

С. В. ДУХОПЕЛЬНИКОВ

В ПАМЯТЬ О ПРОФЕССОРЕ ГАНДЕЛЕ Ю. В.

Наведені деякі факти з біографії та професійної діяльності відомого харківського вченого та педагога Ю.В. Ганделя, які раніше не оприлюднювалися.

Ключові слова: Гандель Юрій Володимирович.

Приведены некоторые факты из биографии и профессиональной деятельности известного харьковского ученого и педагога Ю.В. Ганделя, которые ранее не обнародовались.

Ключевые слова: Гандель Юрий Владимирович.

Several facts on the biography and professional activity of the Kharkov famous scientist and educator Gandel Yu.V., which have never been previously published, are presented.

Key words: Yuriy V. Gandel.

О. Р. БЕЛЯНСКА, М. Д. ВОЛОШИН, Д. М. КАЧАНОВ, Ю. А. КАЧАНОВА

ВИРОБНИЦТВО БІОГАЗУ ТА КОМПЛЕКСНОГО ДОБРИВА З ТВЕРДИХ ПРОМИСЛОВО – ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ІЗ ДОДАВАННЯМ АКТИВНИХ ДОМІШОК

Наведено дослідження впливу додавання активних домішок до анаеробно зброджуваної суміші твердих промислово – побутових відходів на динаміку та швидкість виходу біогазу методом регресійного аналізу та лабораторних досліджень. Визначено вплив факторів, що впливають на якість процесу анаеробного бродиння, зокрема динаміку та швидкість виходу біогазу за отриманими результатами. Методом регресійного аналізу встановлено вплив біологічно активних домішок, доданих до зброджуваної суміші твердих промислово – побутових відходів, на швидкість та динаміку виходу біогазу.

Ключові слова: анаеробне бродиння, біогаз, активні домішки, тверді побутові відходи.

Приведено исследование влияния добавления активных примесей к анаэробно сбраживаемой смеси твердых промышленно – бытовых отходов на динамику и скорость выхода биогаза методом регрессионного анализа и лабораторных исследований. Определенно влияние факторов, которые влияют на качество процесса анаэробного брожения, в частности динамику и скорость выхода биогаза по полученным результатам. Методом регрессионного анализа установлено влияние биологически активных примесей, прибавленных к сбраживаемой смеси твердых промышленно–бытовых отходов, на скорость и динамику выхода биогаза.

Ключевые слова: анаэробное брожение, биогаз, активные добавки, твердые бытовые отходы.

The effect of adding active admixtures to the fermentation mixture of solid industrial waste on the dynamics and speed of biogas emission is studied using regression analysis and laboratory tests. The influence of the factors that affect the quality of the process of anaerobic fermentation in particular dynamics and biogas emission speed is determined by the results. The method of regression analysis is used to study the influence of the biologically active admixtures added to the fermentation mixture of solid industrial waste on the speed and dynamics of biogas emission. It is found that the most optimal is the process of fermentation of solid industrial waste with the addition of enzymes in the amount of 0,05 g per 1 kg of fermentation mixture, then the final emission of biogas is increased by 1,5 times for 1 kg of dry substance. A technology scheme of producing biogas and complex fertilizer from solid industrial waste with the addition of active admixtures is proposed.

Key words: anaerobically fermented, biogas, active additives, solid industrial waste.

Е. В. БЕРЕЖНАЯ, Э. П. ГРИБКОВ, В. Д. КУЗНЕЦОВ

ЧИСЛЕННОЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНСОЛИДАЦИИ ПОРОШКОВОЙ СРЕДЫ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫМ МЕТОДОМ

Розроблено математичну модель напружено-деформованого стану та температурного поля порошкового матеріалу в термодформаційній зоні при електроконтактному наплавленні деталей типу тіл обертання, що враховує утворення металевих зв'язків між порошковим середовищем та поверхнею деталі та дозволяє визначити раціональні технологічні режими процесу нанесення функціонального шару. Досліджено розподіл температур в шарі, що наплавляється в термодформаційній зоні, що дозволяє визначити характер розподілу силових навантажень.

Ключові слова: математична модель, порошкова середа, термодформація.

Разработана математическая модель напряженно-деформированного состояния и температурного поля порошкового материала в термодформационной зоне при электроконтактной наплавке деталей типа тел вращения, учитывающая образование металлических связей между порошковой средой и поверхностью детали и позволяющая определить рациональные технологические режимы процесса нанесения функционального слоя. Исследовано распределение температур в слое, наплавляемом в термодформационной зоне, позволяющей определить характер распределения силовых нагрузок.

Ключевые слова: математическая модель, порошковая среда, термодформация.

A mathematical model of the stress-strained state and temperature fields of powder material in the thermal deformation zone at the electric contact surfacing of the shaft type parts is developed. The mathematical model accounts for the metal connection arising between the powder material and the surface of the part and also allows determining efficient operating parameters of the coating formation process. Studying the distribution of the temperatures in the layer surfaced in the thermal deformation zone allows determining the character of power load distribution.

Key words: mathematical model, powder medium, thermal deformation.

Э. И. ВЕЛИЕВ

ЧИСЛЕННО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ДВУХМЕРНЫХ ЗАДАЧАХ ТЕОРИИ ДИФРАКЦИИ

Запропоновано методи розв'язання інтегральних рівнянь, які виникають у багатьох крайових задачах прикладної електродинаміки. Методи засновані на використанні ортогональних багаточленів, які дозволяють враховувати особливості шуканих функцій на кінцях області інтегрування. Ці особливості, як правило, в реальних радіофізичних завданнях пов'язані з поведінкою напруженості електромагнітних полів і поверхневих струмів, наприклад, на ребрах екра-

нів.

Ключові слова: інтегральні рівняння, логарифмічне різницеве ядро, ортогональні багаточлени, спектральні співвідношення.

Предлагаются методы решения интегральных уравнений, которые возникают во многих краевых задачах прикладной электродинамики. Методы основаны на использовании ортогональных многочленов, которые позволяют учитывать особенности искоемых функций на концах области интегрирования. Эти особенности, как правило, в реальных радиофизических задачах связаны с поведением напряжённости электромагнитных полей и поверхностных токов, к примеру, на рёбрах экранов.

