

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

№3(23)
2023

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, 2023

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

Балакин А.И., к.т.н., доц.

(г. Севастополь)

Редакционная коллегия

Варганов М.В., д.т.н., проф.

(г. Москва)

Греков Н.А., д.т.н., проф.

(г. Севастополь)

Доронина Ю.В., д.т.н., проф.

(г. Севастополь)

Жмудь В.А., д.т.н., проф.,

(г. Новосибирск)

Краснодубец Л.А., д.т.н., проф.

(г. Севастополь)

Моисеев Д.В., д.т.н., проф.

(г. Севастополь)

Обжерин Ю.Е., д.т.н., проф.

(г. Севастополь)

Песчанский А.И., д.т.н., проф.

(г. Севастополь)

Петрешин Д.И., д.т.н., проф.

(г. Брянск)

Прейс В.В., д.т.н., проф.

(г. Тула)

Щенятский А.В., д.т.н., проф.

(г. Севастополь)

Заморёнов М.В., к.т.н., доц

(г. Севастополь)

Майстришин М.М., к.т.н., доц.

(г. Севастополь)

Рапацкий Ю.Л., к.т.н., доц.

(г. Севастополь)

СОДЕРЖАНИЕ

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ

- Прейс В.В.** Моделирование надежности роторной системы автоматической загрузки с нагруженным резервом при ненадежном переключателе 3

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ

- Асанов А.З., Веркнер А.С.** Моделирование динамики подвески большегрузного автомобиля в процессе преодоления препятствий 11
- Кабанов А.А.** Выбор параметризации матриц нелинейной системы для методов state-dependent управления 23
- Оглоблин Д.И., Трудоношин В.А., Князева С.Ю.** Сквозное проектирование цифрового приемника в simulink 38
- Моисеев Д.В., Шокин А.Г.** Математическая модель оптимизации информационной логистики 50
- Бохонский А.И., Чалая Е.С.** Методы сопротивления материалов в модели токарной обработки нежесткого вала 63

ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ

- Крамарь В.А., Крамарь О.А., Кабанов А.А.** Контроль самостолкновения манипуляторов на основе решения задачи классификации с помощью нейронной сети 71
- Васютенко А.П., Балакин А.И.** Роботизированный самоподнастраивающийся измерительный модуль 84
- Филипович О.В.** Модель процесса одновариантной однопараметрической селективной сборки двух элементов с учетом погрешностей измерения при их сортировке 93

Подписной индекс сборника 85768 по интернет-каталогу «Пресса России».

Научный журнал входит в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук», утвержденный ВАК Минобрнауки РФ, по следующим научным специальностям:

1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ производствами (технические науки);

2.2.8. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды производствами (технические науки);

2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки).

Учредитель и издатель: ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» ул. Университетская, 33. Севастополь, 299053.

© ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

© Авторы статей

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ РОТОРНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЗАГРУЗКИ С НАГРУЖЕННЫМ РЕЗЕРВОМ ПРИ НЕНАДЕЖНОМ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕ

Прейс В.В.

Аннотация. Рассмотрены вопросы моделирования надежности роторной системы автоматической загрузки штучных предметов обработки в автоматические роторные линии, резервированной (методом замещения) с нагруженным резервом, при ненадежном механическом переключателе подсистемы управления отказом от питания рабочих позиций. На основе теории графов разработаны аналитические модели, позволяющие на стадии проектирования дать сравнительную оценку коэффициентов готовности роторных систем автоматической загрузки для стратегий обслуживания с накоплением отказов рабочих позиций. Установлено предельное значение вероятности отказа механического переключателя, выше которого резервирование роторной системы автоматической загрузки становится неэффективным.

Ключевые слова. Роторная система автоматической загрузки, штучный предмет обработки, автоматическая роторная линия, методы резервирования замещением, нагруженный резерв, надежность, моделирование, коэффициент готовности.

Прейс Владимир Викторович, д.т.н., профессор, rabota-preys@yandex.ru, Россия, Тула, Тульский государственный университет.

