

ПЕРЕНОСНЫЕ СВОЙСТВА УКСУСНОЙ, МАСЛЯНОЙ, ОЛЕИНОВОЙ КИСЛОТ И ИХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

И.Р. Габитов, Р.А. Шарафутдинов, З.И. Зарипов

Настоящая статья посвящена исследованию вязкости и теплопроводности модельных жидкостей процесса сверхкритического водного окисления. Результатами исследования являются новые данные по динамическим коэффициентам вязкости уксусной, масляной, олеиновой кислот и водных растворов уксусной и масляной кислот в диапазоне температур 298,15...473,15 К и давлений до 30 МПа при трех массовых концентрациях кислоты 25, 50 и 75 %, а также новые данные по коэффициентам теплопроводности масляной кислоты в диапазоне температур 302,20...471,84 К при давлениях до 30 МПа.

Ключевые слова: вязкость, динамическая вязкость, коэффициент вязкости, теплопроводность, коэффициент теплопроводности, уксусная кислота, этановая кислота, масляная кислота, бутановая кислота, олеиновая кислота, цис-9-октадеценовая кислота.

TRANSPORT PROPERTIES OF ACETIC, BUTYRIC, OLEIC ACIDS AND THEIR AQUEOUS SOLUTIONS

I.R. Gabitov, R.A. Sharafutdinov, Z.I. Zaripov

The present paper is devoted to the investigation of viscosity and thermal conductivity of the model liquids applied in supercritical water oxidation process. The results of the study represent the new data on the dynamic viscosity of acetic, butyric, oleic acids and aqueous solutions of acetic and butyric acids in the temperature range 298.15 - 473.15 K and pressures up to 30 MPa at three mass concentrations of acid 25, 50 and 75%. The results also include the new data on thermal conductivity of butyric acid in the temperature range 302.20 - 471.84 K at pressures up to 30 MPa.

Keywords: viscosity, dynamic viscosity, thermal conductivity, acetic acid, ethanoic acid, butyric acid, butanoic acid, oleic acid, cis-9-octadecenoic acid.

ИЗОБАРНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ МАСЛЯНОЙ КИСЛОТЫ

И.Р. Габитов, З.И. Зарипов

Настоящая статья является продолжением большой исследовательской работы по измерению теплофизических свойств водных растворов органических кислот. Результатами исследования являются новые данные по изобарной теплоемкости водных растворов масляной кислоты в диапазоне температур 363,15...573,15 К и давлений 10... 30 МПа при трех массовых концентрациях кислоты 25, 50 и 75 %.

Ключевые слова: теплоемкость, изобарная теплоемкость, масляная кислота, бутановая кислота.

ISOBARIC HEAT CAPACITY OF BUTYRIC ACID AQUEOUS SOLUTIONS

I.R. Gabitov, Z.I. Zaripov

Current paper is the continuation of a large research work on the measurement of the thermal properties of organic acids aqueous solutions. The results of the study are represented by the new data on isobaric heat capacity of butyric acid aqueous solutions in the temperature range of 363,15–573,15 K and pressure range 10–30 MPa at three mass concentrations of acid 25, 5 and 75 %.

Keywords: specific heat, isobaric heat capacity, butyric acid, butanoic acid.

СОЗДАНИЕ ЧИСТОЙ ГИДРОФОБНОЙ ПОВЕРХНОСТИ КРЕМНИЕВЫХ ПЛАСТИН И СПОСОБА ЕЕ СОХРАНЕНИЯ

К.К. Абдулхаликова, Ф.Х. Вахитов, Ф.А. Карамов

Рассматривается способ предварительной подготовки поверхности кремниевой подложки к технологическому процессу и сохранения ее как на непродолжительное время до 2 часов, так и на продолжительное время от 24 часов. Предлагаемый способ включает очистку поверхности кремниевой подложки от органических загрязнений, обработку водным раствором плавиковой кислоты для удаления пленки окиси, мономолекулярных слоев воды и замещения находящихся в порах поверхности гидроксильных групп ОН атомами фтора, погружение подложки в изопропиловый спирт, в результате чего атомы фтора удаляются, вступая в реакцию с образованием летучего соединения силан. Очищенная подложка при непродолжительном времени хранения помещается в изопропиловый спирт, при необходимости длительного хранения на подложку наносится тонкая пленка канифоли.

Ключевые слова: гидрофобная чистая поверхность кремния, технология очистки, защитное покрытие.

CREATION AND OF CLEAN HYDROPHOBIC SURFACE OF SILICON PLATES AND WAY OF ITS PRESERVATION

K.K. Abdulkhalikova, F.Kh. Vakhitov, F.A. Karamov

A method of preliminary preparation of the silicon substrate surface for the technological process and its preservation for a short time up to 2 hours, and for a long time from 24 hours is proposed. The developed method includes cleaning the surface of a silicon substrate of organic contaminants, treatment with an aqueous solution of hydrofluoric acid to remove the oxide film, and monomolecular layers of water and substitution in the pores of the surface hydroxyl groups OH by the fluorine atoms, the immersion of the substrate in isopropyl alcohol, with the result that the fluorine atoms are removed, reacts with the formation of volatile compounds silan. The cleaned substrate for a short time to be stored in isopropyl alcohol, if necessary, long-term storage on the substrate is applied a thin film of rosin.

Keywords: hydrophobic pure silicon surface, cleaning technology, protective coating.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОДНОФАЗНОГО ЗАМЫКАНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 10 КВ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ В ПРОГРАММЕ MATLAB

Е.Р. Киржацких, В.К. Козлов, Р.А. Гиниатуллин

В статье рассмотрена задача об определении зависимости расстояния до места однофазного замыкания на землю по измеренным значениям фазного напряжения в начале и в конце линии электропередачи.

Ключевые слова: однофазное замыкание на землю, поиск места повреждения, замыкание в сети с изолированной нейтралью.

MODELING OF A SINGLE-PHASE EARTH FAULT IN A 10 KV DISTRIBUTION LINES WITH ISOLATED NEUTRAL IN MATLAB PROGRAM

E.R. Kirzhatskikh, V.K. Kozlov, R.A. Giniatullin

The article deals with the problem of determining the dependence of the distance until a single-phase earth fault location from the measured values of the phase voltage at the beginning and at the end of the transmission line.

Keywords: single-phase earth fault, search of earth fault, earth fault in network with isolated neutral.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЦЕНКИ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ НАГРЕВАЕМЫХ ИЗВНЕ ШАРИКОПОДШИПНИКОВ ОПОР ГТД

В.В. Рошин, С.Н. Ерахмадов

Представлены результаты оценки теплового режима тяжело нагруженных шарикоподшипников средних опор роторов ГТД при внешнем подводе тепла.

Ключевые слова: тяжело нагруженные шарикоподшипники, тепловое состояние, внешний подогрев, средняя опора роторов, газотурбинный двигатель.

ANALYSIS OF THE RESULTS ON EVALUATION OF THERMAL STATE OF GTE BALL-BEARINGS AT THE EXTERNAL HEAT INPUT

V.V. Roschin, S.N. Erakhmadov

The results on evaluation of thermal state of heavily-loaded ball-bearings operating in the mode of middle support of gas-turbine engine rotors at the external heat input are given.

Keywords: heavily-loaded ball bearing, thermal state, external heat supply, middle support of rotors, gas turbine engine.

Рошин Владимир Владимирович – канд. техн. наук (КНИТУ-КАИ, Казань)

E-mail: dr.vv-2015@yandex.ru

Ерахмадов Сиёвуш Наимджонович – магистрант (КНИТУ-КАИ, Казань)

E-mail: sievush_97@mail.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФРАСТРУКТУРНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОЙ ПРОДУКЦИИ

Л.А. Исмагилова, М.П. Галимова, Т.А. Гилева, М.Е. Горшенина

Предложен подход к проектированию инфраструктурного обеспечения производства конкурентоспособной продукции на основе метода развертывания функции качества. Определены требования к инновационной инфраструктуре, обеспечивающей успешную реализацию выбранной предприятием инновационной стратегии. На основе оценки разрывов между фактическим и требуемым уровнями развития инфраструктуры сформулированы рекомендации по применению кооперационных стратегий для расширения возможностей производства конкурентоспособной продукции.

Ключевые слова: конкурентоспособность, инновационная стратегия, инновационная инфраструктура предприятия, проектирование, метод развертывания функции качества, кооперационные стратегии.

THE DESIGN OF THE INFRASTRUCTURE SUPPORT PRODUCTION OF COMPETITIVE PRODUCTS

**L.A. Ismagilova, M.P. Galimova, T.A. Gileva,
M.E. Gorshenina**

An approach to design infrastructure support production of competitive products based on the method of deploying the quality function. The requirements to the innovative infrastructure that ensure successful implementation of the innovative strategy chosen by the enterprise are determined. Based on the assessment of gaps between the actual and required levels of infrastructure development, recommendations were formulated on the application of cooperative strategies to expand the opportunities for the production of competitive products.

Keywords: competitiveness, innovative strategy, innovative enterprise infrastructure, design, method of deployment of quality function, cooperative strategies.

О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БЕРЕЖЛИВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

В.В. Судников, М.Ф. Сафаргалиев

В статье исследованы подходы к организации бережливого производства в производственных системах различных стран, таких, как Япония, Германия и Россия. Установлено, что слепое копирование зарубежного опыта в российской практике не работает, кроме того, значительное внимание уделяется вопросам цифровизации производственных систем на принципах lean-менеджмента.

Ключевые слова: производственная система, бережливое производство, эффективность, качество, автоматизация, мотивация, визуализация.

ON INCREASING THE EFFICIENCY OF THE FUNCTIONING OF CELEBRATE PRODUCTION SYSTEMS IN THE DIGITAL ECONOMY

V.V. Sudnikov, M.F. Safargaliev

The article examines approaches to the organization of lean production in the production systems of various countries, such as Japan, Germany and Russia. It has been established that blind copying of foreign experience in Russian practice does not work, moreover, considerable attention is paid to the issues of digitalization of production systems on the principles of lean management.

Keywords: production system, lean production, efficiency, quality, automation, motivation, visualization.

АНАЛИЗ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

А.А. Габитов, А.В. Каляшина

Промышленные манипуляторы используются для автоматизированного выполнения таких задач, как сварка, фрезеровка, паллетизация, лазерная обработка и аддитивное производство. Однако одним из основных ограничивающих факторов использования роботов в прецизионных технологических операциях является точность позиционирования. Примером таких операций является аддитивное выращивание и восстановление. Целью данной работы является теоретическое и экспериментальное сопоставление метрологических характеристик промышленных манипуляторов на основе открытых и замкнутых кинематических цепей.

Ключевые слова: автоматизация, промышленный робот, абсолютная точность, воспроизводимость, геометрические ошибки.

POSITIONING ACCURACY ANALYSIS OF INDUSTRIAL ROBOTS

A.A. Gabitov, A.V. Kalyashina

The industrial robots are used in the process of welding, milling, palletizing, laser processing and additive production. However, one of the main limiting factors of the use of robots in precision technological operations is positioning accuracy. An example of such operations is additive manufacturing and recovery. The purpose of this work is the theoretical and experimental comparison of the metrological characteristics of industrial manipulators based on open- and closed-loop kinematic chains.

Keywords: automation, industrial robot, accuracy, repeatability, geometrical errors.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛОМАССОБМЕНА В АППАРАТАХ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

И.И. Хабибуллин, Р.М. Низамутдинов, Р.Г. Кадыров

Представлен краткий анализ публикаций по интенсификации теплообмена (ИТО) применительно к повышению эффективности аппаратов воздушного охлаждения (АВО). Выявлено, что в основном в АВО применяются теплообменные аппараты (ТА) с оребренными трубами. Авторы статьи предполагают возможным применять другие, более эффективные интенсификаторы теплообмена и типы ТА.

Ключевые слова: аппарат воздушного охлаждения, интенсификация теплообмена, выемка, ребра, турбулизаторы.

INTENSIFICATION OF HEAT-MASS TRANSFER IN AIR COOLERS

I.I. Khabibullin, R.M. Nizamutdinov, R.G. Kadyrov

A review of publications on the intensification of heat transfer in relation to improving the efficiency of air-cooling devices is presented. It was revealed that, mainly, heat exchangers with finned tubes are used, the authors of the article suggest possible to use other heat transfer intensifiers and types of heat exchangers.

Keywords: air coolers, intensification of heat-mass transfer.

ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВОЯКОВОГНУТЫХ ВЫЕМОК

А.В. Ильинков, В.В. Такмовцев, А.В. Шукин, И.Ш. Зарипов, А.С. Рыбаков

Представлены результаты опытного исследования гидравлического сопротивления и теплоотдачи в плоском канале с матрицей двояковогнутых выемок. Установлено, что нанесение таких выемок на теплообменную гладкую поверхность обеспечивает более высокую теплоотдачу в канале по сравнению со сферическими выемками при прочих равных условиях.

Ключевые слова: двояковогнутая выемка, гидравлическое сопротивление, теплоотдача, сферическая выемка.

THERMAL-HYDRAULIC CHARACTERISTICS OF DOUBLE-CONCAVE DIMPLES

A.V. Il'inkov, V.V. Takmvtsev, A.V. Shchukin, I.Sh. Zaripov, A.S. Rybakov

Flow resistance and heat transfer in a plane channel with an array of double-concave dimples has been studied experimentally. It has been revealed that such dimples located on an otherwise smooth surface contribute to higher heat transfer augmentation in the channel if compared to spherical dimples under otherwise equal conditions.

Keywords: double-concave dimple, flow resistance, heat transfer, spherical dimple.

ОБ ОДНОМ КРИТЕРИИ ОБРАЗОВАНИЯ ПОР В СВАРНЫХ ШВАХ

В.Л. Федяев, Э.Р. Галимов, А.В. Беляев, Л.В. Сироткина

Рассматривается один из механизмов образования макропор в сварных соединениях при сварке плавлением интенсивным концентрированным источником энергии. При этом в продольном сечении кратера выделяется тыльная поверхность раздела газового потока и течения расплава. Предполагается, что если сечение этой поверхности имеет S-образную форму, верхняя часть нависает над нижней, то возможно образование пор. В результате формализации данных условий, решения задачи по отысканию формы поверхности раздела потоков определяется величина критической скорости сварки, при превышении которой велика вероятность появления макропор в сварных соединениях.

Ключевые слова: поры в сварных швах, математическая модель формы межфазной поверхности, критическая скорость сварки.

