

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

№2(6)
2019

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Севастопольский государственный университет»

Выходит 4 раза в год

**АВТОМАТИЗАЦИЯ И
ИЗМЕРЕНИЯ В МАШИНО-
ПРИБОРОСТРОЕНИИ**
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Брянск 2019 г.

Главный редактор

Копп В.Я., д.т.н., проф.

(г. Севастополь)

Заместитель главного редактора

Филипович О.В., к.т.н., доц.

(г. Севастополь)

Научный редактор

Бохонский А.И., д.т.н., проф.

(г. Севастополь)

Ответственный секретарь

Осипов К.Н., к.т.н., доц.

(г. Севастополь)

Редакционная коллегия

Пашков Е.В., д.т.н., проф.

(г. Севастополь)

Обжерин Ю.Е., д.т.н., проф.

(г. Севастополь)

Краснодубец Л.А., д.т.н.,

проф.

(г. Севастополь)

Скатков А.В., д.т.н., проф.

(г. Севастополь)

Песчанский А.И., д.т.н., проф.

(г. Севастополь)

Рзаев Р.Р., д.т.н., проф.

(г. Баку)

Прейс В.В., д.т.н., проф.

(г. Тула)

Кристалль М.Г., д.т.н., проф.

(г. Волгоград)

Дьяченко В.А., д.т.н., проф.

(г. Санкт-Петербург)

Волков А.Н., д.т.н., проф.

(г. Санкт-Петербург)

Доронина Ю.В., д.т.н., доц.

(г. Севастополь)

Качур С.М., д.т.н., доц.

(г. Севастополь)

Васютенко А.П., к.т.н., доц.

(г. Севастополь)

Балакин А.И., к.т.н., доц.

(г. Севастополь)

Круговой А.Н., к.т.н., доц.

(г. Севастополь)

Скидан А.А., к.т.н., доц.

(г. Севастополь)

Заморёнов М.В., к.т.н.

(г. Севастополь)

Майстришин М.М., к.т.н.

(г. Севастополь)

СОДЕРЖАНИЕ

В номере отпечатаны материалы международной научно-технической конференции «Автоматизация и приборостроение: проблемы, решения» АППР-2019

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВОМ

- Бохонский А.И., Майстришин М.М.** Конструирование управлений перемещением объектов. 3
- Варминская Н.И.** Анализ форм движения антропоморфного манипулятора. 10
- Бахадиров Г.А., Мусиров М.У., Набиев А.М.** Условия деформирования листового материала с постоянной массой между валковой парой 20

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

- Доронина Ю.В.** Моделирование изменчивости взаимосвязей элементов в сложной технической системе 26
- Мезенцев Ю.А.** Оптимизация расписаний систем несвязанных параллельных приборов с задержками начала обслуживания 34
- Карташов Л.Е., Копп В.Я., Заморёнов М.В.** Аппроксимация закона Вейбулла смесями специального распределения Эрланга и нормированного распределения Эрланга 46
- Скороход Б.А., Жиликов П.В.** Алгоритмы слежения за объектами в рабочем пространстве антропоморфного робота. 58

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

- Васютенко А.П., Тараховский А.Ю.** Широкопредельный пневматический преобразователь 66
- Карлов А.Г.** Особенности эволюции и применения компьютерных технологий, поддерживающих процессы генерации изобретательских идей 75
- Костина А.А., Серов А.Н., Левашов И.В.** Особенности применения фазового сдвига для измерения реактивной мощности 81
- Левашов И.В., Серов А.Н., Костина А.А.** Особенности реализации метода измерения частоты, основанного на переходах сигнала через нуль 88

БИОМЕДИЦИНСКИЕ ПРИБОРЫ И ТЕХНОЛОГИИ

- Пашков Е.В.** Комбинированный инструмент для сверления глухих кольцевых отверстий в костной ткани и отрезки образовавшегося целостного керна 97

Учредитель: ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», 299053, Российская Федерация, Севастополь, ул. Университетская 33. № рег. СМ: ПИ№ФС77-73958 от 12.окт.2018 г.

Издатель: 1. ФГАОУ ВО Российская Федерация, «Брянский государственный технический университет», 241035, г. Брянск, бул.50 лет Октября, 7;
2. ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», 299053, Российская Федерация, Севастополь, ул. Университетская 33.

© ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

© Авторы статей

КОНСТРУИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ ОБЪЕКТОВ

Бохонский А.И., Майстришин М.М.

Аннотация. Сконструированные новые типы оптимальных управлений переносным движением объектов сравниваются по критериям – энергоемкости, принципа действия и энергодействия с другими ранее известными управлениями. Показано, что целенаправленное конструирование управлений не исключает в отдельных случаях снижение энергии на его реализацию.

Ключевые слова. Оптимальное управление, энергоемкость управлений, принцип действия, энергодействие, деформируемый объект, достижение абсолютного покоя.

Бохонский Александр Иванович, д-р техн. наук, профессор, bohon.alex@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет,

Майстришин Михаил Михайлович, канд. техн. наук, доцент, mihail.maystrishin@gmail.com, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет.

CONSTRUCTION OF MANAGERMENTS BY MOVEMENT OF OBJECTS

A.I. Bokhonsky, M.M. Maystrishin

Designed new types of optimal controls are compared by criteria - energy intensity, principle of operation and energy-action with other known controls. It is shown that purposeful design of controls does not exclude, in some cases, a decrease in energy for its implementation

Key words: Optimal control, energy intensity of controls, principle of action, principle of energy action, deformable object, achieving absolute rest.

Bokhonsky Alexander Ivanovich, doctor of technical sciences, professor, bohon.alex@mail.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University,

Maystrishin Mikhail Mikhailovich, candidate of technical sciences, mihail.maystrishin@gmail.com Russia, Sevastopol, Sevastopol State University.

АНАЛИЗ ФОРМ ДВИЖЕНИЯ АНТРОПОМОРФНОГО МАНИПУЛЯТОРА

Варминская Н.И.

Аннотация. Предложена модель оптимального управления движением антропоморфного трехзвенного манипулятора с невесомыми звеньями и сосредоточенными массами в узлах. С использованием энергетического критерия, принципа действия и энергодействия выявлена предпочтительная форма движения, при которой достижение цели движения приводит к снижению энергетических затрат на его реализацию.

Ключевые слова: оптимальное движение, принцип наименьшего действия, форма движения, энергетические затраты.

Варминская Наталья Ивановна, канд. техн. наук, доцент, nvarminska@gmail.com, Россия, г. Севастополь, Черноморское высшее военно-морской училище им. П.С. Нахимова.

ANALYSIS OF MOTION FORMS OF ANTHROPOMORPHOUS MANIPULATOR

N.I. Varinskaya

A model of motion optimal control for an anthropomorphous three-link manipulator with weightless links and concentrated masses at joints is proposed. Using the energy criterion, the action principle and the energy intensity criterion the preferable motion form is identified, for which the achievement of a motion aim leads to decreasing of the energy costs for its implementation.

Key words. Optimal motion, action principle, motion form, energy intensity.

Varinskaya Natalia Ivanovna, candidate of technical sciences, associated professor, nvarminska@gmail.com, Russia, Sevastopol, Black Sea Higher Naval School of P.S. Nakhimov.

УСЛОВИЯ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА С ПОСТОЯННОЙ МАССОЙ МЕЖДУ ВАЛКОВОЙ ПАРОЙ

Бахадиров Г.А., Мусиров М.У., Набиев А.М.

Аннотация. Работа посвящена изучению условий захвата и втягивания листового материала между вращающимися валами, а также определению факторов, описывающих деформированного состояния листового материала (на примере кожи) между вращающимися валами. Рассмотрены параметры, характеризующие деформационные свойства обрабатываемого материала. Разработана математическая модель по определению величин деформации и напряжения в очаге деформации листового материала, перемещающегося между вращающимися валами.

Ключевые слова. Листовой материал, масса, толщина, движение, деформация, валковая пара, внешние силы, внутренние силы.