SIMULATION OF THE RELIABILITY OF A ROTOR AUTOMATIC FEEDING SYSTEM WITH A LOADED RESERVE WITH AN UNRELIABLE SWITCH

V.V. Preis

The article deals with the issues of modeling the reliability of a rotor automatic feeding system for automatic loading of piece processing items into automatic rotor lines, backed up by the replacement method with a loaded reserve, with an unreliable mechanical switch of the power failure subsystem of working positions. Based on graph theory, analytical models have been developed that allow at the design stage to give a comparative assessment of the availability coefficients of rotor automatic feeding systems for maintenance strategies with the accumulation of failures of working positions. The limit value of the probability of failure of the mechanical switch has been established, above which the redundancy of the rotor automatic feeding system becomes ineffective.

Keywords: rotor automatic feeding system, piece processing item, automatic rotor line, replacement redundancy methods, unloaded reserve, loaded reserve, reliability, modeling, availability factor.

Preis Vladimir Viktorovich, doctor of technical sciences, professor, , rabota-preys@yandex.ru, Russia, Tula, Tula State University.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПОДВЕСКИ БОЛЬШЕГРУЗНОГО АВТОМОБИЛЯ В ПРОЦЕССЕ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПРЕПЯТСТВИЙ

Асанов А.З., Веркнер А.С.

Аннотация. Разработана математическая числовая модель четырёхточечной подвески большегрузного автомобиля. Проведено численное моделирование работы подвески автомобиля при наездах колеса на различные дорожные препятствия. Дан спектральный анализ реакций поддресоренных масс автомобиля. Результаты исследований могут быть использованы при разработке и испытаниях систем управления подвеской автомобиля, а также в учебно-методических целях.

Ключевые слова. Математическая модель, четырехточечная подвеска, компьютерная модель, спектральный анализ, переходные характеристики.

Асанов Асхат Замилович, д.т.н, профессор, a.z.asanov@yandex.ru, Россия, Москва, Институт искусственного интеллекта, МИРЭА

Веркнер Алексей Сергеевич, ассистент, aleksverk@mail.ru, Россия, Москва, Институт искусственного интеллекта, МИРЭА

MODELING THE DYNAMICS OF THE SUSPENSION OF A HEAVY-DUTY VEHICLE IN THE PROCESS OF OVERCOMING OBSTACLES

A.Z. Asanov, A.S. Verkner

A mathematical numerical model of a four-point suspension of a heavy-duty vehicle has been developed. Numerical simulation of the car suspension operation when the wheel hits various road obstacles is carried out. A spectral analysis of the reactions of the sprung masses of the car was carried out. The research results can be used in the development and testing of vehicle suspension control systems, as well as for educational and methodological purposes.

Key words: mathematical model, four-point suspension, computer model, spectral analysis, transient characteristics.

Asanov Askhat Zamilovich, doctor of technical sciences, professor, a.z.asanov@yandex.ru, Russia, Moscow, Institute of synthetic Intelligence, MIREA

Verkner Alexey Sergeevich, assistant, aleksverk@mail.ru, Russia, Moscow, Institute of synthetic Intelligence, MIREA

ВЫБОР ПАРАМЕТРИЗАЦИИ МАТРИЦ НЕЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ МЕТОДОВ STATE-DEPENDENT УПРАВЛЕНИЯ

Кабанов А.А.

Аннотация. Исследование посвящено применению методов, зависящих от состояния коэффициентов (state-dependent coefficient, SDC), для решения нелинейных задач оптимального управления. Важным этапом применения методов SDC является параметризация (также говорят о факторизации) исходной нелинейной системы к SDC виду. В прошлых исследованиях показано, что для многомерных систем число таких параметризаций бесконечно. Выбор правильной параметризации может обеспечить лучшую сходимость и качества соответствующего SDC метода. В данной статье представлен ряд критериев, которые можно использовать для выбора подходящей параметризации. На примере задачи моделирования крупномасштабных муссонных внутрисезонных колебаний на основе синтеза оптимального управления на конечном интервале времени проведен анализ влияния выбора соответствующего критерия параметризации для решения задачи, показана работоспособность метода.

Ключевые слова. Зависящий от состояния коэффициент, state-dependent coefficient, факторизация, параметризация, оптимальное управление, нелинейная система.

Кабанов Алексей Александрович, к.т.н, доцент, kabanovaleksey@gmail.com, Россия, Москва, ФИЦ «Информатика и управление» РАН, Севастополь, Севастопольский государственный университет.