Ключевые слова: интегральные уравнения, логарифмическое разностное ядро, ортогональные многочлены, спектральные соотношения.

The article offers the methods of solving integral equations (IE) arising in many boundary value problems of applied electrodynamics. These methods are based on the use of orthogonal polynomials (OP), which allow to consider features of the sought functions at the ends of the region of integration. As a rule, in real radiophysical problems these features are associated with the behavior of electromagnetic fields and surface currents, for example, on the edges of the screens.

Key words: integral equations with the log-difference kernel, orthogonal polynomials, spectral ratio.

УДК 539.3

А. В. ВОРОПАЙ, А. Л. ГРИГОРЬЕВ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРЕМЫ ЭФРОСА ДЛЯ УЧЁТА ДИССИПАТИВНЫХ СВОЙСТВ ДЕФОРМИРУЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ

На основі операційного обчислення і теореми Ефроса запропоновано новий підхід до аналізу перехідних процесів в пружному континуумі, викликаних нестационарними силовими збуреннями. Він дозволяє враховувати внутрішнє в'язке тертя в матеріалі, що описується моделлю тертя Кельвіна – Фойхта. Значений підхід використовує згладжуючий лінійний інтегральний оператор з гаусовим різницеvim ядром і може бути застосований для будь-яких пружних рішень, які представлені у вигляді інтегралів Дюамеля типу згортки. Досліджено алгебраїчні властивості цього оператора. Наведено приклади розрахунків для балки та пластини в пружній і в'язкопружній постановках.

Ключові слова: механічні коливання, в'язкопружний континуум, перехідний процес, тертя Кельвіна – Фойхта, операційне числення, теорема Ефроса, інтеграл Дюамеля, інтегральний оператор, функція Гауса, коливання балок та пластин.

На основе операционного исчисления и теоремы Эфроса предложен новый подход к анализу переходных процессов в упругом континууме, вызванных нестационарными силовыми возмущениями. Он позволяет учитывать внутреннее вязкое трение в материале, описываемое моделью трения Кельвина – Фойхта. Указанный подход использует сглаживающий линейный интегральный оператор с гауссовым разностным ядром и может быть применен для любых упругих решений, которые представлены в виде интегралов Дюамеля типа свёртки. Исследованы алгебраические свойства этого оператора. Приведены примеры расчетов для балки и пластины в упругой и вязкоупругой постановках.

Ключевые слова: механические колебания, вязкоупругий континуум, переходной процесс, трение Кельвина – Фойхта, операционное исчисление, теорема Эфроса, интеграл Дюамеля, интегральный оператор, функция Гаусса, колебания балок и пластин.

A new approach to the analysis of transient processes in the elastic continuum, caused by nonstationary force perturbations, on the basis of the operational calculus and the Efros theorem is proposed. It allows taking into consideration the internal viscous friction in the material, described by the Kelvin-Feucht friction model. This approach uses a smoothing linear integral operator with a Gaussian difference kernel and can be applied to any elastic solutions that are represented as Duhamel convolution type integrals. The algebraic properties of this operator are investigated. The examples of calculating for a beam and a plate in elastic and viscoelastic settings are given.

Key words: mechanical oscillations, viscoelastic continuum, transient process, Kelvin-Feucht friction, operational calculus, Efros theorem, Duhamel integral, integral operator, Gaussian function, beam and plate oscillations.

УДК 629.113

А. П. КОЖУШКО, О. О. ОСТРОВЕРХ, В. М. ШЕВЦОВ

ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗСТУПІНЧАТОЇ ТРАНСМІСІЇ АВТОМОБІЛЯ КРАЗ-63221-02 ДЛЯ РЕМОНТУ НАФТОГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН

Описано процес визначення динамічного фактора автомобіля для ремонту нафтогазових свердловин, який оснащено механічною та гідрооб'ємно-механічною трансмісією. Обґрунтовано вибір підходу для визначення передавального відношення в замкнутому контурі безступінчастої гідрооб'ємно-механічної трансмісії. Наведено результати порівняльного аналізу значень динамічного фактора при використанні на автомобілях для ремонту нафтогазових свердловин безступінчастої гідрооб'ємно-механічної та механічної трансмісії.

Ключові слова: автомобіль, розгін, гідрооб'ємно-механічна трансмісія, динамічний фактор, коефіцієнт корисної дії.

Описан процесс определения динамического фактора автомобиля для ремонта нефтегазовых скважин, который оснащён механической и гидрообъемно-механической трансмиссиями. Обосновано определение передаточного отношения в замкнутом контуре бесступенчатой гидрообъемно-механической трансмиссии, и приведены результаты сравнительного анализа значений динамического фактора при использовании на автомобилях для ремонта нефтегазовых скважин бесступенчатой гидрообъемно-механической и механической трансмиссий.

Ключевые слова: автомобиль, разгон, гидрообъемно-механическая трансмиссия, динамический фактор, коэффициент полезного действия.

In this paper we describe the process of determining the value of the dynamic factor for the vehicle KrAZ-63221-02 used to repair oil and gas wells, which is equipped with mechanical and hydrovolumetric-mechanical transmissions. Two approaches are proposed for determining the transmission number of the hydrovolumetric-mechanical transmission by constructing a system of equations describing the change in angular velocities of the hydrovolumetric-mechanical transmission elements and the formation of a transmission ratio in a closed circuit. The paper substantiates the choice of the approach to determine the transmission ratio in a closed circuit of a continuously variable hydrovolumetric-mechanical transmission. The values of the coefficient of efficiency for continuously variable hydrovolumetric-mechanical and mechanical transmissions are calculated. The results of the comparative analysis of the values of the dynamic factor for the vehicles used to repair oil and gas wells with continuously variable hydrovolumetric-mechanical and mechanical transmissions are given.

Key words: vehicle, acceleration, hydrovolumetric-mechanical transmission, dynamic factor, efficiency.