ABOUT ONE CRITERION OF FORMATION OF POR IN WELDS

V.L. Fedyaev, E.R. Galimov, A.V. Belyaev, L.V. Sirotkina

One of the mechanisms of formation of macropores in welded joints during fusion welding with intensive concentrated property is considered. In this case, in the longitudinal section of the crater, the back surface of the gas flow and the melt flow is distinguished. It is assumed that if the cross section of this surface is S-shaped, the upper part hangs over the lower, then the formation of pores is possible. As a result, the formalization of these conditions, solving problems of scanning surface prediction forms, depending on how high the probability of occurrence of macropores in welded joints.

Keywords: pores in welds, mathematical model of the interfacial surface shape, critical welding speed.

ИНТЕНСИВНОСТЬ, НАПРЯЖЕННОСТЬ И ТРУДОЕМКОСТЬ В ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

**И.Ш. Шарафеев, Г.Ф. Мингалеев, В.В. Трутнев,
И.Г. Мардамшин, О.Е. Зилянева**

Неуклонно возрастающая наукоёмкость проектно-исследовательских работ и рост ее удельной составляющей в общей трудоёмкости изделия расставляют новые акценты в исследованиях организации производства. В частности, если понятия интенсивности и напряженности труда были в основном предметом исследования основных производственных процессов, то в настоящее время все более востребованным становится их практическое приложение в организации производства. С учетом ориентации научно-технического прогресса на оцифровывание общественно-полезной деятельности, предполагающей в качестве одной из базовых платформ информационно-коммуникационные технологии, возникает потребность в фокусировании внимания на аспектах информационной интеграции.

Ключевые слова: интенсивность труда, напряженность проектных работ, импульс интенсивности, импульс напряженности, трудоёмкость, организация производства, комплексная автоматизация, комплексная система, интегрированная система.

INTENSITY, TENSION AND TIME COSTS IN THE ORGANIZATION OF PRODUCTION

I.Sh. Sharafeev, G.F. Mingaleev, V.V. Trutnev, I.G. Mardamshin, O.E. Zilyaneva

The steadily increasing knowledge-intensiveness of design works and the growth of its specific gravity in the total labor intensity of the product place new accents in the research of the organization of production. In particular, if the concepts of intensity and intensity of labor were, in the main, the subject of the study of the main production processes, now their practical application in the organization of production becomes increasingly in demand. And given the orientation of scientific and technological progress to the digitization of socially useful activities, which presuppose information and communication technologies as one of the basic platforms, the need arises to focus on aspects of information integration.

Keywords: labor intensity, intensity of design work, intensity impulse, intensity impulse, labor intensity, production organization, integrated automation, integrated system, integrated system.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФИНАНСОВО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКИХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Р.Т. Сиразетдинов, В.П. Иванов, И.А. Еникеев

Рассматривается подход к математическому моделированию и прогнозированию финансово-хозяйственной деятельности предприятия, в основу которых положена структура бухгалтерского учета. Разработана динамическая математическая модель предприятия в виде системы линейных дифференциальных и алгебраических уравнений с переменной структурой, в основе которой непрерывная математическая модель бухгалтерского счета. Предложенный подход позволяет легко настраивать модели предприятия на основе бухгалтерской документации. Предложена концепция гибкой автоматизированной системы прогнозирования развития и функционирования предприятия с модульной архитектурой.

Ключевые слова: математическое моделирование, прогнозирование, финансово-хозяйственная деятельность, предприятие, бухгалтерский учет, динамическая модель, модель бухгалтерского счета.

FORECASTING FINANCIAL AND ECONOMIC ACTIVITIES OF THE ENTERPRISE BASED ON DYNAMIC MATHEMATICAL MODELS

R.T. Sirazetdinov, V.P. Ivanov, I.A. Enikeev

The approach to mathematical modeling and forecasting of financial and economic activity of the enterprise is considered. A dynamic mathematical model of an enterprise has been developed in a system of linear differential and algebraic equations, taking into account a structural structure based on a continuous mathematical model of an account. The proposed approach makes it easy to customize enterprise models based on accounting records. The concept of a flexible automated forecasting system for the development and operation of an enterprise with a modular architecture is proposed.

Keywords: mathematical modeling, forecasting, financial and economic activity, enterprise, accounting, dynamic model, accounting model.

АНАЛИЗ РИСКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Р.Т. Сиразетдинов, Д.С. Марков, В.П. Иванов

Предложен подход к оценке рисков производственных систем, основанный на применении динамического математического моделирования финансово-хозяйственной деятельности предприятия. Моделируются неблагоприятные ситуации для производственной системы в зависимости от реализации внешних неблагоприятных факторов. Риск реализации неблагоприятных ситуаций в производственной системе полностью оценивается риском реализации неблагоприятных внешних факторов.

Ключевые слова: оценка рисков, производственная система, предприятие, динамическая математическая модель, сбой поставок, кассовый разрыв.

RISK ANALYSIS OF PRODUCTION SYSTEMS BASED ON DYNAMIC MODELING

R.T. Sirazetdinov, D.S. Markov, V.P. Ivanov

An approach to risk assessment of production systems based on the application of dynamic mathematical modeling of financial and economic activity of the enterprise is proposed. Unfavorable situations for the production system are modeled depending on the implementation of external unfavorable factors. The risk of implementation of adverse situations in the production system is fully assessed by the risk of implementation of adverse external factors.

Keywords: risk assessment, production system, enterprise, dynamic mathematical model, supply failure, cash gap.

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИЕМНИКОВ ВОЗДУШНОГО ДАВЛЕНИЯ НА ИХ АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

В.П. Деревянкин, В.А. Павлинов, В.В. Солдаткин, В.М. Солдаткин

Рассмотрены конструктивные и геометрические параметры приемников воздушных давлений. Проводится анализ влияния их изменения и технологических допусков приемников воздушных давлений на аэродинамические характеристики, обосновывается необходимость их тарировки по результатам аэродинамических продувок.

Ключевые слова: самолет, высотно-скоростные параметры, система измерения, приемник воздушных давлений, конструктивные параметры, технологический разброс, изменение аэродинамических характеристик, тарировка по аэродинамическим продувкам.

THE INFLUENCE OF CONSTRUCTIVE PARAMETERS OF AIR PRESSURE RECEIVERS ON THEIR AERODINAMIC CHARACTERISTICS

V.P. Derevyankin, V.A. Pavlinov, V.V. Soldatkin, V.M. Soldatkin

The constructive and geometrical parameters of air pressure receivers are shown. Analysis of the influence of their changes and manufacturing tolerances of air pressure receivers on the aerodynamic characteristics, the need justifies for their calibration according to the results of the wind-tunnel purges.

Keywords: aircraft, altitude-speed parameters, measurement system, air pressure receiver, constructive parameters, technological spread, change of aerodynamic characteristics, calibration of aerodynamic purges.

ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОЛИ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В СВЕТЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТАХ

Н.К. Павлычева, М.В. Фаттахова, А.И. Пеньковский

В работе представлен способ экспрессной оценки доли ароматических углеводородов в светлых нефтепродуктах, основанный на эффекте Фарадея, и устройство для его реализации, а также поляризационный прибор, предназначенный для измерения постоянной Верде прозрачных веществ.

Ключевые слова: поляриметр, эффект Фарадея, оптически активное вещество, постоянная Верде.

