

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

№1(13)
2021

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

Выходит 4 раза в год

ISSN 2658-4727

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ В МАШИНО- ПРИБОРОСТРОЕНИИ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Севастополь, 2021

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
Майстришин М.М., к.т.н.
(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)
Дьяченко В.А., д.т.н., проф.
(г. Санкт-Петербург)
Волков А.Н., д.т.н., проф.
(г. Санкт-Петербург)
Петрешин Д.И., д.т.н., проф.
(г. Брянск)
Доронина Ю.В., 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)
Рапацкий Ю.Л., к.т.н., доц.
(г. Севастополь)
Заморёнов М.В., к.т.н.
(г. Севастополь)

СОДЕРЖАНИЕ

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВОМ

- Карлов А.Г., Шпаковский Н.А.** Процедуры и результат применения софта solving mill 2.0 при модернизации установки для производства пластиковых гранул 3

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

- Крамарь В.А., Альчаков В.В., Мирянова В.Н., Панасенко В.В.** Математические модели решетчатых функций при моделировании робототехнических комплексов во временной и комплексной областях 14
- Копп В.Я., Флоря П.Н., Заморёнов М.В., Заморёнов И.М.** Анализ функционирования однокомпонентной системы с учетом календарной профилактики методом путей 24
- Ченгарь О.В., Шевченко В.И., Малицкая А.А., Левченко И.В.** Аналитический обзор технологических решений в области реализации дисциплины «базы данных» в дистанционном формате 33
- Заморёнов М.В., Копп В.Я., Заморёнова Д.В., Федоренко С.Н.** Метод путей, как метод анализа функционирования системы контроля с отключением и упреждающим восстановлением компонента 47
- Осипов К.Н.** Эмпирическое моделирование технических систем с учетом структурных изменений 58
- Балакин А.И., Балакина Н.А., Волошина Н.А.** Анализ функционирования производственного модуля с возвратом продукции на повторное обслуживание, на основе имитационного моделирования 65
- Вожжов А.А.** Особенности совмещения чистовой токарной обработки несколькими резцами 74
- Бохонский А.И., Варминская Н.И., Рыжков А.И.** Управление с минимальной энергией переносным движением объектов 79
- Копп В.Я., Флоря П.Н., Заморёнов М.В., Заморёнов И.М.** Имитационная модель однокомпонентной системы с учетом календарной профилактики 87

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

- Волошина Н.А., Балакина Н.А.** Исследование влияния расположения проходных каналов плоских эжекторов на статическую характеристику преобразователя 94

ПРОЦЕДУРЫ И РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ СОФТА SOLVING MILL 2.0 ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЛАСТИКОВЫХ ГРАНУЛ

Карлов А.Г., Шпаковский Н.А.

Аннотация. Представлен анализ особенностей технологии производства и установки для изготовления пластиковых гранул, из которых на следующей операции отливают корпуса для мониторов и других изделий. Обоснована целесообразность модернизации такой автоматизированной установки из-за нестабильности качества гранул. Представлены процедуры и результаты применения софта Solving Mill 2.0 при модернизации установки для производства пластиковых гранул. Этот программный продукт поддерживает процессы генерации изобретательских идей при создании концептуальных решений инновационных продуктов и технологий автоматизированных процессов в различных сферах промышленного производства.

Ключевые слова. Концепт инновационного проекта, Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ), Общая теория сильного мышления (ОТСМ), Алгоритм исправления проблемных ситуаций (АИПС), пластиковые гранулы, экструдер, нежелательный эффект, вредный продукт, моделирование полезной системы.

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

Шпаковский Николай Андреевич, к.т.н., Мастер ТРИЗ, научный руководитель, triztrainer@gmail.com, Бедарусь, Минск, Target Invention Ltd

PROCEDURES AND RESULT OF APPLICATION OF SOFTWARE SOLVING MILL 2.0 IN MODERNIZATION OF PLANT FOR PRODUCTION OF PLASTIC GRANULES.

A.G. Karlov, N.A. Shpakovsky

An analysis of the features of the production technology and installation for the manufacture of plastic granules, from which, in the next operation, casings for monitors and other products are cast, are presented. The expediency of modernizing such an automated installation due to the instability of the quality of the granules has been substantiated. The procedures and results of using the Solving Mill 2.0 software during the modernization of the installation for the production of plastic granules are presented. This software product supports the processes of generating inventive ideas when creating conceptual solutions for innovative products and technologies of automated processes in various areas of industrial production.