THE CHOICE OF PARAMETRIZATION OF NONLINEAR SYSTEM MATRICES FOR THE STATE-DEPENDENT CONTROL METHODS

A.A. Kabanov

The research is devoted to the methods of state-dependent coefficient (SDC) for solving nonlinear optimal control problems. An important stage in the application of SDC methods is the parameterization (or even say factorization) of the original nonlinear system to the SDC form. In past studies, it has been shown that for multidimensional systems, the number of such parameterizations is infinite. Choosing the right parameterization can provide better convergence and quality parameters of the corresponding SDC method. This paper presents a number of criteria that can be used for parameterization. By the example of the problem of modeling large-scale monsoon intra-seasonal fluctuations based on the solution of the optimal control problem in a finite time interval, the analysis of the influence of the choice of the appropriate parameterization criterion on the solution of the problem is carried out.

Key words: state-dependent coefficient, factorization, parameterization, optimal control, nonlinear system.

Kabanov Aleksey Alexandrovich, Candidate of Technical Sciences, Docent, kabanovaleksey@gmail.com, Russia, Moscow, Federal Research Center "Computer Science and Control" RAS, Sevastopol, Sevastopol State University

СКВОЗНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВОГО ПРИЕМНИКА В SIMULINK

Оглоблин Д.И., Трудоношин В.А., Князева С.Ю

Аннотация. Направленность статьи – обучение студентов методике модельно-ориентированного проектирования на примере цифровой части известного мобильного приемника GSM. Цифровая часть состоит из физических компонентов (АЦП, вычислителя), интерфейсов и программ, осуществляющих перенос сигнала ПЧ на нулевую частоту. Архитектура описана в System Composer (Simulink), и содержит вычислитель и буферные блоки памяти FIFO, позволяющие вести обработку данных порциями в многозадачном режиме. Модель алгоритма представлена в Simulink, включает перемножитель и набор цифровых фильтров-дециматоров. Произведен выбор частоты дискретизации АЦП и настройки цифровых фильтров. Реализация конвертера предложена на основе микроконтроллера STM32xx. Использованы свойства АЦП по переносу сигнала из высших зон Найквиста в первую. Для создания программного обеспечения произведена автоматическая генерация кода C полученной модели Simulink с перекомпилированием в интегрированной среде разработки STM32CubeIDE.

Ключевые слова. Системный анализ, аналогово-цифровой преобразователь, цифровой понижающий конвертер, модельно-ориентированное проектирование, микроконтроллер.

Оглоблин Дмитрий Игоревич, к.т.н., доцент ogldi@bmstu.ru, Россия, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Трудоношин Владимир Анатольевич, к.т.н., доцент, trudonoshinva@bmstu.ru, Россия, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Князева Светлана Юрьевна, старший преподаватель knyazeva@bmstu.ru, Россия, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

END-TO-END DESIGN OF A DIGITAL RECEIVER IN SIMULINK.

D.I. Ogloblin, V.A. Trudonoshin, S.Yu. Knyazeva

The focus of the article is teaching students the methodology of Model-Based Design using the example of the digital part of a well-known mobile GSM receiver. The digital part consists of physical components (ADC, calculator), interfaces and programs that transfer the IF signal to zero frequency. The architecture is described in System Composer (Simulink) and contains a calculator and buffer FIFO memory blocks that allow processing data in batches in multitasking mode. The algorithm model is presented in Simulink and includes a multiplier and a set of digital decimator filters. ADC sampling rate and digital filter settings have been selected. The implementation of the converter is proposed based on the STM32xx microcontroller. The properties of the ADC in terms of signal transfer from the higher Nyquist zones to the first are used. To create software, automatic code generation C of the resulting Simulink model was performed with recompilation in the STM32CubeIDE.

Keywords: system analysis, analog-to-digital converter, digital down converter, model-based design, microcontroller.

Ogloblin Dmitry Igorevich, candidate of technical sciences, docent, ogldi@bmstu.ru, Russia, Moscow State Technical University N.E. Bauman

Trudonoshin Vladimir Alekseevich, candidate of technical sciences, docent, trudonoshinva@bmstu.ru, Russia, Moscow State Technical University N.E. Bauman

Knyazeva Svetlana Yurievna, senior lecturer, knyazeva@bmstu.ru, Russia, Moscow State Technical University N.E. Bauman

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ЛОГИСТИКИ

Моисеев Д., Шокин А.Г.

Аннотация. Рассматриваются вопросы построения полимодельного комплекса для решения задач оптимизации информационной логистики в системах, построенных по принципу «роя» с применением сетецентрического управления. Решение задач реального времени в парадигме логистических информационных технологий, когда обстоятельства требуют не просто решения, а максимально быстрого, взвешенного и при этом максимально эффективного подхода, требует развития новых методов прикладной математики и информатики. В рамках данной работы выполнено построение комплекса математических моделей для распределительных задач векторной оптимизации по совокупности скалярных критериев: стоимости передачи информации, времени доставки сообщений, помехоустойчивости и вероятности безотказной работы.

Ключевые слова. *Сетецентрическая модель, логистические информационно-интеллектуальные система, модель минимизации стоимостных показателей информационного трафика, модель минимизации временных потерь, связанных с обеспечением информационного обмена модель максимизации надёжностных функций обеспечения сетевого трафика, модель максимизации показателей помехоустойчивости передаваемых сообщений.*

Моисеев Дмитрий Владимирович, д.т.н., профессор, dvmoiseev@sevsu.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Шокин Александр Геннадиевич, к.т.н. доцент, asshokin@sevsu.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

MATHEMATICAL MODEL OF OPTIMIZATION OF INFORMATION LOGISTICS

D.V. Moiseev, A.G. Shokin

The article discusses the issues of constructing a polymodel complex for solving problems of optimizing information logistics in systems built on the "swarm" principle using network-centric management. Solving real-time problems in the paradigm of logistics information technologies, when circumstances require not just a solution, but the fastest, most balanced and at the same time the most effective approach, requires the development of new methods of applied mathematics and computer science. Within the framework of this work, the construction of a complex of mathematical models for distributive problems of vector

Keywords: network-centric model, logistic information-intelligent system, model of minimizing the cost indicators of information traffic, model of minimizing time losses associated with ensuring information exchange, model of maximizing the reliability functions of providing network traffic, model of maximizing the noise immunity of transmitted messages.

Moiseev Dmitry Vladimirovich, doctor of technical sciences, professor, dvmoiseev@sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Shokin Alexander Gennadievich xandidate of technical science, docent, asshokin@sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

МЕТОДЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ В МОДЕЛИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ НЕЖЕСТКОГО ВАЛА

Бохонский А.И., Чалая Е.С.

Аннотация. Для нежесткого вала постоянного диаметра, закрепленного в центрах, построена модель компенсации упругих перемещений от силы резания при автоматической токарной обработке. Используются условия равновесия плоской системы сил и метод начальных параметров. Из равенства нулю упругого перемещения по направлению силы резания от компенсирующего воздействия и силы резания найден закон изменения локального компенсирующего (управляющего) воздействия как функции координаты расположения силы резания при ее движении вдоль заготовки. Компенсация упругого перемещения (или управления деформированием) приводит к снижению погрешности формы и размеров детали.

Ключевые слова. Токарная обработка, вал конечной жесткости, методы прикладной механики, упругое деформирование, модели компенсации перемещений, точность обработки.

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

Чалая Елена Сергеевна, преподаватель, elenasergeevnae@yandex.ru, Россия, Севастополь, Черноморское высшее военно-морское орденов Нахимова и Красной звезды училище им. П.С. Нахимова

METHODS OF MATERIALS RESISTANCE IN THE MODEL OF TURNING OF A NON-RIGID SHAFT

A.I. Bokhonsky, E.S. Chalaya.

It was constructed a compensating elastic displacements model from the cutting force during automatic turning for a non-rigid constant diameter shaft fixed in the centers. The equilibrium conditions for a flat system of forces and the method of initial parameters are used. From the equality to zero of the elastic displacement in the direction of the cutting force from the compensating action and the cutting force, the law of change of the local compensating action as a function of the coordinate of the location of the cutting force as it moves along the workpiece is found. Compensation of elastic displacement (or deformation control) leads to a decrease in the error in the shape and dimensions of the part.

Key words: turning, finite rigidity shaft, methods of applied mechanics, elastic deformation, displacement compensation models, machining accuracy.

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

Chalaya Elena Sergeevna, lecturer, elenasergeevnae@yandex.ru, Russia, Sevastopol, Black Sea Higher Naval Order of Nakhimov and the Red Star School named after P.S. