів прогнозування трьома методами: експоненціальне згладжування, регресійний аналіз та нечіткий метод групового врахування аргументів.

*Ключові слова:* інформаційно-аналітична система, нечіткий метод групового врахування аргументів, регресійне рівняння, експоненційне згладжування, нестационарний процес.

УДК 621.317.725

**Ю. М. Туз, А. А. Ульянова, О. В. Синьоока, О. М. Кривченкова**  
**ЧАСТОТНА ПОХИБКА ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ НАПРУГИ**

В статті розглядається частотна похибка у значному діапазоні частот, зневаження якою при сучасних вимогах до точності є неприпустимим. Аналіз виконується для випадку компарування напруги.

*Ключові слова:* частотна похибка, компарування, еталон, термопара.

УДК 531.768

**М. Г. Черняк, К. М. Черняк**  
**МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА ВИМІРУ КУТІВ ОРІЄНТАЦІЇ ОБ'ЄКТУ НА ОСНОВІ МІКРОМЕХАНІЧНОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА**

Представлено результати розробки мікропроцесорної системи виміру кутів орієнтації об'єкту на основі мікромеханічного акселерометра ADXL-203. Розглянуто конструкція, алгоритм роботи, метод калібрування математична модель похибок та результати випробувань системи.

*Ключові слова:* орієнтації об'єкту, вимірювання кутів, мікромеханічний акселерометр, калібрування, алгоритм, модель похибок.

УДК 534.3

**О. В. Коржик**  
**ОДИН З МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ СТАЦІОНАРНОЇ ГІДРОЕЛЕКТРОПРУЖНОСТІ ДЛЯ РЕЖИМУ ВИПРОМІНЮВАННЯ ЗВУКОВИХ ХВИЛЬ АНТЕННИМИ РЕШІТКАМИ, ЩО УТВОРЕНІ СИСТЕМАМИ СТЕРЖНЕВИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ**

З використанням основних положень прикладної теорії електропружності, адекватної гіпотезам Кихргофа – Лява, а також основних рівнянь акустики, які до визначено умовами спряження на робочих активних поверхнях, отримано розв'язок задачі стаціонарної гідроелектропружності для режиму випромінювання звукових хвиль антенними решітками на основі п'єзокерамічних стержнів с повністю електродованими торцевими гранями.

*Ключові слова:* акустична взаємодія, решітка, електропружний перетворювач, форма коливань, електрод, тиск, нормальна складова швидкості.

УДК 629.735

**О. П. Мариношенко, Ю. В. Франчук**  
**РУХ РАКЕТИ В ПРОСТОРИ**

Запропонована математична модель, яка відображає жорсткісні характеристики ракети, рух палива по трубопроводах агрегатів, нелінійність аеродинамічних зовнішніх навантажень при вертикальному русі ракети у суцільному повітряному середовищі.

Проведено порівняльну характеристику отриманих значень за даною математичною моделлю та за класичними рівняннями коливань прямої балки.

*Ключові слова:* Рух ракети, взаємопов'язані коливання.

УДК 531.13

**В. Г. Савін, І. О. Моргун**  
**РІВНЯННЯ КОЛИВАНЬ П'ЄЗОКЕРАМІЧНИХ СФЕРИЧНИХ І ЦИЛІНДРИЧНИХ ОБОЛОНОК**

Робота присвячена виведенню рівнянь, що описують тривимірні коливання радіально поляризованих циліндричних і сферичних п'єзокерамічних оболонок.

Рівняння отримані із залученням лінійної теорії електропружності і гіпотез Кирхгофа-Лява. Також в роботі приведені рівняння руху п'єзокерамічних оболонок для ряду окремих випадків, коли вони здійснюють двовимірні, а також одновимірні (пульсуючі) коливання. Крім того, сформульовані механічні й електричні граничні умови, які зазвичай зустрічаються в прикладних задачах гідроелектропружності при вивченні коливань тонкостінних електроакустичних перетворювачів, що працюють в режимах випромінювання і прийому акустичних хвиль.

**Ключові слова:** п'єзокерамічна оболонка, циліндрична електропружна оболонка, сферична електропружна оболонка, тривимірні коливання, граничні умови.

УДК 539.3

**О. М. Алексейчук, С. І. Трубочев**

### **РОЗРАХУНОК САНДВІЧЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІД ДІЄЮ СТАТИЧНИХ І ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ**

Запропоновано метод розрахунку напружено-деформованого стану тришарових пластин з м'яким наповнювачем, які піддавалися дії статичних і динамічних навантажень. Метод заснований на варіаційно-сітковому підході. У трикутному кінцевому елементі враховуються різні наближення функцій відхилення несучих шарів і фільтрів. Для мінімізації функціонала потенціальної енергії використовується метод покоординатного спуску. Рішення тестових прикладів підтверджує ефективність використовуваного підходу.

**Ключові слова:** напружено-деформівний стан, частота коливань, конструкції з композитних матеріалів.

УДК 629.735

**В. В. Сухов, І. С. Кривохатько**

### **ПОРІВНЯННЯ РОЗРАХУНКУ АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛІТАКА А-20 З ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИМИ ДАНИМИ**

Експериментально перевірено коректність методики аеродинамічного розрахунку за допомогою програмного забезпечення PANSYM. Розглянуто випадки літака з невідхиленим та відхиленим закрилком, з вихорогенераторами та без них. Визначено умови, за яких допускається використання результатів розрахунку даної програми.

**Ключові слова:** вихорогенератори, чисельні методи аеродинаміки.

УДК 620.91

**О. М. Беньковський**

### **ОДИН З ПІДХОДІВ АЕРОДИНАМІЧНОГО РОЗРАХУНКУ ДВОЛОПАТЕВОГО РОТОРУ ВІТРОГЕНЕРАТОРУ**

Розглянуто розробку методики аеродинамічного розрахунку дволопатевого роторів вітрогенераторів, на основі розрахунку біпланної коробки методом Бетца. За допомогою отриманої методики можна розраховувати дволопатевого ротори з установочними кутами, різним профілюванням та різними габаритами лопатей.

**Ключові слова:** вітрогенератор, вітротурбіна, ротор вітрогенератора.

УДК 629.735.051-52(045)

**А. А. Тунік, М. М. Комнацька**

### **СИНТЕЗ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПОЛЬОТОМ ІЗ НЕЧІТКИМИ РЕГУЛЯТОРАМИ ЗА ДОПОМОГОЮ ЛІНІЙНИХ МАТРИЧНИХ НЕРІВНОСТЕЙ**

Розглядається задача синтезу статичного регулятора за виходом у ланцюзі зворотного зв'язку для системи управління польотом малого безпілотного апарата, яка

складається із двох контурів: внутрішнього “чіткого” та зовнішнього нечіткого. Задача синтезу статичного зворотного зв'язку за виходом розглядається в термінах лінійних матричних нерівностей (ЛМН). Особливість цієї статті полягає в тому, що ЛМН, які використовуються для синтезу “чіткого” зворотного зв'язку, використовуються у процедурі синтезу статичного зворотного зв'язку за виходом зовнішнього контуру управління для нечіткої моделі Такагі – Сугено (Т-С). Ефективність запропонованого методу ілюструється на прикладі синтезу системи управління бічним рухом безпілотного літального апарату (БПЛА).

**Ключові слова:** лінійні матричні нерівності, статичний зворотний зв'язок за виходом, синтез управління  $H_\infty$ , нечітка система Такагі – Сугено (Т-С).

УДК: 629.783

О. В. Збруцький, О. М. Мелашенко, Л. М. Рижков

### РОБАСТНІ СИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ ОРІЄНТАЦІЇ ТА КЕРУВАННЯ МІКРОСУПУТНИКОМ

Розглядається комплексна проблема підвищення якості керування просторовою орієнтацію мікросупутника на основі використання сучасних інформаційних методів, алгоритмів формування моментів керування та використання робастних методів.

Моменти формуються магнітними котушками и двигунами-маховиками. Для виключення режиму розвантажування маховиків вводиться інтегральна складова в закон керування, причому тільки в керування котушками.

У зв'язку з відсутністю вимірювачів кутових швидкостей задача отримання повного вектора стану вирішується на основі тільки позиційних датчиків. Оцінювання вектора стану шляхом мультиплікативного оновлення оцінки орієнтації дозволяє за рахунок використання еліпсоїдального фільтра забезпечити високу точність оцінювання.

**Ключові слова:** робастний, оцінювання, магнітна котушка, двигун-маховик, еліпсоїдальний фільтр.

УДК 629.735

В. В. Бурнашев

### АЛГОРИТМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ УКРОЧЕНИМ ПРИЗЕМЛЕННЯМ ЛІТАКА

Розглянуто завдання автоматичного керування приземленням літака.

Викладено методику визначення геометричних і кінематичних параметрів траєкторії вирівнювання. Запропоновано спосіб автоматичного керування укороченим приземленням. Виконано комп'ютерне моделювання роботи системи керування автоматичною посадкою середньомагістрального літака.

УДК: 621.317

Ю. С. Шумков, Б. П. Хіміченко, В. Ю. Удот, Я. Г. Фроліков

### СИНТЕЗ ЕКСПОНЕНЦІАЛЬНИХ СПЛАЙНІВ НА ОСНОВІ МОДЕЛЕЙ ЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ

Дано обґрунтування щодо застосування при визначенні параметрів лінійних електричних кіл і їх компонентів класу експоненціальних випробувальних сигналів (ВС) із метою отримання уніфікованого відгуку, форма якого є зручної до аналізу та контролю. Наведені основні визначення та методологія щодо синтезу експоненціальних сплайнів, що можуть бути безпосередньо сформовані у вигляді електричного сигналу у лінійних електричних колах.

**Ключові слова:** двополосне електричне коло, випробувальний сигнал спеціальної форми, експоненціальна модель, синтез, експоненціальний сплайн.

UDC 621.7.022.6

**V. V. Piddubny, V. O. Piddubny**

**DIMINISHING OF TEMPERATURE ERROR OF TRANSFORMERS ON SURFACE ACOUSTIC WAVES**

Structural schematics of surface-acoustic-wave transducers of mechanical sizes are considered, issues of increase of measuring exactness are discussed.

*Keywords:* differential transformer, SAW generator, delay line SAW.

UDC 531.383

**O. V. Prokhorchuk, P. V. Voilov**

**GENERALIZED ALGORITHM OF ESTIMATION SENSITIVITY OF KALMAN OBSERVER TO INACCURACY OF MATHEMATIC MODEL PARAMETERS SETTING**

In the work it is shown developed by authors generalized algorithms intended to analyse sensitivity of Kalman observer to inaccuracy of mathematic model parameters setting.

*Key words:* Kalman filter, observer sensitivity.

UDC 303.714

**J. Bobkov, O. Lipina**

**THE TESTING SYSTEMS DISTANCE COURSE "DIGITAL MEASURING DEVICES"**

The method of calculation the index of quality test systems was designed. Index of quality was calculated to test for distance course of discipline "Digital measuring devices" the "Department of Information and measuring equipment", National Technical University of Ukraine "Kiev Polytechnic Institute "in the direction 6.051001 "Metrology and information-measuring technology". Possibilities of application for the calculation the index of quality computing capabilities of distance learning platform Moodle. Are discussed the correlation coefficient of the overall evaluation of test results with the results of the exam for the discipline of " Digital measuring devices " and with an average bachelor's degree groups BB-51, BB-52 is calculated, which is within 0,5 – 0,8. The directions of adjustment of the system testing and further research was identified.

*Keywords:* testing, Distance learning, examination of tests quality, «digital measuring devices», reliability, criterion validity, Moodle.

UDC 004.415.2.031.43

**T. V. Veremiyenko, V. V. Mikulin**

**THE DESIGN AND IMPLEMENTATION OF INFORMATION-ANALYTICAL SYSTEM FOR FORECASTING PRICING.**

In this work is proposed and implemented computer information-analytical system analysis of exchange data. New mathematical models have been built for processes that characterize the dynamic of stock market. It was performed the comparative analysis of three forecasting methods: exponential smoothing, regression analysis and fuzzy group method arguments incorporation.

*Keywords:* information-analytical system, fuzzy group method of incorporation of the arguments, regression analysis, exponential smoothing.

UDC 621.317.725

**Y. M. Tuz, A. A. Ulianova, O. Synooka, O. Krivchenkova**

### **THE FREQUENCY ERROR OF THERMOELECTRIC VOLTAGE CONVERTERS**

The paper investigates the frequency error in a big frequency range. Nowadays we cannot ignore it because of the precision requirements satisfaction. The analysis is carried out for a case of the voltage comparison.

**Keywords:** frequency error, comparison, reference, thermocouple.

UDC 531.768

**N. G. Chernyak, K. N. Chernyak**

### **MICROPROCESSOR SYSTEM FOR OBJECT ORIENTATION ANGLES MEASUREMENT BASED ON MICROMECHANICAL ACCELEROMETER**

Results of developing a microprocessor system for object orientation angles measurement based on micromechanical accelerometer ADXL-203 are presented. Design, algorithm of operation, calibration method, mathematical model of errors and test results were considered for these systems.

**Keywords:** sensor; object orientation; the measurement of angles; micromechanical accelerometer; calibration; algorithm; model of errors.

UDC 534.3

**A. Korzhyk**

### **THE ONE METHOD OF SOLUTION OF HYDRO-ELECTROELASTIC PROBLEM FOR RADIATION OF SOUND WAVES BY ARRAYS OF STICKS TRANSDUCERS SYSTEMS**

In accord of main topics of electroelastic theory and a Kirghoff- Liwe hypothesis, the problem of radiation of sound waves by sticks hydro-acoustic transducers system was solved. For solution to put forward the boundary demand on the surface of top parts sticks and demand of full electrodes of work active transducers surfaces.

Bibl.13.II.4.

**Keywords:** acoustic interaction, electroelastic theory, radiation, transducers, electrode, sound waves, sticks, hydro-acoustic.

UDC 629.735

**O. P. Marynoshenko, Y. V. Franchuk**

### **MOTION OF ROCKET IN TROPOSPHERE**

A mathematical model that reflects the characteristics of rocket's stiffness, the movement of fuel through pipelines units, nonlinearity aerodynamic external loads at vertical rocket movement in continuous air habitat is proposed.

A comparison of the obtained values by using proposed mathematical model and classical equalizations of straight beam oscillations is done.

**Keywords:** The rocket motion, interaction and vibration.

UDC 531.13

**V. Savin, I. Morgun**

### **EQUALIZATIONS OF VIBRATIONS PIEZOCERAMIC OF SPHERICAL AND CYLINDRICAL SHELLS VIBRATION**

Work is devoted to the conclusion of equalizations, describing the three-dimensional vibrations of the radially polarized cylindrical and spherical piezoceramic shells. Equalizations are got with bringing in of linear theory of electro-resiliency and hypotheses of Kirchhoff-Love. Also equalizations of piezoceramic shells motion are in-process resulted for the row of the special cases, when they accomplish two-dimensional, and also unidimensional (pulsating) vibrations. In addition, mechanical and electric scope terms, which are usually met in the applied tasks of hydroelasticity at the study of vibrations of the thin-walled electro-acoustic transformers, working in the modes of radiation and reception of acoustic waves, are formulated.

**Keywords:** piezoceramic shell, cylindrical electro-resilient shell, spherical electro-resilient shell, three-dimensional vibrations, border

UDC 539.3

**O. N. Alekseichuk, S. I. Trubachev**

### **THE CALCULATION OF SANDWICH STRUCTURES UNDER ACTION OF STATIC AND DYNAMIC LOADS.**

A method based on the variation-network approach is suggested to design three-layer plates with a soft filler which are subjected to the effect of static and dynamic loads. A triangular three-layer finite element is considered which uses different approximating functions of deflection of carrying layers and a filter. A method of coordinate descent is used for minimization of the potential energy of the elastic deformation in the statistical problem and Rayleigh-Ritz ratio in the dynamic problem. Each subsequent form and frequency are obtained by the functional minimization on a subspace orthogonal to that constructed on eigen vectors determined before. Solution of test examples has confirmed the efficiency of the used approach.

**Keywords:** stress-strain state, the oscillation frequency, design of composite materials.

UDC 629.735

**Victor V. Suhov, Illia S. Kryvokhatko**

### **COMPARISON OF A-20 AERODYNAMIC CHARACTERISTICS CALCULATION WITH EXPERIMENTAL DATA**

In this article correctness of the aerodynamic calculation method with help of PANSYM software was checked experimentally. Cases of the plane with deflected and non-deflected flaps, with and without vortex generators were considered. The conditions in which use of program computation results is acceptable were defined.

**Keywords:** vortex generators, computational fluid dynamics.

UDC 620.91

**O. Bencovskiy**

### **ONE OF THE WAYS TO CALCULATE AERODYNAMICS OF WIND-GENERATOR'S TWO-BLADED ROTOR**

The subject of the article is new method for aerodynamic calculation of two-bladed rotor of wind generator, which is based on the Betz method, that is used for biplane scheme

calculation. Developed method allow to calculate two-bladed rotors with installation angles, rotors with blades that differ in profile or size.

**Keywords:** wind-generator, wind turbine, rotor of wind-generator.

UDC 629.735.051-52(045)

**A. A. Tunik, M. M. Komnatska**

### **AN LMI- BASED DESIGN OF FLIGHT CONTROL SYSTEMS WITH FUZZY CONTROLLERS**

This paper presents the problem of static output feedback controller design for small UAV with combined structure of Flight Control System (FCS). The architecture of FCS includes the inner “crisp” and outer fuzzy loops. The proposed design method is based on Linear Matrix Inequality approach (LMI). The main feature of this paper constitutes that the LMI approach used for inner loop controller design is extended to the outer loop static output feedback (SOF) construction for Takagi-Sugeno (T-S) Fuzzy System. The efficiency of the proposed design method is demonstrated by an example of lateral channel of the Unmanned Aerial Vehicle flight control system.

**Keywords:** linear matrix inequality, static output feedback,  $H_\infty$  control design, Takagi-Sugeno (T-S) fuzzy system.

**UDC: 629.783**

**O. V. Zbrutsky, O. M. Melaschenko, L. M. Ryzhkov**

### **ROBUST ATTITUDE DETERMINATION AND CONTROL SYSTEM OF MICROSATELLITE**

The complex problem of quality increasing of the satellite spatial orientation control is examined by the use of modern methods of information treatment, algorithms of control moments forming and using of robust control methods.

The moments are created with magnetic coils and reaction-wheels. For the exception of the unloading mode of reaction-wheels an integral action is entered in the control law, thus it is given only on coils.

In default of angular rate sensor, it will be to decide the problem of satellite full state vector estimation on the ground of signals only position sensors – magnetometer and Sun sensor with the use of algorithm of set-valued estimation. Estimation of satellite state vector with multiplicative update of orientation estimation allows set-valued filter to provide high accuracy of estimation at uncertain environment of operating on a satellite.

**Keywords:** robust, estimation, magnetic coil, reaction-wheel, set-valued filter.

UDC 629.735

**V. V. Burnashev**

### **AUTOMATIC STEERING ALGORITHMS OF THE AIRPLANE SHORT-CUT TOUCHDOWN**

The problem of automatic steering of the airplane touchdown is surveyed. The technique of geometrical and kinematic parameters definition of a flare path is explained. The way of the short touchdown automatic steering is offered. Computer modelling activity of the automatic landing control system for medium-range airplane is executed.

UDC: 621.317

**Y. S. Shumkov, B. P. Himichenko, V. Y. Udot, Y. G. Frolikov**

### **SYNTHESIS OF EXPONENTIAL SPLINES BASED ON MODELS OF LINEAR ELECTRIC CIRCUITS**

The grounds of application are given during measuring of parameters linear electric circuits and their components of class of exponential test signals in order to receive compatible response, the form which is comfortable for analysis and control. The main



## A b s t r a c t s

---

definitions and the synthesis of exponential splines methodology are given, which can be formulated as electric signal in linear electric circuits.

**Keywords:** bipolar electric circuit, testing signal of special form, exponential model, synthesis, exponential spline.

УДК 621.7.022.6

**В. В. Поддубный, В. А. Поддубный**

### **УМЕНЬШЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НА ПОВЕРХНОСТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛНАХ**

Рассмотрены структурные схемы преобразователей механических величин на поверхностных акустических волнах, обсуждены вопросы повышения точности измерения.

*Ключевые слова:* дифференциальный преобразователь, ПАВ генератор, линия задержки на ПАВ.

УДК 531.383

**О. В. Прохорчук, П. В. Войлов**

### **ОБОБЩЕННЫЙ АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ НАБЛЮДАТЕЛЕЙ КАЛМАНОВСКОГО ТИПА К НЕТОЧНОСТИ ЗАДАНИЯ ПАРАМЕТРОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ**

В работе приведены разработанные авторами обобщенные алгоритмы, предназначенные для анализа чувствительности наблюдателей калмановского типа к неточности задания параметров математической модели системы.

*Ключевые слова:* фильтр Калмана, чувствительность наблюдателя.

УДК 303.714

**Ю.В. Бобков, О. Н. Липин**

### **СИСТЕМА ТЕСТИРОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННОГО КУРСА «ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ»**

В работе предложена методика расчетов показателей качества систем тестирования, по которой проведены расчеты для тестов по дистанционному курсу дисциплины «Цифровые измерительные приборы» кафедры «Информационно-измерительной техники» Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт» по направлению 6.051001 "Метрология и информационно-измерительные технологии". Проанализированы возможности применения для расчетов показателей качества вычислительных возможностей платформы дистанционного обучения Moodle. Рассчитан коэффициент корреляции общей оценки результатов тестирования с результатами экзамена по дисциплине «Цифровые измерительные приборы» и со средним баллом диплома бакалавра групп ВВ-51, ВВ-52, который находится в пределах 0,5 – 0,8. Определены направления корректировки системы тестирования и дальнейших исследований.

*Ключевые слова:* тестирование, дистанционное обучение, экспертиза качества тестов, «цифровые измерительные приборы», надежность, критериальная валидность, Moodle.

УДК 004.415.2.031.43

**Т.В. Веремеенко, В.В. Микулин**

### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ**

В данной работе предложена и реализована компьютерная информационно-аналитическая система анализа биржевых данных. Построены новые математические

модели для процессов, которые характеризуют динамику развития фондового рынка. Выполнен сравнительный анализ результатов прогнозирования тремя методами: экспоненциальное сглаживание, регрессионный анализ и нечеткий метод группового учета аргументов.

**Ключевые слова:** информационно-аналитическая система, нечеткий метод группового учета аргументов, регрессионное уравнение, экспоненциальное сглаживание, нестационарный процесс.

УДК 621.317.725

**Ю. М. Туз, А. А. Ульянова, О. В. Синеокая, О. М. Кривченкова**

### **ЧАСТОТНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ**

В статье рассматривается частотная погрешность в значительном диапазоне частот, пренебрежение которой при современных требованиях по точности является недопустимым. Анализ выполняется для случая компарирования напряжения.

**Ключевые слова:** частотная погрешность, компарирование, эталон, термопара.

УДК 531.768

**Н. Г. Черняк, К. Н. Черняк**

### **МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВ ОРИЕНТАЦИИ ОБЪЕКТА НА ОСНОВЕ МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА**

Представлены результаты разработки микропроцессорной системы для измерения углов ориентации объекта на основе микромеханического акселерометра ADXL-203.

Рассмотрены конструкция, алгоритм работы, метод калибровки, математическая модель погрешностей и результаты испытаний системы.

**Ключевые слова:** ориентация объекта, измерение углов, микромеханический акселерометр, калибровка, алгоритм, модель погрешностей.

УДК 534.3

**А. В. Коржик**

### **ОДИН ИЗ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СТАЦИОНАРНОЙ ГИДРОЭЛЕКТРОУПРУГОСТИ ДЛЯ РЕЖИМА ИЗЛУЧЕНИЯ ЗВУКОВЫХ ВОЛН АНТЕННЫМИ РЕШЕТКАМИ, ОБРАЗОВАННЫМИ СИСТЕМАМИ СТЕРЖНЕВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**

С использованием основных положений прикладной теории элетроупругости, адекватной гипотезам Кихргофа – Лява, а также основных уравнений акустики, доопределенных условиями сопряжения на рабочих активных поверхностях, решена задачи стационарной гидроэлектрoупругости об излучении звуковых волн антенными решетками на основе пьезокерамических стержней с полностью электродированными торцевыми гранями.

**Ключевые слова:** акустическое взаимодействие, решетка, электроупругий преобразователь, форма колебаний, электрод, , стержень, давление, нормальная составляющая скорости

УДК 629.735

**О. П. Мариношенко, Ю. В. Франчук**

### **ДВИЖЕНИЕ РАКЕТЫ В ПРОСТРАНСТВЕ**

Предложена математическая модель, отражающая жесткостные характеристики ракеты, движение топлива по трубопроводам агрегатов, нелинейность аэродинамических внешних нагрузок при вертикальном движении ракеты в сплошной воздушной среде.

Проведена сравнительная характеристика полученных значений по данной математической модели и по классическим уравнениями колебаний прямой балки.

*Ключевые слова:* Движение ракеты, взаимосвязанные колебания.

УДК 531.13

**В. Г. Савин, И.О. Моргун**

### **УРАВНЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИХ СФЕРИЧЕСКИХ И ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК**

Работа посвящена выводу уравнений, описывающих трехмерные колебания радиально поляризованных цилиндрических и сферических пьезокерамических оболочек. Уравнения получены с привлечением линейной теории электроупругости и гипотез Кирхгофа-Лява. Также в работе приведены уравнения движения пьезокерамических оболочек для ряда частных случаев, когда они совершают двумерные, а также одномерные (пульсирующие) колебания. Кроме того, сформулированы механические и электрические граничные условия, которые обычно встречаются в прикладных задачах гидроэлектроупругости при изучении колебаний тонкостенных электроакустических преобразователей, работающих в режимах излучения и приема акустических волн.

*Ключевые слова:* пьезокерамическая оболочка, цилиндрическая электроупругая оболочка, сферическая электроупругая оболочка, трехмерные колебания, граничные условия.

УДК 539.3

**О. Н. Алексейчук, С. И. Трубачев**

### **РАСЧЕТ САНДВИЧЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК**

В работе предложен метод расчета напряженно-деформированного состояния трехслойных пластин с мягким наполнителем, которые подвергались воздействию статических и динамических нагрузок, основанный на вариационно-сеточном подходе. В треугольном конечном элементе учитываются различные приближения функций отклонения несущих слоев и фильтров. Для минимизации функционала потенциальной энергии используется метод покоординатного спуска. Решение тестовых примеров подтверждает эффективность используемого подхода.

*Ключевые слова:* напряженно-деформированное состояние, частота колебаний, конструкции из композиционных материалов.

УДК 629.735

**В. В. Сухов, И. С. Кривохатько**

### **СРАВНЕНИЕ РАСЧЕТА АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК САМОЛЕТА А-20 С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМИ ДАННЫМИ**

В данной работе экспериментально проверено корректность методики аэродинамического расчета при помощи программного обеспечения PANSYM. Рассмотрены случаи самолета с неотклоненным и отклоненным закрылком, с вихрегенераторами и без них. Определены условия, при которых допускается использование результатов расчета данной программы.

*Ключевые слова:* вихрегенераторы, численные методы аэродинамики.

УДК 620.91

**А. Н. Беньковский**

### **ОДИН ИЗ ПОДХОДОВ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ДВУХЛОПАСТНОГО РОТОРА ВЕТРОГЕНЕРАТОРА**

В данной работе рассмотрена разработка методики аэродинамического расчета двухлопастных роторов ветрогенераторов, на основе расчета бипланной коробки по методу Бетца. Полученная методика позволяет проводить расчет двухлопастных роторов с лопастями, которые могут иметь установочные углы, разное профилирование или габариты.

*Ключевые слова:* ветрогенератор, ветротурбина, ротор ветрогенератора.

УДК 629.735.051-52(045)

**А. А. Туник, М. Н. Комнацкая**

### **СИНТЕЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛОТОМ С НЕЧЕТКИМИ РЕГУЛЯТОРАМИ НА ОСНОВЕ ЛИНЕЙНЫХ МАТРИЧНЫХ НЕРАВЕНСТВ**

В статье рассматривается задача синтеза статического регулятора по выходу в цепи обратной связи для системы управления полетом малого беспилотного аппарата, состоящей из двух контуров: внутреннего “четкого” и внешнего нечеткого. Задача синтеза статической обратной связи по выходу рассматривается в терминах линейных матричных неравенствах (ЛМН). Особенность данной статьи является то, что ЛМН, используемые для синтеза четкой обратной связи, распространяются на синтез статической обратной связи по выходу внешнего контура управления для нечеткой модели Такаги – Сугено. Эффективность предложенного метода иллюстрируется на примере синтеза системы управления полетом боковым движением беспилотного летательного аппарата (БПЛА).

*Ключевые слова:* линейные матричные неравенства, статическая обратная связь по выходу, синтез управления  $H_\infty$ , нечеткая система Такаги – Сугено (Т-С).

**УДК: 629.783**

**А. В. Збруцкий, О. Н. Мелашенко, Л. М. Рыжков**

### **РОБАСТНЫЕ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРИЕНТАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ МИКРОСПУТНИКА**

Рассматривается комплексная проблема повышения качества пространственной ориентации микроспутника на основе использования современных информационных методов, алгоритмов формирования моментов управления и использования робастных методов.

Моменты формируются магнитными катушками и двигателями-маховиками. Для исключения режима разгрузки маховиков вводится интегральная составляющая в закон управления, причем, только в управление катушками.

В связи с отсутствием измерителей угловых скоростей задача получения полного вектора состояния решается на основе только позиционных датчиков. Оценивание вектора состояния путем мультипликативного обновления оценивания ориентации позволяет за счет применения эллипсоидального фильтра обеспечить высокую точность оценивания.

**Ключевые слова:** робастный, оценивание, магнитная катушка, двигатель-маховик, эллипсоидальный фильтр.

УДК 629.735

**В. В. Бурнашев**

### **АЛГОРИТМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ УКРОЧЕННЫМ ПРИЗЕМЛЕНИЕМ САМОЛЕТА**

Рассмотрена задача автоматического управления приземлением самолета. Изложена методика определения геометрических и кинематических параметров траектории выравнивания. Предложен способ автоматического управления укороченным приземлением. Выполнено компьютерное моделирование работы системы управления автоматической посадкой среднемагистрального самолета.

УДК: 621.317

**Ю. С. Шумков, Б. П. Химиченко, В. Ю. Удот, Я. Г. Фроликов**

### **СИНТЕЗ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНЫХ СПЛАЙНОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ**

Дано обоснование применения при измерениях параметров линейных электрических цепей и их компонентов класса экспоненциальных испытательных сигналов с целью получения унифицированного отклика, форма которого является удобной для анализа и контроля. Даны основные определения и методология синтеза экспоненциальных сплайнов, которые могут быть непосредственно сформированы в виде электрического сигнала в линейных электрических цепях.

**Ключевые слова:** двухполюсная электрическая цепь, испытательный сигнал специальной формы, экспоненциальная модель, синтез, экспоненциальный сплайн.