Key words: concept of an innovative project, Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ), General Theory of Strong Thinking (OTSM), Algorithm for correcting problem situations (AIPS), plastic granules, extruder, undesirable effect, harmful product, useful system modeling.

Karlov Anton Georgievich, Ph.D., docent, antkar38cam@gmail.com, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Shpakovsky Nikolay Andreevich, Ph.D., Master of TRIZ, scientific director, triztrainer@gmail.com, Belarus, Minsk, Target Invention Ltd

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РЕШЕТЧАТЫХ ФУНКЦИЙ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ВО ВРЕМЕННОЙ И КОМПЛЕКСНОЙ ОБЛАСТЯХ

Крамарь В.А., Альчаков В.В., Мирянова В.Н., Панасенко В.В.

Аннотация. В работе предложены некоторые подходы к описанию решетчатых функций, использующиеся в основном при исследовании дискретных систем управления робототехническими комплексами во временной и комплексной областях.

Ключевые слова. Решетчатая функция, дискретная система, математическая модель, робототехнический комплекс.

Крамарь Вадим Александрович, д.т.н., профессор, kramarv@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет,

Альчаков Василий Викторович, к.т.н., alchakov@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет,

Мирянова Вера Николаевна, к.т.н., доцент, 1mvn1@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет,

Панасенко Владимир Валерьевич, panasenckovolodia@yandex.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

MATHEMATICAL MODELS OF LATTICE FUNCTIONS IN SIMULATION OF ROBOTIC COMPLEXES IN TIME AND COMPLEX DOMAINS

V.A. Kramar, V.V. Alchakov, V.N. Miryanova, V.V. Panasenko

The paper proposes some approaches to the description of lattice functions, which are used mainly in the study of discrete control systems for robotic complexes in the time and complex domains.

Keywords: lattice function, discrete system, mathematical model, robotic complex.

Kramar Vadim Alexandrovich, doctor of technical science, professor, kramarv@mail.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Alchakov Vasily Viktorovich, Ph.D., alchakov@mail.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Miryanova Vera Nikolaevna, Ph.D., docent, 1mvn1@mail.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Panasenko Vladimir Vasilievich, panasenckovolodia@yandex.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОДНОКОМПОНЕНТНОЙ СИСТЕМЫ С УЧЕТОМ КАЛЕНДАРНОЙ ПРОФИЛАКТИКИ МЕТОДОМ ПУТЕЙ

Копп В.Я., Флоря П.Н., Заморёнов М.В., Заморёнов И.М.

Аннотация. Проводится анализ однокомпонентной системы, рассматривается ее функционирование при использовании стратегии календарной профилактики с отключением рабочего элемента на период профилактики. Проводится укрупнение системы с непрерывным фазовым пространством состояний. При использовании метода путей определяются функции распределения времен пребывания системы в подмножествах работоспособных и неработоспособных состояний. Результаты моделирования сравниваются с данными, полученными с использованием теоремы о среднестатистическом времени пребывания системы в подмножестве состояний.

Ключевые слова. Полумарковская система, алгоритм фазового укрупнения, функция распределения, метод путей.

Копп Вадим Яковлевич, д.т.н., профессор, v_kopp@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет,

Флоря Павел Николаевич, gydra@bk.ru, Россия, Севастополь, Федеральное государственное унитарное предприятие «13 судоремонтный завод Черноморского флота» Министерства обороны Российской Федерации

Заморёнов Михаил Вадимович, к.т.н., доцент, Zamoryonoff@gmail.com, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Заморёнов Илья Михайлович, студент, ilia.zamoryonov@gmail.com, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

ANALYSIS OF THE FUNCTIONING OF A SINGLE-COMPONENT SYSTEM, TAKING INTO ACCOUNT CALENDAR PREVENTION BY THE METHOD OF PATHS

V.Y. Kopp, P.N. Florya, M.V. Zamoryonov, I.M. Zamoryonov

The article analyzes a one-component system. Its functioning is considered when using the calendar prevention strategy with the shutdown of the working element for the period of prevention. The enlargement of the system with a continuous phase space of states is carried out. When using the method of paths, the distribution functions of the sojourn times of the system in subsets of healthy and inoperable states are determined. The simulation results are compared with the data obtained using the theorem on the average time spent by the system in a subset of states.

Keywords: Semi-Markov system, phase consolidation algorithm, distribution function, method of paths.

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

Florya Pavel Nikolaevich, gydra@bk.ru, Russia, Sevastopol, Federal state unitary enterprise "13 ship repair plant of the black sea fleet" of the Ministry of defense of the Russian Federation

Zamoryonov Mikhail Vadimovich, candidate of technical science, docent, Zamoryonoff@gmail.com, Russia, Sevastopol, Sevastopol state University

Zamoryonov Ilia Mikhailovich, student, ilia.zamoryonov@gmail.com, Russia, Sevastopol, Sevastopol state University

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ «БАЗЫ ДАННЫХ» В ДИСТАНЦИОННОМ ФОРМАТЕ

Ченгарь О.В., Шевченко В.И., Малицкая А.А., Левченко И.В.

Аннотация. В данной статье проведен аналитический обзор технологических решений в области реализации технических дисциплин в дистанционном формате, позволяющих проводить подготовку IT-специалиста по работе с системами управления баз данных. В качестве учебного инструментария онлайн-курса по указанной тематике обоснована разработка программного приложения, интегрированного в СДО Moodle, которое бы имитировало интерфейс, похожий на консольный MySQL-клиент с подключением к реальному MySQL-серверу. Подобный прием позволит слушателю совершенствовать навыки построения SQL-запросов непосредственно из онлайн-курса, а преподавателю осуществлять контроль за процессом обучения с минимальными трудозатратами

Ключевые слова. Мудл, система дистанционного обучения, SQL-сервер, SQL-клиент, онлайн-курс, геймификация образования, LTI-приложения.

Ченгарь Ольга Васильевна, к.т.н., доцент, OVChengar@sevsu.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Шевченко Виктория Игоревна, к.т.н., зав. кафедрой, VIShevchenko@sevsu.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Малицкая Александра Александровна, ассистент, malitskaya@sevsu.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Левченко Иван Валентинович, levchenko-2000@inbox.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

ANALYTICAL REVIEW OF TECHNOLOGICAL SOLUTIONS IN THE FIELD OF IMPLEMENTATION OF THE "DATABASE" DISCIPLINE IN REMOTE FORMAT

O.V. Chengar, V.I. Shevchenko, A.A. Malitskaia and I.V. Levchenko

This article provides an analytical review of technological solutions in the field of implementing technical disciplines in a remote format, which allow training an IT specialist to work with database management systems. The review includes Russian-language services: "open education", "Intuit", "Stepik". As a training tool for an online course on this topic, the author justifies the development of a software application integrated into the Moodle SDO, which would simulate an interface similar to a console MySQL client with a connection to a real MySQL server. The idea of implementing online simulators in e-courses, for practicing the skills of writing SQL queries to the database in LMS Moodle, using LTI technology, is proposed. This technique will allow the student to improve the skills of building SQL queries directly from the online course, and the teacher to monitor the learning process with minimal effort.

Key words: moodle, learning management system, SQL-server, SQL-client, online-course, education gamification, LTI-applications.

Chengar Olga Vasilievna, Ph.D., docent, OVChengar@sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Shevchenko Viktoriya Igorevna, Ph.D., associate Professor, head of chair, VIShevchenko@sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Malitskaia Aleksandra Aleksandrovna, Assistant, malitskaya@sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Levchenko Ivan Valentinovich, student, levchenko-2000@inbox.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

МЕТОД ПУТЕЙ, КАК МЕТОД АНАЛИЗА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ С ОТКЛЮЧЕНИЕМ И УПРЕЖДАЮЩИМ ВОССТАНОВЛЕНИЕМ КОМПОНЕНТА

Заморёнов М.В., Копп В.Я., Заморёнова Д.В., Федоренко С.Н.

Аннотация. Построена модель контроля системы с отключением и упреждающим восстановлением компонента на период контроля с использованием метода путей. Проведено моделирование процесса функционирования такой системы. Выполнено сравнение результатов моделирования, полученных с использованием метода путей и теоремой о среднестационарном времени пребывания системы в подмножестве состояний.