POLARIMETRIC METHOD AND DEVICES FOR DETERMINING THE AROMATIC HYDROCARBONS AT THE LIGHT-OIL PRODUCT

N.K. Pavlycheva, M.V. Fattakhova, A.I. Pen'kovskii

In the paper the method based on the Faraday effect of determining the aromatic hydrocarbons at the light-oil product and devise for its implementation, also polarimeter for measuring Verdet constant of transparent substances are presented.

Keywords: polarimeter, Faraday effect, optically active substance, Verdet constant.

СХЕМА КОНТРОЛЯ ПРОПУСКАЮЩЕЙ ГОЛОГРАММНОЙ ДИФРАКЦИОННОЙ РЕШЕТКИ НА ПОВЕРХНОСТИ СВОБОДНОЙ ФОРМЫ

А.В. Лукин, Э.Р. Муслимов, А.Н. Мельников

В статье предлагается оптическая схема контроля пропускающей голограммной дифракционной решетки на поверхности свободной формы на базе синтезированного голограммного компенсатора. В качестве примера рассматривается решетка скрещенной дисперсии эшелле-спектрографа для диапазона 380...690 нм. Применение решетки на поверхности свободной формы позволяет достичь спектральной разрешающей способности не хуже 81200 по всему спектру. Для контроля качества предлагается использовать синтезированный голограммный компенсатор, корректирующий aberrации решетки в автоколлимационной схеме в 0-м порядке дифракции, при этом качество волнового фронта в +1-м порядке определяется по астигматической разности. Показано, что компенсатор с рассчитанными параметрами можно изготовить при существующем уровне технологии.

Ключевые слова: голограммные дифракционные решетки, поверхности свободной формы, синтезированные голограммы, оптический контроль.

FREEFORM HOLOGRAPHIC DIFFRACTION GRATING TESTING OPTICAL SCHEME

A.V. Lukin, E.R. Muslimov, A.N. Mel'nikov

In the paper a freeform holographic grating testing optical scheme passed on a synthesized holographic compensator is proposed. As an example, a cross-dispersion grating for an echelle spectrograph for 380-690 nm range is considered. Its use allows to reach the spectral resolving power better than 81 200 across the entire spectral range. It is proposed to use a synthesized holographic compensator to test the grating. It corrects the grating aberration in the 0-th order of diffraction, while the wavefront quality in the +1st order is defined by the astigmatic difference. It is shown that the compensator with computed parameters can be fabricated at the current level of technology.

Keywords: holographic gratings, freeform surfaces, synthesized holograms, optical testing.

СЕТОЧНЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УПАКОВОК И ПОКРЫТИЙ

Ш.И. Галиев, А.В. Хорьков

Для упаковок и покрытий на множестве G введена сетка и построены задачи линейного программирования. Ограничения на минимально расстояния между центрами покрывающих фигур тоже представлены в виде задач линейного программирования. Установлены условия разрешимости некоторых из построенных задач. Упаковываемыми и покрываемыми фигурами могут быть круги, или эллипсы, или правильные многоугольники заданных размеров. Представлены алгоритмы максимизации либо минимизации числа указанных фигур. Алгоритмы реализованы на ЭВМ и проведены расчеты, которые демонстрируют эффективность метода.

Ключевые слова: k -покрытие заданной области, задача упаковки, задача покрытия, сеточный метод.

GRID METHOD OF SOLVING PROBLEMS OF PACKINGS AND COVERINGS

Sh.I. Galiev, A.V. Khor'kov

Using grids built on G for problems of packings and coverings, linear programming problems are obtained. Restrictions on the minimum distance between the centers of the covering figures are also represented as linear programming problems. The conditions for the solvability of some of the constructed problems are established. Packing and covering shapes can be circles or ellipses or regular polygons of a given size. Algorithms for maximizing or minimizing the number of these figures are presented. Algorithms are implemented in the form of programs and calculations are carried out that demonstrate the effectiveness of the method.

Keywords: k -covering of given area, packing problem, covering problem, grid method.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА BLT ДЛЯ РАСЧЕТА НАВЕДЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА ЛИНИИ И РАЗВЕТВЛЕННОЙ СЕТИ

И.Р. Залалиев, А.В. Ференец, М. Магдовски, Р. Вик, Е.Ю. Федоров

Рассмотрены методы, позволяющие рассчитать уровень наведенного напряжения методом BLT с формулировкой Agrawal. Разработан новый подход к анализу стохастического электромагнитного поля на основе методов Монте-Карло и BLT, позволяющий рассчитать спектральную диаграмму наведенного напряжения на линии или разветвленной сети.

Ключевые слова: электромагнитное наведение, жгуты, электрическая сеть, математическая модель, стохастические процессы.

APPLICATION OF BLT METHOD FOR CALCULATING COUPLING VOLTAGE TO TRANSMISSION LINE AND BRANCHING A NETWORK

I.R. Zalaliev, A.V. Ferenets, M. Magdowski, R. Vick, E.Yu. Fedorov

Perform a review of the work, allowing to calculate the induced voltage level using the BLT method with the Agrawal interpretation. A new method has been developed that combines a stochastic field, the generated Monte Carlo method and the BLT method, which allows the spectral line or an extensive network to be calculated.

Keywords: electromagnetic coupling, electric harness, electrical network, mathematical model, stochastic processes.

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ОДНОМЕРНЫЙ РАСПРЕДЕЛЕННЫЙ ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ: ЧИСЛЕННЫЙ АЛГОРИТМ ИЗМЕРЕНИЯ И ЕГО ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Ю.К. Евдокимов, Х.С.А. Мохаммед, Л.Д. Храмов

В статье рассматривается полупроводниковый одномерный распределенный датчик температурного поля. Приводится пошаговый алгоритм измерения, подробно обсуждаются вопросы его численной реализации. Описаны численные алгоритмы решения дифференциального уравнения Риккати и интегрального уравнения Фредгольма. Предложена программная реализация описанного алгоритма в среде графического программирования LabVIEW.

Ключевые слова: распределенный датчик, полупроводниковая структура, алгоритм измерения, температурное поле, уравнение Риккати, интегральное уравнение, метод регуляризации Тихонова.

SEMICONDUCTOR ONE-DIMENSIONAL DISTRIBUTED SENSOR OF THE TEMPERATURE FIELD: NUMERICAL MEASUREMENT ALGORITHM AND ITS PROGRAM IMPLEMENTATION

Yu.K. Evdokimov, Kh.S.A. Mohammed, L.D. Khramov

The article discusses a semiconductor one-dimensional distributed sensor of the temperature field. A step-by-step measurement algorithm is given, the issues of its numerical implementation are discussed in detail. Numerical algorithms for solving the Riccati differential equation and the Fredholm integral equation are described. A software implementation of the described algorithm in the LabVIEW graphical programming environment is proposed.

Keywords: distributed sensor, semiconductor structure, measurement algorithm, temperature field, Riccati equation, integral equation, Tikhonov regularization method.

ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЯ ПРИ ПРЯМОМ РАЗРЯДЕ МОЛНИИ

И.В. Артемьев, С.Ф. Чермошенцев

Проведены исследования воздействия разряда молнии на электронную систему автомобиля. Рассмотрен случай прямого разряда молнии в кабину автомобиля. Приведен пример исследования электромагнитной обстановки в кабине автомобиля и электромагнитных помех в интерфейсных линиях связи на примере автомобиля «КамАЗ». Даны рекомендации по снижению электромагнитных помех и повышению помехоустойчивости электронных систем автомобиля.