Бахадиров Гайрат Атаханович, д-р техн. наук, проф., гл. научн. сотр., instmech@rambler.ru, Узбекистан, Ташкент, Институт механики и сейсмостойкости сооружений им. М.Т. Уразбаева Академии наук Республики Узбекистан

Мусиров Махмаражаб Уралович, младший научн. сотр., musirov.mech.1992@mail.ru, Узбекистан, Ташкент, Институт механики и сейсмостойкости сооружений им. М.Т. Уразбаева Академии наук Республики Узбекистан

Набиев Айдер Мустафаевич, младший научн. сотр., a.nabiev@mail.ru, Узбекистан, Ташкент, Институт механики и сейсмостойкости сооружений им. М.Т. Уразбаева Академии наук Республики Узбекистан

CONDITIONS OF DEFORMATION OF SHEET MATERIAL WITH A CONSTANT MASS BETWEEN THE ROLLS

G.A. Bahadirov, M.U. Musirov, A.M. Nabiev

The work is devoted to the study of the conditions of capture and intake of sheet material between rotating shafts, as well as the determination of factors describing the deformed state of sheet material (for example, leather) between rotating rollers. The parameters characterizing the deformation properties of the material being processed are considered. A mathematical model is described to determine the values of strain and stress in the deformation zone of sheet material moving between rotating rollers.

Key words: sheet material, mass, thickness, movement, deformation, roller pair, external forces, internal forces.

Bahadirov Gayrat Atahanovich, doctor of technical sciences, professor, Ch. scientific staff, instmech@rambler.ru, Uzbekistan, Tashkent, Institute of Mechanics and Seismic Stability of Structures named after Urazbaev, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

Musirov Makhmarazhab Uralovich, junior scientific, instmech@rambler.ru, Uzbekistan, Tashkent, Institute of Mechanics and Seismic Resistance of Structures named after M.T. Urazbayeva of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

Nabiev Ayder Mustafaevich, junior scientific, instmech@rambler.ru, Uzbekistan, Tashkent, Institute of Mechanics and Seismic Resistance of Structures named after M.T. Urazbayeva of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ В СЛОЖНОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Доронина Ю.В.

Аннотация. Рассматриваются проблемы моделирования сложных многокомпонентных технических систем, связанные с нефункционально избыточными процессами описания, что порождает трудоемкость исследования и невозможность учета изменчивости их параметров. Укрупнение компонентного состава технических систем обуславливает возможные потери информации при описании каждого элемента, связанные с анализом значимости элемента и его связей с другими элементами, в том числе граничными. Предложен агрегированный подход, учитывающий как степень уникальности системных компонент, так и изменение их значимости. Предложено учитывать степень включенности компонента в систему и меру перекрестных включений элементов с целью уточнения решений по управлению функционированием сложных технических систем на основе укрупненных моделей.

Ключевые слова. Многокомпонентная система, деградация системы, включенность компонента, значимости элементов, значимости связей, укрупнение модели.

Доронина Юлия Валентиновна, докт. техн. наук, доцент., профессор, juvado@yandex.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

MODELING THE VARIABILITY OF THE RELATIONSHIPS BETWEEN ELEMENTS IN A COMPLEX TECHNICAL SYSTEM

Yu.V. Doronina

The problems of modeling complex multicomponent technical systems associated with non-functionally redundant description processes are considered, which generates the complexity of the study and the inability to take into account the variability of their parameters. Consolidation of the component composition of technical systems causes possible loss of information in the description of each element associated with the analysis of the importance of the element and its relationships with other elements, including the boundary. An aggregated approach is proposed that takes into account both the degree of uniqueness of system components and changes in their significance. It is proposed to consider the degree of involvement of the component in the system and the extent of cross-inclusions of elements in order to clarify the management decisions for the functioning of difficult technical systems on the basis of the enlarged models.

Keyword: Multicomponent system, degradation of system involvement component, significance elements of the significance of relations, and integration of models.

Doronina Yulia Valentinovna, Ph.D., Dr. Sci., Associate Professor, Professor, Department of information systems, Sevastopol state University juvado@yandex.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol state University

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПИСАНИЙ СИСТЕМ НЕСВЯЗАННЫХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ С ЗАДЕРЖКАМИ НАЧАЛА ОБСЛУЖИВАНИЯ

Мезенцев Ю.А.

Аннотация. Представлены оригинальные постановка и алгоритм решения одной из ключевых задач теории расписаний и ряда ее модификаций. Рассматриваемая задача оптимального управления расписаниями параллельной системы заключается в таком составлении или регулировании расписаний, которое минимизирует длину расписания либо потери системы от нарушений заданных графиков обслуживания заявок приборами. Данная задача является NP – трудной и не имеет эффективных алгоритмов точного решения. Приведена статистика тестирования программных реализаций модификаций алгоритмов ее решения на данных порождающей задачи по критерию быстродействия.

Ключевые слова. Оптимальное регулирование расписаний, критерий быстродействия, алгоритм бинарных отсечений и ветвлений, динамическое программирование с отсевом локально наихудших вариантов.

Мезенцев Юрий Анатольевич, доктор технических наук, профессор, mesyan@yandex.ru, mezencev@corp.nstu.ru, Россия Новосибирск, Новосибирский государственный технический университет

OPTIMIZATION OF SCHEDULING UNRELATED PARALLEL MACHINES SYSTEMS WITH RELEASE DATES

Y.A. Mezentsev

The original formulation and algorithm for solving one of the key problems of the theory of schedules and a number of its modifications are presented. The problem of optimal scheduling for a parallel system consists in the generation or control of schedules that minimizes the schedule length or the losses from schedule disruptions in the completion of jobs on machines. This problem is NP-hard and cannot be solved exactly for any real-life number of dimensions. Software implementations of the algorithm modifications have been tested on the data of a generating problem by the Cmax criterion; the corresponding statistics is provided.

Keywords: Optimal schedules, the criterion of performance, binary cut and branch algorithm, dynamic programming with siftings of the locally worst options.

Mezentsev Yurii Anatolievich, doctor of technical sciences, professor, mesyan@yandex.ru, Russia, Novosibirsk, Novosibirsk State Technical University

АППРОКСИМАЦИЯ ЗАКОНА ВЕЙБУЛЛА СМЕСЯМИ СПЕЦИАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭРЛАНГА И НОРМИРОВАННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭРЛАНГА

Карташов Л.Е., Копп В.Я., Заморёнов М.В.

Аннотация. Рассмотрен метод аппроксимации закона распределения Вейбулла смесью специальных распределений Эрланга и смесью нормированных распределений Эрланга. Рассмотрены численные примеры, определена погрешность аппроксимации, определены погрешности дисперсии. Получены свертки второго порядка предложенных для аппроксимации законов, определены погрешности дисперсии для сверток.

Ключевые слова. Моделирование, распределение Вейбулла, распределение Эрланга, аппроксимация, свертки.

Карташов Леонид Евгеньевич, канд. техн. наук, доц., ninakar@rambler.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет,

Копп Вадим Яковлевич, д-р техн. наук, проф., v_kopp@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет.

Заморёнов Михаил Вадимович, канд. техн. наук, доц., Zamoryonoff@gmail.com, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

THE WEIBULL'S LAW APPROXIMATION WITH ERLANG'S SPECIAL DISTRIBUTION BLENDS AND NORMALIZED DISTRIBUTION OF ERLANG

L.E. Kartashov, V.Ya. Kopp, M.V. Zamoryonov

The approximation method of the Weibull's distribution law with blends of special Erlang's distributions and normalized Erlang's distributions was considered. The numerical examples were considered, the approximation error was determined, the variance errors were determined. Second-order convolutions were obtained for the laws proposed for approximation, and the variance errors for convolutions were determined.

Keywords: Modeling, Weibull distribution, Erlang distribution, approximation, convolutions.

Kartashov Leonid Evgenievich, candidate of technical sciences, docent, ninakar@rambler.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Kopp Vadim Yakovlevich, doctor of technical sciences, professor, v_kopp@mail.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Zamoryonov Mikhail Vadimovich, candidate of technical sciences, docent, zamoryonoff@gmail.com, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

АЛГОРИТМЫ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ОБЪЕКТАМИ В РАБОЧЕМ ПРОСТРАНСТВЕ АНТРОПОМОРФНОГО РОБОТА

Скороход Б.А., Жилияков П.В.

Аннотация. Рассматривается задача слежения за физическими объектами по 2D изображениям, поступающим с видеокамеры, установленной на антропоморфной робототехнической платформе. Предполагается, что объекты находятся в рабочей зоне робота, под которой понимается область 3D пространства, достижимая его манипуляторами. Данные с видеокамеры представляют собой упорядоченную последовательность кадров в виде цветных изображений. Предложены алгоритмы обнаружения, классификации и видеосопровождения объектов, эффективность, которых тестирована на реальных данных.

Ключевые слова. обнаружение, классификация, видеосопровождение заданных предметов, антропоморфный робот, манипулирование предметами

Скороход Борис Аркадьевич, д.т.н., проф. boris.skorohod@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Жилияков Павел Владимирович, студент магистратуры, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

TRACKING ALGORITHMS FOR OBJECTS IN THE WORKING SPACE OF ANTHROPOMORPHIC ROBOT

B.A. Skorohod, P.V. Zhilyakov

The task of tracking physical objects in 2D images coming from a video camera installed on an anthropomorph robotic platform is considered. It is assumed that the objects are located in the working area of the robot, by which is meant the area of 3D space, achievable by its manipulators. The data from the video camera is an ordered sequence of frames in the form of color images. Algorithms for detection, classification and video tracking of objects, efficiency, which are tested on real data, are proposed.

Keywords: Detection, classification, video tracking of specified objects, anthropomorphic robot, manipulation of objects

Skorohod Boris Arkadievich, Doctor of Technical Sciences, Professor, boris.skorohod@mail.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Zhilyakov Pavel Vladimirovich, graduate student, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

ШИРОКОПРЕДЕЛЬНЫЙ ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

Васютенко А.П., Тараховский А.Ю.

Аннотация. Приведен анализ характеристик пневматических преобразователей, сформулирована цель работы, представлена схема турбулентной струи и выражения, описывающие зависимость давления воздуха от расстояния между соплом и приемным каналом. Приводится схема установки и результаты исследования статических характеристик пневматического преобразователя типа «сопло – приемный канал» $P_k = f(x)$ давления воздуха в приемном канале преобразователя от зазора x между торцами сопла и приемного канала и дается оценка соответствия теоретических и экспериментальных зависимостей, значений прямолинейных участков и пневматических передаточных отношений.

Ключевые слова. Измерение, сопло, приемный канал, преобразователь, «сопло-приемный канал», статическая характеристика.

Васютенко Александр Павлович, канд. техн. наук, доцент, vasutenko50@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Тараховский Алексей Юрьевич, канд. техн. наук, доцент, AYTarakhovskiy@sevsu.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

WIDE LIMIT PNEUMATIC CONVERTER

A.P. Vasyutenko, A.Yu. Tarakhovsky

An analysis of the characteristics of pneumatic transducers is given, the purpose of the work is formulated, a diagram of a turbulent jet and expressions describing the dependence of air pressure on the distance between the nozzle and the receiving channel are presented. The installation scheme and the results of the study of the static characteristics of the pneumatic transducer of the nozzle-receiving channel type $P_k = f(x)$ of the air pressure in the receiving channel of the transducer from the gap x between the nozzle ends and the receiving channel are given, and an assessment of the correspondence of the theoretical and experimental dependencies to the values of straight sections is given and pneumatic gear ratios.

Keywords: Measurement, nozzle, receiving channel, transducer, "nozzle-receiving channel", Static characteristic.

Vasyutenko Alexander Pavlovich, Cand. tech. Sciences, associate Professor vasutenko50@mail.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol state University

Tarakhovskaya Alexey Yurievich, Cand. tech. Sciences, associate Professor AYTarakhovskiy@sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol state University

ОСОБЕННОСТИ ЭВОЛЮЦИИ И ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПОДДЕРЖИВАЮЩИХ ПРОЦЕССЫ ГЕНЕРАЦИИ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ИДЕЙ

Карлов А.Г.

Аннотация. Представлен анализ ряда известных программных продуктов, поддерживающих процессы генерации изобретательских идей при создании концептуальных решений инновационных продуктов и технологий автоматизированных процессов в различных сферах промышленного производства. Обсуждается место и значимость подобного софта в процессах перехода от традиционного производства к системе передовых промышленных технологий (ППТ). Приведены примеры успешного применения перспективных программных продуктов, поддерживающих процессы генерации изобретательских идей на стадии создания концепта инновационного проекта.

Ключевые слова. Концепт инновационного проекта, цифровые модели изделий и процессов, прорывные исследования и инновации, Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ), Общая теория сильного мышления (ОТСМ), Алгоритм исправления проблемных ситуаций (АИПС), режим генеративных изобретений.