Ключевые слова. Полумарковская система, стационарное распределение, метод путей, скрытые отказы, средства контроля.

Заморёнов Михаил Вадимович, к.т.н., доцент, zamoryonoff@gmail.com, Россия, Севастопольский государственный университет,

Копп Вадим Яковлевич, д.т.н., профессор, v_kopp@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет,

Заморёнова Дарья Викторовна, к.т.н., доцент, zamik@ukr.net, Россия, Севастопольский государственный университет,

Федоренко Сергей Николаевич, старший преподаватель, sergey.fedor@mail.ru, Россия, Севастопольский государственный университет

METHOD OF WAYS AS A METHOD OF ANALYSIS OF THE FUNCTIONING OF THE CONTROL SYSTEM WITH DISCONNECTING AND PREVENTIVE RECOVERY OF THE COMPONENT

M.V. Zamoryonov, V.Ya. Kopp, D.V. Zamoryonova, S.N. Fedorenko

In this paper, a model is constructed for controlling the system with shutdown and pre-recovery recovery of the component for the monitoring period using the method of paths. The process of functioning of such a system is simulated. Comparison of modeling results obtained using the trajectory method and the theorem on the average stationary time of the system stay in a subset of states is compared.

Keywords: semi-Markov system, stationary distribution, method of paths, hidden failures, means of control.

Zamoryonov Mikhail Vadimovich, Candidate of Technical Sciences, associate professor, zamoryonoff@gmail.com, Russia, Sevastopol National University

Kopp Vadim Yakovlevich, Doctor of Technical Sciences, professor, v_kopp@mail.ru, Russia, Sevastopol National University,

Zamoryonova Darya Viktorovna, Candidate of Technical Sciences, associate professor, zamik@ukr.net, Russia, Sevastopol National University,

Fedorenko Sergey Nikolaevich, Senior Lecturer, sergey.fedor@mail.ru, Russia, Sevastopol National University.

ЭМПИРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ С УЧЕТОМ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ

Осипов К.Н.

***Аннотация.** Предлагается подход к построению эмпирических моделей сложных технических объектов и систем с учетом структурных изменений в измерительной информации. Моделирование базируется на использовании современных методов стохастического моделирования нестационарных процессов по результатам наблюдений за объектом.*

***Ключевые слова.** Моделирование, диагностика, анализ временных рядов.*

Осипов Константин Николаевич, к.т.н., доцент, assistanttmm@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

EMPIRICAL MODELING OF TECHNICAL SYSTEMS TAKING INTO ACCOUNT STRUCTURAL CHANGES

K.N. Osipov

An approach to the construction of empirical models of complex technical objects and systems, taking into account structural changes in the measurement information, is proposed. The proposed approach is based on the use of modern methods of stochastic modeling of non-stationary processes based on the results of observations of the object

Keywords: statistical modeling, machines' state control, technical parameters

Osipov Konstantin Nikolaevich, candidate of technical science, docent, assistanttmm@mail.ru, Sevastopol State University, Sevastopol, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО МОДУЛЯ С ВОЗВРАТОМ ПРОДУКЦИИ НА ПОВТОРНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ, НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Балакин А.И., Балакина Н.А., Волошина Н.А.

Аннотация. Рассмотрена структура производственного модуля с возвратом продукции на повторное обслуживание, предложена его имитационная модель. Приведена программа на языке GPSS и ее блок схема. Представлены результаты моделирования и проведен их анализ, показавший возможности увеличения производительности производственного модуля при использовании возврата продукции на повторное обслуживание.

Ключевые слова. Производственный модуль, повторное обслуживание, имитационная модель, производительность.

Балакин Алексей Игоревич, к.т.н., доцент, AIBalakin@sevsu.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Балакина Наталья Анатольевна, старший преподаватель, 040578@rambler.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Волошина Наталья Александровна, к.т.н., доцент, AIBalakin@sevsu.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

AUTOMATED LINE ANALYSIS OF OPERATION WITH RETURN OF PRODUCTION FOR RE-SERVICE BASED ON IMITATION SIMULATION

A.I. Balakin, N.A. Balakina, N.A. Voloshina

The structure of the production module with the re-turn of products for re-service is considered, its simulation model is proposed. A program in the GPSS language and its block diagram are presented. The results of modeling are presented and their analysis is carried out, which showed the possibility of increasing the productivity of the production module when using the return of products for repeated service.