Ключевые слова: помехоустойчивость, электронная система, автомобиль, композитный материал, электромагнитная обстановка, электромагнитные помехи, разряд молнии.

NOISE IMMUNITY OF ELECTRONIC SYSTEMS WITH A DIRECT DISCHARGE OF LIGHTNING IN THE CABIN OF THE CAR

I.V. Artem'ev, S.F. Chermoshentsev

The paper studies the effect of lightning discharge on the electronic control system of the car. Considered the case of a direct discharge of lightning in the cabin of the car. An example of the study of the electromagnetic situation in the cab of the car and electromagnetic interference in the interface communication lines on the example of the car "KAMAZ" is given. Recommendations are given to reduce electromagnetic interference and improve the noise immunity of electronic systems of the car.

Keywords: noise immunity, car, composite material, electromagnetic environment, electromagnetic interference, lightning discharge.

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ СПЛАЙН-АЛГОРИТМ ПОИСКА ПУТИ В НЕСКОЛЬКИХ ГОМОТОПИЯХ

Р.О. Лавренов

Представлена разработка нового сплайн-алгоритма, комбинирующего методы потенциальных полей и графа Вороного, который находит оптимальный путь, в том числе в различных гомотопиях. Оптимальность будет достигаться множеством критериев оптимизации, которые возможно регулировать в режиме реального времени. Созданный алгоритм сравнивается с базовым сплайн-алгоритмом и показывает лучшие результаты в быстродействии, количестве итераций и правильности нахождения пути.

Ключевые слова: планирование пути, мобильный робот, граф Вороного, потенциальное поле, В-сплайн.

MULTI-CRITERIA SPLINE-BASED ALGORITHM OF PATH PLANNING IN SEVERAL HOMOTOPIES

R.O. Lavrenov

This paper describes the development of a new combined spline algorithm that combines the methods of potential fields and the Voronoi graph (diagram), which finds the best way, including various homotopies. The optimality is achieved by a variety of optimization criteria that can be adjusted in real time. The created algorithm is compared with the basic spline algorithm and shows the best results in speed, the number of iterations and the correctness of finding the path.

Keywords: the support system of the generation of the solution, subject domain formalization, adaptation, case-based reasoning, neural network.

ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФМН- n -СИГНАЛА В КАНАЛЕ СВЯЗИ С МЕЖСИМВОЛЬНЫМИ ИСКАЖЕНИЯМИ

И.М. Лернер, Г.И. Ильин

Изложены методологические аспекты численного метода оценки потенциальной пропускной способности каналов с памятью, вызванной их частотной селективностью, когда в качестве сигнала применяется многопозиционный фазоманипулированный сигнал. Получены оценки пропускной способности таких каналов связи с наиболее распространенными амплитудно-частотными характеристиками. Оценено влияние на потенциальную пропускную способность таких неблагоприятных факторов, как расстройка по частоте и ошибки измерения информационной фазы, а также влияние работы шумоподавляющей системы в приемнике.

Ключевые слова: ФМн- n -сигналы, МСИ, канал с памятью, циклостационарные процессы, предельная пропускная способность.

NUMERICAL METHOD FOR POTENTIAL CAPACITY ESTIMATION OF A COMMUNICATION CHANNEL WITH ISI UNDER UTILIZING OF PSK- n -SIGNAL

I.M. Lerner, G.I. Il'in

The paper presents the methodological aspects of numerical method for capacity estimating for channels with memory caused by its frequency selectivity, when a multipositional phase shift keyed signal is used as a signal. The capacity estimations were made for such communication channels with the most common amplitude-frequency responses. The effects on capacity of such adverse factors as frequency detuning and measurement errors of the phase, as well as the effect of the squelch subsystem presented in the receiver, are estimated.

Keywords: PSK- n -signals, ISI, channel with memory, cyclo-stationary process, capacity.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦИКЛОСТАЦИОНАРНЫХ АФМН-*N*-СИГНАЛОВ, НАБЛЮДАЕМЫХ НА ВЫХОДЕ КАНАЛА СВЯЗИ С МЕЖСИМВОЛЬНЫМИ ИСКАЖЕНИЯМИ

И.М. Лернер, Г.И. Ильин, А.Г. Ильин

Исследуются особенности функционирования каналов связи с межсимвольными искажениями, когда в них применяются АФМН-*N*-сигналы. На основании оценок вероятности ошибки на символ, вызванной межсимвольными искажениями, оценена возможность повышения скорости передачи в канале за счет «окон прозрачности». Выявлены новые свойства, позволяющие существенным образом повысить эффективность таких каналов связи.

Ключевые слова: АФМН-*N*-сигналы, МСИ, канал с памятью, циклостационарные процессы, вероятность ошибки на символ.

PROBABILISTIC CHARACTERISTICS OF CYCLO-STATIONARY APSK-*N*-SIGNALS OBSERVED AT THE OUTPUT OF THE COMMUNICATION CHANNEL WITH INTERSYMBOL INTERFERENCE

I.M. Lerner, G.I. Il'in, A.G. Il'in

This paper investigates the features of the functioning of communication channels with intersymbol distortions, when they use APSK-*N*-signals. Based on estimates of the SER caused by intersymbol distortions, the possibility of increasing the transmission rate in the channel due to “transparency windows” has been evaluated. New properties have been identified that allow a significant increase in the efficiency of such communication channels.

Keywords: APSK-*N*-signals, ISI, channel with memory, cyclo-stationary process, SER.

ПСЕВДОАНАЛИТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ РЕАКТИВНОЙ ЦЕПИ ПЕРВОГО ПОРЯДКА С ИДЕАЛЬНЫМИ ДИОДАМИ

Д.В. Шушпанов

Рассмотрен псевдоаналитический расчет реактивной цепи первого порядка с одним и двумя идеальными диодами при постоянном воздействии. Показана возможность расширения данного подхода на любое количество идеальных диодов.

Ключевые слова: идеальный диод, реактивная цепь, передача модуля, аналитический метод, ЛНДУ.

PSEUDO ANALYTICAL CALCULATION OF FIRST ORDER REACTIVE CIRCUIT WITH IDEAL DIODES

D.V. Shushpanov

The pseudo analytical calculation of a first-order reactive circuit with one and two ideal diodes with constant exposure is considered. The possibility of extending this approach to any number of ideal diodes is shown.

Keywords: hydrophobic pure silicon surface, cleaning technology, protective coating.

МНОГОСИГНАЛЬНОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ АДРЕСНЫХ ПОТОКОВ В АСИНХРОННЫХ ИМПУЛЬСНЫХ РАДИОСИСТЕМАХ

А.С. Белов, С.В. Козлов, А.А. Коробков, Ш.М. Чабдаров

Развитие радиосистемологии и радиосистемотехники на базе современных информационных и материальных технологий, обогащая и усложняя сигнально-помеховые комплексы в импульсных радиосистемах, приводит к смене проблематики индивидуального приема сигналов проблематикой многосигнального приема потоков сигналов, создавая новый этап развития теории радиоприема. Подробно разобранные примеры типовых задач выделения потоков адресных вызовов подтверждают актуальность и эффективность концепции многосигнальной обработки и выделения потоков сигналов и(или) помех при их всевозможных флуктуациях в асинхронных радиосистемах.