Карлов Антон Георгиевич, к.т.н., доцент, antkar38cam@gmail.com, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

FEATURES OF EVOLUTION AND APPLICATION OF THE COMPUTER TECHNOLOGIES SUPPORTING PROCESSES OF GENERATION OF INVENTIVE IDEAS

A.G. Karlov

The analysis of some the known software products supporting processes of generation of inventive ideas at creation of conceptual decisions of innovative products and technologies of automated processes in various spheres of industrial production is presented. The place and the importance of similar software in processes of transition from traditional manufacture to system of the advanced industrial technologies is discussed. Examples of successful application of the perspective software products supporting processes of generation of inventive ideas at a stage of creation of the innovative projects are resulted.

Key words: Concept of the innovative project, digital models of products and processes, disruptive researches and innovations, technology of innovative designing, theory of decision of inventive problems (TRIZ), the General theory of strong thinking (OTSМ), Generative Inventions.

Karlov Anton Georgievich, Ph.D., the senior lecturer, antkar38cam@gmail.com, Russia, Sevastopol, the Sevastopol state university

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФАЗОВОГО СДВИГА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Костина А.А., Серов А.Н., Левашов И.В.

Аннотация. Исследуются особенности применения фазового сдвига сигнала напряжения при измерении реактивной мощности с помощью метода Буденау. Для реализации данного метода используется программный пакет LabView. Моделирование производится с целью оценки погрешности измерения реактивной мощности. Данная погрешность обусловлена выбором способа сдвига сигнала напряжения на фазу

$\frac{\pi}{2}$: цифровой фильтр Гильберта, интегратор, дифференциатор.

Ключевые слова. Реактивная мощность, сдвиг по фазе, интегратор, дифференциатор, погрешность измерения реактивной мощности.

Костина Анна Андреевна, магистр, anya300396@yandex.ru, Россия, Москва, Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Серов Андрей Николаевич, кандидат технических наук, доцент, serov.an.iit@yandex.ru, Россия, Москва, Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Левашов Игорь Владимирович, магистр, dolphinig@ya.ru, Россия, Москва, Национальный исследовательский университет «МЭИ»

THE PECULIARITIES OF THE PHASE SHIFT AT THE REACTIVE POWER MEASUREMENT

A.A. Kostina, A.N. Serov, I.V. Levashov

The peculiarities of the application of the phase shift of the voltage signal at the reactive power measurement with using the Budenau method are investigated. The LabView software is used for this method realization. The purpose of this modeling is estimation of reactive power measurement error. This error is due to the choice of the method of shifting the voltage signal by $\pi/2$ phase.: digital Hilbert filter, integrator, differentiator.

Key words: Reactive power, phase shift, integrator, differentiator, reactive power measure error.

Kostina Anna Andreevna, magister, anya300396@yandex.ru, Russia, Moscow, Moscow Power Engineering Institute

Serov Andrey Nikolaevich, candidate of technical sciences, docent, serov.an.iit@yandex.ru, Russia, Moscow, Moscow Power Engineering Institute

Levashov Igor Vladimirovich, magister, dolphinig@ya.ru, Russia, Moscow, Moscow Power Engineering Institute

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТЫ, ОСНОВАННОГО НА ПЕРЕХОДАХ СИГНАЛА ЧЕРЕЗ НУЛЬ

Левашов И.В., Серов А.Н., Костина А.А.

Аннотация. Исследуются особенности реализации метода измерения частоты, основанного на переходах сигнала через ноль. Для реализации данного метода используются программные пакеты Matlab Simulink и Matlab. Моделирование производится с целью оценки погрешности измерения частоты. Для уменьшения погрешности измерения используется метод линеаризации вблизи переходов сигнала через ноль. Для устранения зависимости используемого метода от шумов входного напряжения, реализуется фильтр скользящего среднего.

Ключевые слова. Погрешность измерения частоты, линеаризация, фильтр скользящего среднего, переход через ноль.

Левашов Игорь Владимирович, магистр, dolphinig@ya.ru, Россия, Москва, Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Серов Андрей Николаевич, кандидат технических наук, доцент, serov.an.iit@yandex.ru, Россия, Москва, Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Костина Анна Андреевна, магистр, anya300396@yandex.ru, Россия, Москва, Национальный исследовательский университет «МЭИ»

THE PECULIARITIES OF THE SIGNAL FREQUENCY MEASUREMENT METHOD, BASED ON THE SIGNAL CROSSINGS THROUGH ZERO

I.V. Levashov, A.N. Serov, A.A. Kostina

The peculiarities of the implementation of the signal frequency measurement method are investigated. The method is based on the signal crossings through zero. The software packages Matlab Simulink and Matlab are used for this cases. The main purpose of these simulations are frequency measurement error estimation. The linearization near zero crossing method is used for reduce of measurement error. The moving average filter is used to eliminate the dependence of the used method on the input voltage noise.

Key words: Frequency measurement error, linearization, moving average filter, crossings through zero.

Levashov Igor Vladimirovich, magister, dolphinig@ya.ru, Russia, Moscow, Moscow Power Engineering Institute

Serov Andrey Nikolaevich, candidate of technical sciences, docent, serov.an.iit@yandex.ru, Russia, Moscow, Moscow Power Engineering Institute

Kostina Anna Andreevna, magister, anya300396@yandex.ru, Russia, Moscow, Moscow Power Engineering Institute

КОМБИНИРОВАННЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ СВЕРЛЕНИЯ ГЛУХИХ КОЛЬЦЕВЫХ ОТВЕРСТИЙ В КОСТНОЙ ТКАНИ И ОТРЕЗКИ ОБРАЗОВАВШЕГОСЯ ЦЕЛОСТНОГО КЕРНА

Пашков Е.В.

Аннотация. Комбинированный инструмент, представляющий собой кольцевое сверло с установленной в его корпусе возле режущей части отрезной пилой, имеющей возможность поворота и выдвижения в радиальном направлении, относится к медицинской технике и предназначен для применения в ортопедии и травматологии при хирургическом лечении асептического некроза головки бедренной кости на ранней стадии заболевания. Инструмент включает в себя рабочую часть, выполняющую непосредственно формообразование глухого отверстия и отрезку костного керна, и хвостовик, для закрепления сверла и передачи крутящего момента. Рабочая часть представляет собой трубчатую сборную прорезную конструкцию в виде двух расположенных осесимметрично один в другом двухлепестковых трубчатых корпусов, соединенных между собой с помощью фланцев. Концы лепестков наружного корпуса снабжены внутренними кольцевыми козырьками к которым примыкают торцовые поверхности внутреннего корпуса с карманами для отрезных пил секментной формы. Изложена методика формообразования глухого отверстия в головке бедренной кости и отрезки образовавшегося целостного по всей глубине сверления костного керна без повреждения ее наружного хрящевого слоя. Приведена конструкция комбинированного инструмента и описан принцип его работы.

Ключевые слова. Трубчатое сверло, отрезная пила, кольцевое глухое отверстие, костный керн, головка бедренной кости

Пашков Евгений Валентинович, д.т.н., профессор, pashkov@sevsu.ru , Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

COMBINED TOOL FOR DRILLING THE DEAF RING HOLES IN BONE TISSUE AND CUTTING OF THE FORMED INTEGRAL CORE

E.V. Pashkov

The combined tool, which is a ring drill with a cutting file installed in its body near the cutting part, which can be rotated and extended in the radial direction, belongs to medical equipment and is intended for use in orthopedics and traumatology in the surgical treatment of aseptic necrosis femoral heads at an early stage of the disease. The tool includes a working part, which directly performs the forming of a blind hole and a segment of bone core, and tailing, for fastening the drill and transmitting torque. The working part is a tubular prefabricated slotted structure in the form of two axially symmetrically one in the other two-lobe tubular shells interconnected by means of flanges. The ends of the petals of the outer casing are provided with internal annular ridges to which are adjacent the end surfaces of the inner core with pockets for cutting files of segmental shape. The method of forming a blind hole in the head of the femur and segments of the hollow core bone that has been formed throughout the entire depth of the bone without damaging its outer cartilage layer is described. The design of the combined instrument and the principle of its operation are described.

Keywords: Tubular drill, sawing file, annular blind hole, bone core, femoral head

Pashkov Evgenii Valentinovich, doctor of technical sciences, professor, Russia, pashkov@sevsu.ru, Sevastopol, Sevastopol State University