УДК 519.6

О. М. ЛИТВИН, М. В. АРТЮХ

УЗАГАЛЬНЕНА ВИРОБНИЧА ФУНКЦІЯ, ЩО ЯВНО ЗАЛЕЖИТЬ ВІД ОБ'ЄМНИХ ПОКАЗНИКІВ РЕСУРСІВ ТА КАПІТАЛООЗБРОЄНОСТІ

Робота присвячена розробці виробничої функції, що явно залежить від об'ємних показників ресурсів та капіталоозброєності. Проведено огляд виробничих функцій зі сталими коефіцієнтами еластичності. Виробничі функції зі сталими коефіцієнтами еластичності дають меншу якість наближення до фактичних

даних, тому є необхідність у розробці виробничих функцій зі змінними коефіцієнтами еластичності. Запропоновано математичну модель виробничої функції, що явно залежить від об'ємних показників ресурсів та капіталоозброєності. Отримано виробничу функцію на основі даного методу. Наведено порівняльний аналіз виробничої функції Кобба – Дугласа та виробничої функції, що явно залежить від об'ємних показників ресурсів та капіталоозброєності. Ця модель дозволяє прогнозувати випуск продукції для різних значень капіталоозброєності, а також знаходити максимальний можливий випуск продукції при збільшенні капіталоозброєності.

Ключові слова: виробничі функції Кобба – Дугласа, еластичність заміщення, виробничі функції зі змінними коефіцієнтами.

Работа посвящена разработке производственной функции, явно зависящей от объемных показателей ресурсов и капиталовооруженности. Проведен обзор производственных функций с постоянными коэффициентами эластичности. Производственные функции с постоянными коэффициентами эластичности дают меньшее качество приближения к фактическим данным, поэтому есть необходимость в разработке производственных функций с переменными коэффициентами эластичности. Предложена математическая модель производственной функции, явно зависящей от объемных показателей ресурсов и капиталовооруженности. На основе данного метода получена производственная функция. Проведен сравнительный анализ производственной функции Кобба – Дугласа и производственной функции, явно зависящей от объемных показателей ресурсов и капиталовооруженности. Эта модель позволяет прогнозировать выпуск продукции при разных значениях капиталовооруженности, а также находить максимально возможный выпуск продукции при увеличении капиталовооруженности.

Ключевые слова: производственная функция Кобба – Дугласа, эластичность замещения, производственная функция с переменными коэффициентами.

The work is devoted to developing a production function, which depends explicitly on the volume indicators of resources and capital endowment. The review of production functions with constant coefficients of elasticity is given. Production functions with constant elasticity coefficients give a lower quality of approximation to the actual data, so there is a need to develop production functions with variable coefficients of elasticity. A mathematical model of a production function, which depends explicitly on the volume indicators of resources and capital endowment, is developed. A production function is built based on this method. The comparative analysis of the Cobb – Douglas production function versus the one depending explicitly on the volume indicators of resources and capital endowment is given. This model allows us to predict the output for different values of capital endowment and to find the maximum possible output while increasing capital endowment.

Key words: the Cobb – Douglas production function, elasticity of substitution, production function with variable coefficients.

УДК 519.6

О. М. ЛИТВИН, О. П. НЕЧУЙВИТЕР, К. В. КЕЙТА

ОБЧИСЛЕННЯ ІНТЕГРАЛІВ ВІД ТРИГОНОМЕТРИЧНИХ ФУНКЦІЙ ДВОХ ЗМІННИХ У ВИПАДКУ РІЗНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ОПЕРАТОРІВ

Робота присвячена розробці математичних моделей цифрової обробки сигналів та зображень на прикладі побудови кубатурних формул наближеного обчислення інтегралів від швидкоосцилюючих функцій двох змінних. Розглядається кубатурна формула обчислення інтегралів від тригонометричних функцій двох змінних з використанням інтерлінації у випадку, коли інформація про функцію задана її значеннями в точках. Кубатурна формула будується з використанням оператора інтерлінації з допоміжними функціями у вигляді кусково-сталих сплайнів. Отримано оцінку похибки наближення кубатурних формул на класі диференційованих функцій. Наведено чисельний експеримент, який підтверджує теоретичні результати дослідження.

Ключові слова: інтеграли від швидкоосцилюючих функцій двох змінних, кубатурні формули, інтерлінація функцій.

Работа посвящена усовершенствованию математических моделей цифровой обработки сигналов и изображений на примере построения кубатурных формул приближенного вычисления интегралов от быстроосциллирующих функций двух переменных. Рассматривается кубатурная формула вычисления интегралов от тригонометрических функций двух переменных с использованием интерлинеации в случае, когда информация о функции задана ее значениями в точках. Кубатурная формула строится с использованием оператора интерлинеации со вспомогательными функциями в виде кусочно-постоянных сплайнов. Получены оценки погрешности приближения кубатурных формул на классе дифференцируемых функций. Приведен численный эксперимент, подтверждающий теоретические результаты исследования.

Ключевые слова: интегралы от быстроосциллирующих функций двух переменных, кубатурные формулы, интерлинеация функций.

The paper deals with improving mathematical models of digital processing of signals and images by the example of constructing cubature formulas for computing integrals of high oscillating functions of two variables. The cubature formula for computing integrals of trigonometric functions of two variables using interlineation is considered for the case when the information about the function is given pointwise. The cubature formula is constructed using interlineation operator with auxiliary functions in the form of piecewise-constant splines. The cubature formula approximation error is obtained for a class of differentiable functions. A numerical experiment confirming the theoretical results is given.

Key words: integrals of high oscillating functions of two variables, cubature formula, interlineation.

UDC 519.25

T. O. MARYNYCH, L. D. NAZARENKO, N. H. KHOMENKO

COMPARATIVE ANALYSIS OF UNIVARIATE TIME SERIES MODELING AND FORECASTING TECHNIQUES FOR SHORT-TERM UNSTABLE DATA

Проведено емпіричне оцінювання адекватності та прогнозної точності класичних лінійних моделей авторегресії та ковзного середнього, моделей експоненційного згладжування, структурних, нелінійних та непараметричних моделей для одновимірних часових рядів невеликої вибірки з чисельними відхиленнями. Запропоновано метод покращення якості ARMA моделі за рахунок включення фіктивних та пояснювальних змінних, які відтворюють інформацію щодо рідких і аномальних спостережень ряду, та відповідної корекції порядку інтегрування.