Ключевые слова: единый радиоканал, потоки сигналов, адресные коды, многосигнальная обработка, моносигнальная обработка, всевозможные флуктуации, безусловные вероятности, условные вероятности.

MULTI-SIGNAL EXTRACTION OF ADDRESS FLOWS IN ASYNCHRONOUS IMPULSE RADIO-SYSTEMS

A.S. Belov, S.V. Kozlov, A.A. Korobkov, Sh.M. Chabdarov

Complexes of the signals and noises in the impulse radio-systems are enriched and complicated by the development of the radio-systemology and radio-system techniques that are based on modern information and material technologies. It leads to the changing of the problems of individual receiving by the problem of multi-signal receiving of the signal flows. It creates new stage of development of the receiving theory. In this paper, we present the concept of the multi-signal processing and signals and (or) noise extraction that have all possible fluctuations in the asynchronous radio-systems. Urgency and effectiveness of this concept is confirmed by explanation of the typical examples of the address calls flow's extraction.

Keywords: unified radio-channel, signal flow, address code, multi-signal processing, mono-signal processing, all possible fluctuations, unconditional probabilities, conditional probabilities.

НАПРАВЛЕННЫЕ СВОЙСТВА ЩЕЛЕВОЙ АНТЕННЫ С ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОКРЫТИЕМ НА МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СФЕРЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЧАСТОТЫ И ПАРАМЕТРОВ ПОКРЫТИЯ

О.Ш. Даутов, Мохаммад Садон Аль-Абади

Исследована зависимость поля излучения щелевой антенны на металлической сфере с диэлектрическим покрытием диаграммы направленности от частоты, электрофизических параметров и толщины диэлектрического покрытия. Используемая модель построена с помощью интегрофункционального уравнения. С использованием MATHCAD проведены численные расчеты диаграмм направленности для различных частот и толщин диэлектрического покрытия. Результаты показывают большее влияние толщины покрытия на уровень излучения и диаграмму направленности по сравнению с частотной зависимостью.

Ключевые слова: щелевая антенна, диаграмма направленности, диэлектрическое покрытие, толщина диэлектрического покрытия - сферическая щелевая антенна.

DIRECTIONAL PROPERTIES OF A SLOT ANTENNA WITH A DIELECTRIC COATING ON A METAL SPHERE, DEPENDING ON THE FREQUENCY AND THE COATING PARAMETERS

O.Sh. Dautov, Mohammad Sadon Al-Abadi

The radiation of electromagnetic waves in free space from a spherical slotted antenna covered with a dielectric layer was investigated. We investigated the dependence of the radiation pattern on the frequency and the effect of the thickness of the dielectric coating on the radiation pattern. The model used was built using an Integra-functional equation and using Mathcad to explain the dependence of the radiation pattern on the frequency and the effect of the thickness of the dielectric coating on the radiation pattern, where the results show that no significant effect on the radiation pattern due to the dependence on frequency and the increase in the shelter thickness, leads to a decrease in radiation levels and changes in the radiation pattern.

Keywords: slot antenna, radiation pattern, dielectric coating, the thickness of the dielectric coating, spherical slotted antenna.

ПРИМЕНЕНИЕ ВИХРЕТОКОВОГО СПОСОБА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ЛАКОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ КУЗОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Р.В. Зиганшин, В.Г. Сaitкулов, Л.М. Ширяк, С.Е. Лантарев

Описывается возможность использования вихретокового метода неразрушающего контроля для измерения толщины лакокрасочного покрытия кузовных деталей автотранспортных средств, способ и математическая модель. Приведены данные исследования и обоснования эффективности данного способа.

Ключевые слова: вихретоковый датчик, лакокрасочное покрытие, точность измерения, автотранспортное средство, частота, толщина покрытия.

THE USE OF EDDY CURRENT METHOD OF NON-DESTRUCTIVE TESTING TO MEASURE THE THICKNESS OF THE PAINT COATING OF BODY PARTS OF VEHICLES

R.V. Ziganshin, V.G. Saitkulov, L.M. Shiryak, S.E. Lantarev

This article describes the possibility of using eddy current method of non-destructive testing to measure the thickness of the paint coating of body parts of vehicles. Description of the method and mathematical model. The data of research and substantiation of the effectiveness of this method are presented.

Keywords: eddy current sensor, paint coating, measurement accuracy, vehicle, frequency, coating thickness.

ПЕРСПЕКТИВНАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМИ СИТУАЦИЯМИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Л.А. Исмагилова, Г.А. Громова, В.Е. Громов

В статье представлена и проанализирована модель существующей системы управления организацией производства в условиях возникновения чрезвычайной ситуации. Установлено, что целесообразно отслеживать не только параметры производственной системы и окружающей среды, но и условия, приводящие к возникновению чрезвычайной ситуации, и прогнозировать начало ее возникновения. С этой целью предложена модель новой структуры системы организационного управления, основанная на нейросетевых методах имитационного моделирования, особенностью которой является возможность прогнозирования возникновения и развития ЧС на объектах ТЭК. Построена модель нейросети в программном комплексе MATLAB и доказана практическая применимость.

Ключевые слова: организация производства, система организационного управления, чрезвычайная ситуация, нейросетевая модель.

NEURO NETWORK MODEL OF MANAGING EMERGENCY SITUATIONS AT FUEL AND ENERGY COMPLEX ENTERPRISES

L.A. Ismagilova, G.A. Gromova, V.E. Gromov

The article presents and analyzes the model of the existing production management system in the context of emergencies. It was found that it is expedient to track not only the parameters of the production system and the environment, but also the conditions that lead to the emergence of an emergency and predict the onset of its occurrence. For this purpose, the article proposes a model of a new structure of an organizational management system based on neural network simulation methods, the feature of which is the possibility of predicting the occurrence and development of emergencies at fuel and energy facilities. A non-network model was constructed in the Matlab software package and practical applicability was proved.

Keywords: production organization, organizational management system, emergency situation, neural network model.

УПРАВЛЕНИЕ БОКОВЫМ ДВИЖЕНИЕМ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА САМОЛЕТНОЙ СХЕМЫ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ЗНАЧЕНИЯ УГЛА КРЕНА

Л.Г. Романенко, Г.Г. Самарова

Для легких самолетов авиации общего назначения, а также для малоразмерных беспилотных летательных аппаратов самолетной схемы предлагаются законы управления боковым движением, содержащие оценочную информацию об угле крена. Приведена методика аналитического выбора оптимальных передаточных отношений каналов руля направления и элеронов, представлены результаты моделирования системы летательный аппарат – автопилот.

Ключевые слова: летательный аппарат, автопилот, оптимальный выбор передаточных отношений в каналах руля направления и элеронов.

CONTROL OF THE AIRCRAFT LATERAL MOTION BASED ON ROLL ANGLE ESTIMATION

L.G. Romanenko, G.G. Samarova

The control laws of lateral motion with estimated information of roll angle are suggested for general use light airplanes and low-sized unmanned air vehicles with one symmetry plane. The analytical selection method of optimal transmission numbers in rudder and aileron channels and simulation results of «aircraft-autopilot» system are presented.

Keywords: aircraft, autopilot, optimal selection of transmission numbers in rudder and aileron channels.

ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ ОПТИЧЕСКОГО ПРИБОРА ПО УГЛУ РЫСКАНИЯ ПРИ СУХОМ ТРЕНИИ С МАЛЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ЗАТРАТАМИ И РЕГУЛИРОВАНИЕМ КОЛЕБАНИЙ УПРАВЛЕНИЯ

А.С. Мещанов, Л.А. Гатауллина

В рамках продолжения общего решения задачи стабилизации оптического прибора по двум углам, по тангажу и рысканию, с малыми энергетическими затратами и регулируемые колебаниями управления получен метод стабилизации оси оптического прибора по углу рыскания в скольжении по прямой, инвариантном к неопределенным возмущениям, вызванным моментом сухого трения. Для этого в обычном скользящем режиме первого порядка, неинвариантном к возмущениям, создается новый скользящий режим второго порядка с размерностью, меньшей на единицу в результате формирования подвижной и не проходящей через начало координат первоначальной плоскости в результате введения в ее выражение дополнительного управления, приводящего систему в скользящий режим второго порядка, уже инвариантный к возмущениям. Представлены варианты уменьшения энергетических затрат на управление и регулирование параметров установившихся колебаний управления во избежание их возможных негативных воздействий на элементы системы управления.

Ключевые слова: стабилизация, нелинейности, перекрестные связи, неопределенные моменты сухого трения, подвижные плоскости скольжения, прямые скольжения, управление, переходные процессы, качество, малые энергетические затраты, регулируемые колебания.

EXPONENTIAL OPTICAL STABILIZATION INSTRUMENT ON ANGLE OF SEARCHING AT DRY FRICTION WITH SMALL ENERGY COSTS AND REGULATION OF CONTROL VIBRATIONS

A.S. Meshchanov, L.A. Gataullina

In the framework of the continuation of the general solution of the problem of stabilizing an optical device in two angles, in pitch and yaw, with low energy costs and controlled oscillations of control, a method was obtained for stabilizing the axis of an optical device in a yaw angle while sliding along a straight line invariant to uncertain perturbations caused by a dry moment friction. To do this, in the usual sliding mode, of the first order, not invariant to perturbations, a new second-order sliding mode is created with a dimension less than one as a result of the formation of a moving plane and not passing through the coordinate of the original plane as a result of introducing an additional control into its expression, which leads the system to second order sliding mode is already invariant to perturbations. Presents options for reducing energy management costs and regulating the parameters of steady-state control oscillations in order to avoid their possible negative effects on the elements of the control system.

Keywords: stabilization, nonlinearity, cross-links, indefinite moments of dry friction, moving slip planes, straight slip, control, transient processes, quality, low energy costs, adjustable oscillations.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ТРАНСПОРТА НЕФТИ ПЕРВОЙ СТУПЕНИ СЕПАРАЦИИ НА ОСНОВЕ ДИСКРЕТНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЛАПЛАСА И РАЗРАБОТКИ ЛИНЕЙНОЙ АВТОРЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ

А.М. Сагдатуллин

В данной работе рассмотрен процесс транспортирования нефти через промежуточную насосную станцию первой ступени сепарации. Новизна работы заключается в том, что предложен анализ классического подхода к организации управления рассматриваемым процессом в условиях неопределенности и неполной информации, приведено дискретное преобразование Лапласа для рассматриваемой функции и пример идентификация объекта управления на основе линейной авторегрессионной модели. На основе исследования его характеристики выявлена нелинейность процесса, связанная с особенностями технологических систем добычи, сбора и подготовки нефти.

Ключевые слова: первая ступень сепарации, насосная станция, динамические свойства, идентификация, условия неопределенности и неполная информация, нелинейность процесса, линейная авторегрессионная модель.

IDENTIFICATION OF THE PROCESS OF OIL TRANSPORT OF THE FIRST STEP OF SEPARATION ON THE BASIS OF DISCRETE LAPLASS TRANSFORMATION AND DEVELOPMENT OF A LINEAR AUTO-REGIONAL MODEL

A.M. Sagdatullin

This paper describes the process of transporting oil through an intermediate pumping station of the first stage of separation. The novelty of the work lies in the fact that it offers an analysis of the classical approach to organizing the management of the process in question under conditions of uncertainty and incomplete information, provides a discrete Laplace transform for the function in question and an example of identifying a control object based on a linear autoregressive model. Based on the study of its characteristics, non-linearity of the process is identified, associated with the features of technological systems for producing, collecting and treating oil, such as changing dynamic properties, structure singularity and inherent objects of non-linear characteristics that cause the complexity of formalizing a single objective control function and determining an objective criterion dataset.

Keywords: first stage of separation, pumping station, dynamic properties, identification, conditions of uncertainty and incomplete information, nonlinearity of the process, linear autoregressive model.

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ НЕФТЕПОДГОТОВКИ

А.М. Сагдатуллин

Описаны сложности формализации процессов добычи, транспорта и подготовки нефтяной продукции скважин при построении математической модели. Рассмотрен процесс построения системы SCADA диспетчерского управления и телемеханизации. Для управления удаленным объектом, анализа передаваемых значений параметров на верхний уровень автоматизации и поступающих воздействий, а также своевременного контроля технологического процесса на дожимной насосной станции и разработан OPC-сервер и клиент. Отмечена важность присутствия специалиста для управления объектом как в нормальных режимах работы, так и для принятия решений в случае возникновения нестандартных режимов. Разработана графическая подсистема пользователя для мониторинга, контроля и регулирования параметров системы.

Ключевые слова: информационная система, система управления, технологический процесс, транспорт и подготовка нефти, автоматизированное рабочее место оператора, управляющая программа.

DEVELOPMENT OF THE REAL TIME INFORMATION CONTROL SYSTEM FOR THE SITUATIONAL MANAGEMENT OF THE OIL PROCESSING TECHNOLOGICAL PROCESS

A.M. Sagdatullin

The complexity of the formalization of the processes of extraction, transport and preparation of oil production wells in the construction of a mathematical model. The process of building a SCADA system for dispatch control and teleautomation is presented. An OPC-server was used to control a remote object, analyze incoming impacts and timely monitor the process at a booster pump station and transfer parameter values. The importance of the presence of a specialist to control the facility, both in normal operation modes and for decision-making in case of non-standard modes, is noted. A user graphical subsystem has been developed to monitor, control and regulate system parameters.

Keywords: information system, control system, technological process, transport and oil preparation, automated operator's workplace, control program.

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ С ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ДЛЯ ГРУППОВОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

В.В. Епифанов

Повышение эффективности технологической подготовки в условиях многономенклатурного серийного производства может быть обеспечено за счет выбора рациональных металлорежущих станков (МС) с программным управлением (ПУ). В связи с этим предложен подход к обоснованию параметров МС с ПУ. Выдвинута идея оценки конструктивно-технологической сложности детали через наиболее значимый параметр МС с ПУ. Предложено формализовать сложность детали через число формообразующих координат F_k , реализуемых исполнительными органами МС с ПУ для обработки поверхностей групп деталей. Для обработки деталей всех восьми групп деталей тел вращения обоснованы параметры МС с ПУ – число и состав формообразующих координат, размеры рабочего пространства, материал и метод получения заготовки, точность и шероховатость поверхностей, структура технологических операций, класс точности по ГОСТ 8-82Е.

Ключевые слова: станок, программное управление, деталь, формообразующая координата, рабочее пространство станка.

JUSTIFICATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF LATHES WITH PROGRAM CONTROL FOR GROUP PROCESSING OF DETAILS

V.V. Epifanov

Increase of efficiency of technological preparation in the conditions of diversified serial production can be provided at the expense of the choice of rational metal-cutting machines (MS) with program management (PU). Therefore, an approach to substantiating the parameters of MS with PU is proposed. The idea of estimating the structural and technological complexity of the part through the most significant parameter MS with PU is put forward. It is proposed to formalize the complexity of the part through the number of forming coordinates of FC, implemented by the Executive bodies of MS with PU for surface treatment of groups of parts. For processing parts of milestones eight groups of parts of bodies of rotation justified parameters MS with PU: the number and composition of the forming coordinates, the size of the working space, the material and method of obtaining the workpiece, the accuracy and roughness of the surfaces, the structure of technological operations, accuracy class according to GOST 8-82E.

Keywords: machine, program control, detail, and shape-forming the coordinate of the working space of the machine.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ БАНКОВ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

В.С. Моисеев, Л.Т. Моисеева

Предлагаются марковские динамические и статические модели работы фиксированного, случайного и неопределенного числа пользователей с банком данных (БнД) информационных систем. В предлагаемых моделях используется общепринятый формализм теории массового обслуживания. Приводятся примеры разработанных функциональных моделей БнД различных систем.

Ключевые слова: банк данных, пользователи, марковские процессы, динамические и статические модели.

FUNCTIONAL MODELS OF INFORMATION SYSTEMS DATA BANKS

V.S. Moiseev, L.T. Moiseeva

Markov dynamic and static models of the operation of a fixed, random, and indefinite number of users with a data bank (BND) of information systems are proposed. The proposed models use the generally accepted formalism of queuing theory. Examples of the developed functional models of BND of various systems are given.

Keywords: data bank, users, Markov processes, dynamic and static models.

ЦИФРОВОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПОТОКА СОЗДАНИЯ СТОИМОСТИ

Ю.Н. Смирнов

Рассматривается поток создания стоимости как основа построения имитационной информационно-математической модели цифрового предприятия. Представлены математические основы потока создания стоимости, построенного методом процессно-продуктового реинжиниринга бизнес-процессов, приведены формулы расчета характеристик этого потока.

Ключевые слова: поток создания стоимости, цифровой двойник предприятия, имитационная информационно-математическая модель, реинжиниринг, бизнес-процессы.

DIGITAL ENTERPRISE ON THE BASIS OF A SIMULATION MODEL OF THE FLOW OF VALUE CREATION

Yu.N. Smirnov

We consider the flow of value creation as the basis for building a simulation information and mathematical model of a digital enterprise. The mathematical foundations of the value stream constructed by the method of process and product reengineering of business processes are presented, the formulas for calculating the characteristics of this flow are given.

Keywords: the flow of value creation, a digital double of the enterprise, simulation of information-mathematical model, re-engineering, business processes.

ВИРТУАЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ПО ТРЕБОВАНИЯМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ

Д.А. Голубович, С.Ф. Чермошенцев

Представлена постановка задачи виртуальных испытаний бортового оборудования по требованиям электромагнитной совместимости. Разрабатываются методы и средства для проведения виртуальных испытаний технических систем по требованиям электромагнитной совместимости. Описывается пример виртуальных испытаний помехоустойчивости авиационного оборудования при воздействии радиочастотных электромагнитных полей.

Ключевые слова: помехоустойчивость, электронное средство, электромагнитная совместимость, помехоустойчивость, моделирование, виртуальные испытания.

VIRTUAL TESTS OF ELECTRONIC MEANS ON REQUIREMENTS OF ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY

D.A. Golubovich, S.F. Chermoshentsev

The paper presents the formulation of the problem of virtual tests of onboard equipment according to the requirements of electromagnetic compatibility. In work methods and means for carrying out virtual tests of technical systems according to requirements of electromagnetic compatibility are developed. An example of virtual tests of the noise immunity of aviation equipment when exposed to radio frequency electromagnetic fields is described.

Keywords: noise immunity, electronic means, electromagnetic compatibility, noise immunity, simulation, virtual tests.

СИНТЕЗ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПО СОСТОЯНИЮ НАБЛЮДАТЕЛЯ ДЛЯ НЕЛИНЕЙНЫХ МНОГОСВЯЗНЫХ СИСТЕМ С НЕОПРЕДЕЛЕННЫМИ ВОЗМУЩЕНИЯМИ

А.И. Маликов

Предлагаются способы синтеза децентрализованного управления по состоянию наблюдателя, обеспечивающие ограниченность на конечном интервале исходной системы и ошибки оценивания относительно заданных множеств начальных состояний и допустимых траекторий, а также H_∞ -свойство подавления в каждый момент времени одновременно начальных отклонений и неопределенных ограниченных по L_2 -норме внешних возмущений для неавтономных непрерывных многосвязных систем. Они основываются на численном решении задач оптимизации с дифференциальными линейными матричными неравенствами. Результаты иллюстрируются на примере двух связанных перевернутых маятников.

Ключевые слова: многосвязные нелинейные системы, условие Липшица, неопределенные возмущения, децентрализованный регулятор, наблюдатель, дифференциальные линейные матричные неравенства, ограниченность на конечном интервале, H_∞ -свойство.

THE DECENTRALISING CONTROL DESIGN BASED ON OBSERVER FOR NONLINEAR INTERCONNECTED SYSTEMS WITH UNCERTAIN DISTURBANCES

A.I. Malikov

Ways of the decentralized control based on state observer design, providing boundedness of estimation error on a finite time interval with respect to given sets of initial states and admissible trajectories, or H_∞ -property suppression of initial deviations and uncertain, bounded by L_2 norm external disturbances for time-varying continuous lipshitz systems are offered. They are based on the numerical solution of optimization problems with differential linear matrix inequalities. The results are illustrated by the example of two connected inverted pendulums.

Keywords: continuous nonlinear systems, Lipschitz condition, uncertain disturbances, decentralized control, state observer, differential linear matrix inequalities, finite time boundedness, H_∞ -property.

БАЗОВЫЙ АЛГОРИТМ ВЫВОДА УРАВНЕНИЯ ЛИНИИ НА ПЛОСКОСТИ В РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМАХ КООРДИНАТ: ЭЛЛИПС И ГИПЕРБОЛА

Е.Ю. Никитина, З.Я. Якупов

В работе рассматривается базовый алгоритм вывода уравнения линии на плоскости. Приводятся примеры вывода уравнений эллипса и гиперболы на плоскости в различных системах координат. Подтверждается работоспособность предлагаемого алгоритма во всех рассмотренных случаях.

Ключевые слова: алгоритм, уравнение, эллипс, гипербола, система координат, расстояние между точками.

BASIC ALGORITHM FOR CONCLUDING A LINE EQUATION ON A PLANE IN DIFFERENT COORDINATE SYSTEMS: ELLIPS AND HYPERBALL

E.Yu. Nikitina, Z.Ya. Yakupov

The paper discusses the basic algorithm for deriving the equation of a line on a plane. Examples of the derivation of the equations of an ellipse and a hyperball on a plane in different coordinate systems are given. The efficiency of the proposed algorithm is confirmed in all considered cases.

Keywords: an algorithm, equation, ellipse, hyperball, coordinate system, distance between points.