Keywords: production module, re-service, simulation model, productivity.

Balakin Alexey Igorevich, Ph.D., docent, AIBalakin@sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Balakina Natalia Anatolyevna, senior lecturer, 040578@rambler.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Voloshina Natalia Alexandrovna, Ph.D., docent, AIBalakin@sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

ОСОБЕННОСТИ СОВМЕЩЕНИЯ ЧИСТОВОЙ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ НЕСКОЛЬКИМИ РЕЗЦАМИ

Вожжов А. А.

Аннотация. В соответствии с физико-технологической теорией образования неровностей деталей при точении предлагается использовать технологические схемы, предусматривающие различные варианты совмещения чистовой обработки двумя одновременно работающими резцами. Проведен анализа возможных отклонений профиля относительно их средних значений, приведена схема образования неровностей на обработанной поверхности для описанного расположения резцов; сделано предположение, что использование предложенного подхода позволит повысить производительность обработки и значительно упростить заточку и настройку резцов. Допустимость и эффективность такого подхода к формированию рельефа поверхности подтверждается экспериментально.

Ключевые слова. Моделирование, технологический фактор, двурезцовое точение, точение с оппозитным размещением резцов, микрорельеф, точность, качество деталей, взаимное перемещение заготовки и инструмента.

Андрей Анатольевич Вожжов, к.т.н., доцент, e-mail: 0506773532@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

FEATURES OF COMBINING FINISHING TURNING WITH SEVERAL CUTTERS

A.A. Vozhzhov

Annotation: Analysis of possible deviations of the profile relative to their average values is carried out, the scheme of the formation of unevenness on the treated surface for the described arrangement of the cutters is given, the assumption is made that the use of the proposed approach will allow, increase the processing productivity and significantly simplify the sharpening and adjustment of the cutters. The admissibility and effectiveness of this approach to the formation of the surface relief is confirmed experimentally.

Key words: modeling, technological factor, double-edged turning, turning with opposite placement of cutters, microrelief, accuracy, quality of parts, mutual movement of the workpiece and the tool.

Andrey Anatolyevich Vozhzhov, Ph.D., docent, e-mail: 0506773532@mail.ru, Sevastopol State University

УПРАВЛЕНИЕ С МИНИМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИЕЙ ПЕРЕНОСНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ОБЪЕКТОВ

Бохонский А.И., Варминская Н.И., Рыжков А.И.

Аннотация. Обращается внимание на использование алгоритма решения полной обратной задачи вариационного исчисления (реверсионное исчисление) для поиска оптимального управления типа “разгон-торможение” при переносном движении объектов. Показано, что традиционное управление с использованием квадратичного критерия оптимальности может быть получено и в результате реверсивного конструирования. Новое управление отличается от известного традиционного снижением энергозатрат для достижения цели движения, – перемещение объекта из исходного в конечное состояние покоя при фиксированном времени движения и заданном расстоянии. Доказано утверждение о существовании минимально возможной энергии для реализации данного типа движения.

Ключевые слова. Оптимальное управление, вариационный метод, реверсионное конструирование, энергоемкость управления.

Бохонский Александр Иванович, д.т.н., профессор, bohon.alex@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет,

Варминская Наталья Ивановна, к.т.н., доцент, nvarminskaya@gmail.com, Россия, Севастополь, Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище имени П.С. Нахимова,

Рыжков Александр Игоревич, ассистент, Севастополь, Севастопольский государственный университет.

MINIMUM ENERGY CONTROL OF PORTABLE OBJECT MOTION

A.I. Bokhonsky, N.I. Varminskaya, A.I. Ryzhkov

Attention is drawn to the use of an algorithm for solving the complete inverse problems of the calculus of variations (reverse calculus) to find the optimal control of the “acceleration-deceleration” type for the portable motion of objects. It is shown that the traditional control using the quadratic optimality criterion can also be obtained as a result of reverse design. The new control differs from the well-known traditional by reducing energy consumption to achieve the goal of movement - moving an object from the initial to the final state of rest for a given fixed movement time and distance. The statement about the existence of the minimum possible energy in the implementation of this type of motion is proved.

Keywords: design of control (portable acceleration), target of motion, optimal acceleration-deceleration, energy of motion, ultimate energy consumption.

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

Varminskaya Natalia Ivanovna, candidate of technical sciences, nvarminskaya@gmail.com, Russia, Sevastopol, Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov.

Ryzhkov Aleksandr Igorevich, assistant of the department "Technical Mechanics and Science of Machines", e-mail: ryzhkov2206@mail.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОДНОКОМПОНЕНТНОЙ СИСТЕМЫ С УЧЕТОМ КАЛЕНДАРНОЙ ПРОФИЛАКТИКИ

Копп В.Я., Флоря П.Н., Заморёнов М.В., Заморёнов И.М.

Аннотация. В данной статье разрабатывается имитационная модель однокомпонентной системы, учитывающая влияние календарной профилактики на производительность. Проводится статистическая обработка результатов машинного эксперимента. Выносится суждение о правильности построения математической модели такой системы, путем сравнения результатов аналитического и имитационного моделирования.

Ключевые слова. Имитационная модель, календарная профилактика, машинный эксперимент.

Копп Вадим Яковлевич, д.т.н., профессор, v_kopp@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет,

Флоря Павел Николаевич, gydra@bk.ru, Россия, Севастополь, Федеральное государственное унитарное предприятие «13 судоремонтный завод Черноморского флота» Министерства обороны Российской Федерации

Заморёнов Михаил Вадимович, к.т.н., доцент, Zamoryonoff@gmail.com, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Заморёнов Илья Михайлович, студент, ilia.zamoryonov@gmail.com, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

SIMULATION MODEL OF A SINGLE-COMPONENT SYSTEM TAKING INTO ACCOUNT CALENDAR PREVENTION

V.Y. Kopp, P.N. Florya, M.V. Zamoryonov, I.M. Zamoryonov

This article develops a simulation model of a one-component system that takes into account the impact of calendar maintenance on productivity. Statistical processing of the results of a machine experiment is carried out. A judgment is made on the correctness of constructing a mathematical model of such a system by comparing the results of analytical and simulation modeling.

Keywords: Simulation model, calendar prophylaxis, machine experiment.

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

Florya Pavel Nikolaevich, gydra@bk.ru, Russia, Sevastopol, Federal state unitary enterprise "13 ship repair plant of the black sea fleet" of the Ministry of defense of the Russian Federation

Zamoryonov Mikhail Vadimovich, candidate of technical science, docent, Zamoryonoff@gmail.com, Russia, Sevastopol, Sevastopol state University

Zamoryonov Ilia Mikhailovich, student, ilia.zamoryonov@gmail.com, Russia, Sevastopol, Sevastopol state University

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПРОХОДНЫХ КАНАЛОВ ПЛОСКИХ ЭЖЕКТОРОВ НА СТАТИЧЕСКУЮ ХАРАКТЕРИСТИКУ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Волошина Н.А., Балакина Н.А.

Аннотация. Приводятся результаты теоретических и экспериментальных исследований статических характеристик первичных плоских эжекторных преобразователей с различным расположением проходных каналов. В результате исследования плоских эжекторов с различным расположением сопел доказана целесообразность несимметричного расположения проходных каналов преобразователя.

Ключевые слова. Плоский эжектор, статическая характеристика, диапазон измерения, нелинейность.

Волошина Наталья Александровна, к.т.н., доцент, NAVoloshina@sevsu.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Балакина Наталья Анатольевна, старший преподаватель, NABalakina@sevsu.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

STUDY OF THE INFLUENCE OF THE LOCATION OF THE FLOW CHANNELS OF FLAT EJECTORS ON THE STATIC CHARACTERISTIC OF THE CONVERTER

N.A. Voloshina, N.A. Balakina

The theoretical and experimental research results of the static characteristics of primary plane ejector transducers with different passage channels locations are presented. As an outcome of the flat ejectors study with different nozzle arrangements, the asymmetric arrangement expediency of the converter flow channels was proved.

Keywords: flat ejector, static characteristic, measuring range, non-linearity.

Voloshina N.A., candidate of technical sciences, docent, NAVoloshina@sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Balakina N.A., senior lecturer, NABalakina@sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University