Ключові слова: часовий ряд, декомпозиція, прогноз, аномальні відхилення, модель авто регресії та ковзного середнього, експоненційне згладжування.

Проведено эмпирическое оценивание адекватности и прогнозной точности классических линейных моделей авторегрессии и скользящего среднего, моделей экспоненциального сглаживания, структурных, нелинейных и непараметрических моделей для одномерных временных рядов небольшой выборки с многочисленными отклонениями. Предложен метод улучшения качества ARMA модели за счет включения фиктивных и объясняющих переменных, отражающих информацию о редких и аномальных наблюдениях ряда, а также коррекции соответствующего порядка интегрирования модели.

Ключевые слова: временной ряд, декомпозиция, прогноз, аномальные отклонения, модель авторегрессии и скользящего среднего, экспоненциальное сглаживание.

The article summarizes the international experience in univariate time series modeling approaches and methodology. It aims to make empirical assessment of their relevance and forecasting power for short sample volatile data with numerous aberrant observations and structural breaks with the help of the time series R packages. The findings revealed the pitfalls of outliers' neglect including stationarity and model misspecification, biased parameter estimates, deterioration of residuals' properties and prediction accuracy of the models. Empirical research demonstrated the outperformance of the outlier detection methods versus robust approaches that use smaller weights for aberrant observations. We tested a method of improving the forecasting power of the ARMA models by proper identification of hidden patterns and incorporation of additional information about extraordinary events into the model. We also considered frequency domain and nonparametric methods including exponential smoothing, seasonal and trend-cycle decomposition, structural and neural networks models to make comparative forecasting diagnostics. The findings showed slightly worse accuracy of the exponential smoothing and structural state-space models for short prediction horizons and their outperformance for longer forecasting periods.

Neural networks showed outstanding in-sample approximation but poor out-of-sample quality. We recommend further studying of the Bayesian regime switching models that have proven to be a comprehensive way to explore hidden patterns in data, as well as dynamic factor multivariate models that can improve explanatory and forecasting power of the time series models in various applications.

Key words: time series, decomposition, forecast, outlier, autoregressive and moving average model (ARMA), exponential smoothing.

УДК 001.57

А. М. МАЦУЙ, В. О. КОНДРАТЕЦЬ

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗВ'ЯЗКУ ОБ'ЄМУ І ВИСОТИ СИПКОВОГО МАТЕРІАЛУ У ПРОМИСЛОВИХ ЄМНОСТЯХ

Запропоновано моделі конічного бункера для сипких продуктів, які зв'язують відносні похибки висоти матеріалу і його неврахованого об'єму. При неврахованих об'ємах матеріалу до 12 ... 15 % вихідного значення абсолютні і відносні відхилення його висоти також змінюються. Отримані моделюванням відношення відносних похибок визначення висоти матеріалу і об'єму складає 1/3 і не залежать від висоти матеріалу і параметрів бункера.

Ключові слова: конічний бункер, сипкий матеріал, відносні похибки, висота, об'єм.

Предложено модели конического бункера для сыпучих продуктов, которые соединяют относительные погрешности высоты материала и его неучтенного объема. При неучтенных объемах материала до 12 ... 15 % исходного значения абсолютные и относительные отклонения его высоты также изменяются. Найденное моделированием отношение относительных погрешностей определения высоты материала и объема составляет 1/3 и не зависит от высоты материала и параметров бункера.

Ключевые слова: конический бункер, сыпучий материал, относительные погрешности, высота, объем.

Basic and alternative models of conical hopper for pouring or liquid products, which connect the relative height error of the material and its unaccounted volume in the form of algebraic equations of the third degree, are proposed. The numerical solutions of the equations show that the ratio of the relative deviations of the material height and volume is a constant value for comparatively small volumes of unaccounted material in the hopper, which do not exceed 15 % of the total value. A wider range of deviations of the unaccounted volume in the interval of 20 ... 50 % of the initial value do not violate the established trend of changing the ratio of the relative height deviations of the material to its volume. The ratio of the relative errors of determining the height of the material to relative error of measuring its volume obtained during modeling is 1/3 and does not depend on the height of the material and the hopper parameters.

Key words: conical hopper, pouring material, the relative errors, height, volume.

УДК 72.621.382.3

О. С. МЕЛЬНИК, В. О. ЄГОРЧЕНКОВ, А. О. КОСОВ

СВІТЛОДІОДНЕ ОСВІТЛЕННЯ ШТУЧНОГО НЕБОСХИЛУ

Розглядається можливість створення експериментального світлового середовища (геліокліматрона) для дослідження варіантів природного, штучного та сумісного освітлення при формуванні композицій інтер'єру та екстер'єру будівель. Запропоновані схеми комп'ютерного керування світлодіодними комірками, які формують розподіл світла і кольору. Практично такий небосхил з автоматизованою системою управління світлодіодним освітленням забезпечує дослідні потреби всіх світлотехнічних лабораторій.

Ключові слова: світлодіодна комірка, геліокліматрон, контролер, схеми керування, штучне освітлення.

Рассматривается возможность создания экспериментальной световой среды (гелиоклиматрона) для исследования вариантов естественного, искусственного и совместного освещения при формировании композиций интерьера и экстерьера зданий. Предложены схемы компьютерного управления светодиодными ячейками, которые формируют распределение света и цвета. Практически такой небосвод с автоматизированной системой управления светодиодным освещением обеспечивает исследовательские потребности всех светотехнических лабораторий.

Ключевые слова: светодиодная ячейка, гелиоклиматрон, контроллер, схемы управления, искусственное освещение.

The possibility of creating an experimental light environment (helioclimateron) for studying natural, artificial and compatible lighting when designing the interior and exterior of buildings is considered. Circuits for computer control of LED cells which form the distribution of light and color are proposed. Such an artificial sky with an automated LED lighting control system provides practically the research needs of all lighting laboratories.

Key words: LED cell, helioclimateron, controller, control circuits, artificial lighting.

УДК 621.165

М. М. НЕЧУЙВИТЕР

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПИТАТЕЛЬНЫХ НАСОСОВ ПАРОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК ТЕПЛОВЫХ И АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Проведено аналіз відмов живильних насосів, а також дослідження щодо підвищення надійності роботи живильного насоса енергоблоків теплових електростанцій при експлуатації живильно-деаераційної установки на ковзному тиску пари, що гріє. Визначено критерій стійкості роботи живильного насоса, а також умови забезпечення ефективності експлуатації живильних насосів шляхом контролю і управління зміною динамічного запасу на кавітацію живильного насоса в режимах змінних навантажень енергоблоку. Проведено оцінку показників надійності енергоблоку.

Ключові слова: енергоблок, живильний насос, живильно-деаераційна установка, динамічний запас на кавітацію, показники надійності, коефіцієнт оперативної готовності.

Проведены анализ отказов питательных насосов, а также исследования по повышению надежности работы питательного насоса энергоблоков тепловых электростанций при эксплуатации питательно-деаэрационной установки на скользящем давлении греющего пара. Определены критерий устойчивости работы питательного насоса, а также условия обеспечения эффективности эксплуатации питательных насосов путем контроля и управления изменением динамического запаса на кавитацию этих насосов в режимах переменных нагрузок энергоблока. Проведена оценка показателей надежности энергоблока.

Ключевые слова: энергоблок, питательный насос, питательно-деаэрационная установка, динамический запас на кавитацию, показатели надежности, коэффициент оперативной готовности.

In the paper the feed pump failure conditions are analyzed and the means of improving the reliability of the feed pump of a thermal power plant power unit using feed deaerator with sliding pressure of heating steam are studied. The criteria of the feed pump operation stability as well as the conditions of providing the feed pump effective operation by monitoring and managing the changes of the pump cavitation dynamical stock under the variable loads of the power unit are determined. The indexes of the power unit reliability are evaluated.

Key words: power unit, feed pump, feed deaerator, cavitation dynamical stock, indexes of reliability, operational availability function.

В. П. ОЛЬШАНСЬКИЙ, С. В. ОЛЬШАНСЬКИЙ

КОЛИВАННЯ КУБІЧНО НЕЛІНІЙНОГО ОСЦИЛЯТОРА, СПРИЧИНЕНІ ІМПУЛЬСНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ

Розглянуто рух нелінійного осцилятора з кубічною характеристикою пружності, спричинений миттєво прикладеною сталою силою або прямокутним силовим імпульсом скінченної тривалості. Побудовано два варіанти аналітичного розв'язку нелінійного диференціального рівняння другого порядку. У першому варіанті переміщення осцилятора у часі виражено через еліптичний косинус, а в другому для розрахунку переміщення задіяно Атеб-синус. З метою спрощення розрахунків, запропоновано компактні апроксимації, які з похибкою до одного відсотка виражають Атеб-синус через елементарні функції. Встановлено, що коефіцієнт динамічності системи при дії миттєво прикладеної сили дорівнює $\sqrt[3]{4} < 2$. У випадку навантаження осцилятора прямокутним імпульсом коефіцієнт динамічності залежить від тривалості дії імпульса і теж залишається меншим двох. Знайдено тривалість імпульса, коли буде максимальна амплітуда вільних коливань, спричинених імпульсом. Вона залежить не лише від власних параметрів осцилятора, а й від величини прикладеної сили, чого немає в лінійних системах. Наведено приклади розрахунків та відповідні графіки.

Ключові слова: осцилятор, кубічна характеристика пружності, дія силового імпульса, аналітичний розв'язок, еліптичний косинус, Атеб-синус.

Рассмотрено движение нелинейного осцилятора с кубической характеристикой упругости, вызванные мгновенно приложенной постоянной силой или прямоугольным силовым импульсом конечной протяженности. Построено два варианта аналитического решения нелинейного дифференциального уравнения второго порядка. В первом варианте перемещения осцилятора во времени выражено через эллиптический косинус, а во втором для расчета перемещения задействован Атеб-синус. С целью упрощения расчетов, предложены компактные аппроксимации, которые с погрешностью менее одного процента выражают Атеб-синус через элементарные функции. Установлено, что коэффициент динамичности системы при действии мгновенно приложенной силы равен $\sqrt[3]{4} < 2$. В случае нагружения осцилятора прямоугольным импульсом, коэффициент динамичности зависит от продолжительности действия нагрузки и также остается меньшим двух. Найдена продолжительность импульса, когда будет максимальной амплитуда свободных колебаний, вызванных импульсом. Она зависит не только от собственных параметров осцилятора, но и от величины приложенной силы, чего нет в линейных системах. Приведены примеры расчетов и соответствующие графики.

Ключевые слова: осциллятор, кубическая характеристика упругости, действие силового импульса, аналитическое решение, эллиптический косинус, Атеб-синус.

The motion of a nonlinear oscillator with a cubic elasticity characteristic caused by an instantaneously applied constant force or a rectangular force pulse of finite length is considered. Two variants of the analytical solution of a second-order nonlinear differential equation are constructed. In the first variant, the oscillator movement in time is expressed through an elliptical cosine, and in the second one, the Атеб-sine is used to calculate the displacement. In order to simplify the calculations, we introduce compact approximations which, with an error of less than one percent, express the Атеб-sine through elementary functions. It is established that the coefficient of dynamism of the system under the action of the instantaneously applied force is $\sqrt[3]{4} < 2$. In the case of an oscillator loaded with a rectangular pulse, the coefficient of dynamism depends on the duration of the load and also remains smaller than two. The pulse duration causing the maximum amplitude of free oscillations is found. It depends not only on the proper parameters of the oscillator, but also on the magnitude of the applied force, which is not the case with the linear systems. Examples of calculations and corresponding graphs are given.

Key words: oscillator, cubic characteristic of elasticity, action of force pulse, analytical solution, elliptic cosine, Атеб-sine.

Ю. І. ПЕРШИНА, В. О. ПАСІЧНИК

ВІДНОВЛЕННЯ РОЗРИВНОЇ ФУНКЦІЇ ЗА ІНТЕРПОЛЯЦІЙНИМИ ДАНИМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРЯМОКУТНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Робота присвячена обґрунтуванню методу відновлення розривної функції двох змінних за інтерполяційними даними та алгоритму знаходження ліній розриву, за допомогою розривних інтерполяційних чи апроксимаційних білінійних сплайнів, використовуючи ректангуляцію області. Інформацією про функцію є її односторонні значення у вузлах прямокутної сітки, причому лінії розриву наперед невідомі та не співпадають з лініями ректангуляції. Доведені теореми про необхідну кількість ітерацій запропонованого методу для досягнення потрібної точності. Введено поняття ε – неперервності функції двох змінних. На його основі розроблено алгоритм виявлення ліній розриву першого роду білінійної функції двох змінних, використовуючи розривний апроксимаційний білінійний сплайн. Викладений метод дозволяє визначити лінії розриву експериментально заданої розривної функції та обрати оптимальні вузли сітки наближуючого розривного білінійного сплайну. Розглянуто приклади, які підтверджують ефективність запропонованого методу. Вподальшому планується розробити узагальнюючий алгоритм відновлення розривної функції, розриви якої будуть лежати на більш складних лініях.

Ключові слова: розривна білінійна інтерполяція, лінії ε – розриву, розривна апроксимація.

Работа посвящена обоснованию метода восстановления разрывной функции двух переменных по интерполяционным данным и алгоритма нахождения линий разрыва, с помощью разрывных интерполяционных или аппроксимационных билинейных сплайнов, используя ректангуляционную область. Информацией о функции является ее односторонние значения в узлах прямоугольной сетки, причем линии разрыва заранее неизвестны и не совпадают с линиями ректангуляции. Доказаны теоремы о необходимом количестве итераций предложенного метода для достижения нужной точности. Введено понятие ε – непрерывности функции двух переменных. На его основе разработан алгоритм выявления линий разрыва первого рода билинейной функции двух переменных, используя разрывную аппроксимационную билинейную сплайн. Изложенный метод позволяет определить линии разрыва экспериментально заданной разрывной функции и выбрать оптимальные узлы сетки приближающего разрывного билинейные сплайна. Рассмотрены примеры, подтверждающие эффективность предложенного метода. Далее планируется разработать обобщающий алгоритм восстановления разрывной функции, разрывы которой будут лежать на более сложных линиях.

Ключевые слова: разрывная билинейная интерполяция, линии ε – разрыва, разрывная аппроксимация.

The paper deals with justification of the method for reconstructing a discontinuous function of two variables by interpolation data and an algorithm for finding the lines of discontinuity, using discontinuous interpolation or approximation bilinear splines and the region's rectangulation. Information about the function is its one-way values at the nodes of the rectangular grid, and the discontinuous lines are not known in advance and do not coincide with the lines of rectangulation. Theorems on the necessary number of iterations of the proposed method for achieving the required accuracy are proved. The concept of ε – continuity of a function of two variables is introduced. On the basis of this algorithm, an algorithm for detecting the lines of discontinuity of the first kind of a bilinear two variables function using a discontinuous approximate bilinear spline was developed. The proposed method makes it possible to determine the lines of discontinuity of an experimentally given discontinuous function and to select the optimal grid nodes for the approximating discontinuous bilinear spline. The examples that confirm the effectiveness of the proposed method are considered. Further, it is planned to develop a general algorithm for restoring a discontinuous function, the discontinuities of which lie on more complex lines.

Key words: discontinuous bilinear interpolation, ε – discontinuous lines, discontinuous approximation.

ЧИСЕЛЬНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДУ ВІДНОВЛЕННЯ ВНУТРІШНЬОЇ СТРУКТУРИ 3D ТІЛА ЗА ВІДОМИМИ ЇЇ ТОМОГРАМАМИ НА СИСТЕМІ ДОВІЛЬНИХ ПЛОЩИН З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕРФЛЕТАЦІЇ ФУНКЦІЙ

Наведено теорему про інтерфлетатійні властивості оператора відновлення. На її основі побудовано алгоритм для відновлення внутрішньої структури тривимірного тіла за відомими її томограмами на системі довільних площин з використанням інтерфлетатії функцій. Було проведено аналіз останніх досліджень по методам відновлення внутрішньої структури тіла. Також наведено теорему про абсолютну неусувну похибку. Наведені основні випадки виникнення похибки. Виконано чисельну реалізацію методу відновлення внутрішньої структури тривимірного тіла за відомими її томограмами на системі довільних площин з використанням інтерфлетатії функцій. Було проведено обчислювальний експеримент для наперед заданого тіла у системі MathCad. У якості томограми використовувалася функція. Наведені графіки функції. Експеримент показав високу точність відновлення. Наведено приклад використання томограми замість функції для відновлення. Далі планується розробити програму для більшої кількості площин та більшої кількості томограм.

Ключові слова: інтерфлетатія, томограма, відновлення, чисельна реалізація.

Приведена теорема об интерфлетационных свойствах оператора восстановления. На ее основе построен алгоритм для восстановления внутренней структуры трехмерного тела по известным ее томограммам на системе произвольных плоскостей с использованием интерфлатации функций. Был проведен анализ последних исследований методов восстановления внутренней структуры тела. Также приведена теорема об абсолютной неустраняемой погрешности. Приведены основные случаи возникновения погрешности. Выполнена численная реализация метода восстановления внутренней структуры трехмерного тела по известным ее томограммам на системе произвольных плоскостей с использованием интерфлатации функций. Был проведен вычислительный эксперимент для заранее заданного тела в системе MathCad. В качестве томограммы использовалась функция. Приведены графики функции. Эксперимент показал высокую точность восстановления. Приведен пример использования томограммы вместо функции для восстановления. Далее планируется разработка программы для большего количества плоскостей и большего количества томограмм.

Ключевые слова: интерфлатация, томограмма, восстановление, численная реализация.

A theorem about interflatation properties of the restoration operator is given in this article. An algorithm of internal structure restoration for a three-dimensional body based on its known tomograms on arbitrary planes using function interflatation is formulated. Analysis of recent research methods for restoration of the body internal structure is conducted. Also a theorem about the absolute permanent error is given. The main cases of error occurrence are outlined. The numerical implementation of the method of restoration of the internal structure of a three-dimensional body based on its known tomograms on arbitrary planes using function interflatation is carried out. A computational experiment for a pre-designed body is conducted in the MathCad system. A function is used as a tomogram. Graphs of the function are given. The experiment shows a high level of restoration accuracy. An example of a tomogram used instead of a function for the restoration is proposed. The development of a program for more planes and tomograms is planned.

Key words: interflatation, tomogram, restoration, numerical implementation.

УДК 629.429.3:621.313

О. М. ПЕТРЕНКО, Б. Г. ЛЮБАРСЬКИЙ

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ У ТЯГОВОМУ АСИНХРОННОМУ ДВИГУНІ ВАНТАЖНОГО ЕЛЕКТРОВОЗУ ПРИ РУСІ НА ДІЛЯНЦІ КОЛІЇ С ЗАДАНИМ ПРОФІЛЕМ ТА ГРАФІКОМ РУХУ

Розроблено методику моделювання теплових процесів у тяговому асинхронному двигуні на прикладі його застосування у вантажному електровозі при русі на ділянці колії з заданим профілем та графіком руху. Особливістю цієї методики є розрахунок теплових режимів двигуна, здійснюється на основі еквівалентної теплової схеми заміщення з використанням методу вузлових потенціалів для електричних кіл. На їх підставі для запропонованої універсальної еквівалентної теплової схеми заміщення складена система диференціальних рівнянь теплового балансу.

Ключові слова: тяговий асинхронний двигун, вантажний електровоз, еквівалентна теплова схема заміщення, рух на ділянці колії, перегрівання над температурою охолоджувального середовища.

В работе разработана методика моделирования тепловых процессов в тяговом асинхронном двигателе на примере его применения в грузовом электровозе при движении на участке пути с заданным профилем и графиком движения. Особенностью этой методики является расчет тепловых режимов двигателя, осуществляемый на основе эквивалентной тепловой схема замещения с использованием метода узловых потенциалов для электрических цепей. На их основании для предложенной универсальной эквивалентной тепловой схемы замещения составлена система дифференциальных уравнений теплового баланса.

Ключевые слова: тяговый асинхронный двигатель, грузовой электровоз, эквивалентная тепловая схема замещения, движение на участке пути, превышение температурой над температурой охлаждающей среды.

In the work a technique of modeling thermal processes in the traction asynchronous engine by an example of its application in a cargo electric locomotive moving on a section of a track with the set profile and schedule of movement is developed. A feature of this technique is calculation of the thermal conditions of the engine carried out on the basis of an equivalent thermal replacement circuit using the method of nodal potentials for electrical circuits. On their basis a system of differential equations of the heat balance is compiled for the proposed universal equivalent thermal substitution scheme. Based on the results of the simulation, the following is established: the frontal part of the stator winding has the maximum temperature rise, and the movement of the freight train in question along the given section of the track and according to the given schedule can be carried out no more than twice, then it is necessary to stop for cooling the engines or apply another schedule.

Key words: traction induction motor, cargo electric locomotive, equivalent thermal replacement scheme, movement on the section of the track, excess of temperature above the temperature of the cooling medium.

УДК 629.7.05

Ю. А. ПЛАКСИЙ

НОВІ АНАЛІТИЧНІ РОЗВ'ЯЗКИ РІВНЯНЬ ОБЕРТАННЯ ТВЕРДОГО ТІЛА: ДВОЧАСТОТНІ МУЛЬТИПЛІКАТИВНІ ПАРАМЕТРИЧНІ КВАТЕРНІОННІ МОДЕЛІ

Запропоновано нові аналітичні розв'язки рівнянь обертання твердого тіла і отримано неперервні еталонні моделі обертання, основані на двочастотному мультиплікативному представленні кватерніона орієнтації в функціях кутів, що одночасно змінюються у часі. Побудовані аналітичні залежності для квазі-координат на такті обчислень параметрів орієнтації і компонент кватерніона, що відповідають таким обертальним рухам. Для декількох наборів параметрів отримані чисельні реалізації моделей. Представлені моделі можуть бути використані для точного аналізу алгоритмів визначення орієнтації.

Ключові слова: кватерніон, рівняння обертання твердого тіла, еталонна модель, квазікоординати, траєкторії в конфігураційному просторі, алгоритм визначення орієнтації.

Предложены новые аналитические решения уравнений вращения твердого тела и получены непрерывные эталонные модели вращения, основанные на двухчастотном мультипликативном представлении кватерниона ориентации в функциях углов, одновременно изменяющихся во времени. Построены аналитические зависимости для квазикоординат на такте вычисления параметров ориентации и компонент кватерниона, соответствующих таким вращательным дви-

женням. Для нескольких наборов параметров получены численные реализации моделей. Представленные модели могут быть использованы для точностного анализа алгоритмов определения ориентации.

Ключевые слова: кватернион, уравнения вращения твердого тела, эталонная модель, квазикоординаты, траектории в конфигурационном пространстве, алгоритм определения ориентации.

New analytical solutions of the rigid body rotation equations are proposed, and continuous reference rotation models based on two-frequency multiplicative representation of an orientation quaternion in functions of the angles simultaneously changing in time are offered. Analytical dependences for quasicordinates on a step of calculations of orientation parameters and quaternion components corresponding to such rotations are constructed. For several sets of parameters numerical realization of models is received. The results are presented in the form of dependences of quasicordinates on time and trajectories in orientation parameters configuration space. The presented models can be used for error analysis of orientation definition algorithms.

Key words: quaternion, rigid body rotation equations, reference model, quasicordinates, trajectories in configuration space, algorithm of definition of orientation.

УДК 517.968.519.6

Т. С. ПОЛЯНСКАЯ

ИНТЕГРАЛЬНОЕ УРАВНЕНИЕ ПЕРВОГО РОДА С ЛОГАРИФМИЧЕСКИМ ЯДРОМ, ЗАДАННОЕ НА СИСТЕМЕ ИНТЕРВАЛОВ

Розглянуто інтегральне рівняння першого роду з логарифмічним ядром, до якого наводить ряд задач дифракції хвиль. Це рівняння зведено до системи інтегральних рівнянь на відрізьку. Проведена дискретизація цієї системи на основі методу дискретних особливостей. Введені пари гільбертових просторів і оператори у них, відповідні заданій і дискретній задачам. З їх допомогою доведена однозначна розв'язність дискретної задачі і дано строге обґрунтування оцінки швидкості збіжності рішення дискретної задачі до точного рішення інтегрального рівняння.

Ключові слова: інтегральні рівняння, логарифмічне ядро, метод дискретних особливостей.

Рассмотрено интегральное уравнение первого рода с логарифмическим ядром, к которому приводит ряд задач дифракции волн. Это уравнение сведено к системе интегральных уравнений на отрезке. Проведена дискретизация этой системы на основе метода дискретных особенностей. Введены пары гильбертовых пространств и операторы в них, соответствующие заданной и дискретной задачам. С их помощью доказана однозначная разрешимость дискретной задачи и дано строге обоснование оценки скорости сходимости решения дискретной задачи к точному решению интегрального уравнения.

Ключевые слова: интегральные уравнения, логарифмическое ядро, метод дискретных особенностей.

We consider an integral equation of the first kind with a logarithmic kernel, which arises in a number of problems of wave diffraction. This equation is reduced to a system of integral equations on a segment. Discretization of this system is carried out on the basis of the method of discrete singularities. A pair of Hilbert spaces and operators in them corresponding to predetermined and discrete problems is introduced. With their help, we prove the unique solvability of the discrete problem and give a rigorous justification of the rate of convergence of the solution of the discrete problem to the exact solution of the integral equation.

Key words: integral equations, logarithmic kernel, the method of discrete singularities.

УДК 631.376

О. Ю. РЕБРОВ

ИНТЕГРАЛЬНА ЙМОВІРНІСНА ОЦІНКА ВІДПОВІДНОСТІ ТРАКТОРНОЇ ШИНИ АГРОЕКОЛОГІЧНИМ ВИМОГАМ В ҐРУНТО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ УКРАЇНИ

Запропоновано методика розрахунку середньоінтегральної ймовірнісної оцінки відповідності максимального тиску на ґрунт тракторної шини агроекологічним вимогам з урахуванням ґрунто-кліматичних умов України. Наведено розподіл допустимого тиску на ґрунт територією України при весняному передпосівному і осінньому основному обробітку ґрунту. Проведено аналіз середньоінтегральних ймовірнісних оцінок відповідності ряду типорозмірів сільськогосподарських тракторних шин світових виробників агроекологічним вимогам.

Ключові слова: тракторна шина, максимальний тиск шини на ґрунт, агроекологічні вимоги.

Предложена методика расчета среднеинтегральной вероятностной оценки соответствия максимального давления на почву тракторной шины агроэкологическим требованиям с учетом почвенно-климатических условий Украины. Приведено распределение допустимого давления на почву по территории Украины при весенней предпосевной и осенней основной обработке почвы. Проведен анализ среднеинтегральных вероятностных оценок соответствия ряда типоразмеров сельскохозяйственных тракторных шин мировых производителей агроэкологическим требованиям.

Ключевые слова: тракторная шина, максимальное давление шини на почву, агроэкологические требования.

The article presents a method of calculating the mean integral probability estimate of the maximum tractor tire pressure on the soil meeting the agro-ecological requirements with taking into account soil and climatic conditions of Ukraine. The distribution of the permitted soil pressure on the territory of Ukraine during the spring pre-sowing and autumn primary tillage is given. The conformity of agricultural tractor tires to the agro-ecological requirements is analyzed using the mean integral probability estimate. It is proved that only some of VF tires among all the studied ones meet the standards of soil pressure with the mean integral probability estimate up to 0.9 – 0.95 for any tire inflation pressure and radial load.

Key words: agricultural tire, maximum tractor tires pressure on the soil, agro-ecological requirements.

УДК 519.6

Н. В. ЧЕРЕМСЬКА

МОДЕЛЮВАННЯ ДІЙСНОЗНАЧНИХ КОРЕЛЯЦІЙНИХ ФУНКЦІЙ З УРАХУВАННЯМ КОМПЛЕКСНОГО СПЕКТРУ

Отримано зображення для дійснозначних кореляційних функцій нестационарних випадкових послідовностей, процесів та полів з використанням трикутних моделей операторів для різних випадків спектру. Отримані зображення дійснозначних кореляційних функцій випадкових послідовностей та процесів можуть використовуватися для аналізу статистично нестационарних даних.

Ключові слова: кореляційна функція, трикутні моделі операторів, нестационарні випадкові послідовності і процеси.

Получены представления для вещественнозначных корреляционных функций нестационарных случайных последовательностей, процессов и полей с использованием треугольных моделей операторов для различных случаев спектра. Полученные представления вещественнозначных корреляционных функций случайных последовательностей и процессов могут быть использованы для анализа статистически нестационарных данных.

Ключевые слова: корреляционная функция, треугольные модели операторов, нестационарные случайные последовательности и процессы.

There is a large class of applications for which statistical transience is characteristic. The examples are: proliferation of waves in a turbulent atmosphere, the study of

electromagnetic waves propagating near the globe or in the ionosphere, the analysis of the problem of growth or attenuation of surface waves by strong turbulence generated by a moving object, and others. In solving such problems the use of models of stationary random processes or homogeneous random fields leads to some errors. Thus one needs to develop the correlation theory for a broad class of non-stationary vector-valued random functions that would be promising for solving applied problems for which statistical heterogeneity or transience of relevant statistical data is essential. In this article, we obtain representations for the real-valued correlation functions of nonstationary random sequences, processes, and fields using triangular models of operators for various cases of the spectrum. The obtained representations of the real-valued correlation functions of random sequences and processes can be used to analyze statistically unsteady data.

Key words: correlation function, triangular models of operators, nonstationary random sequences and processes.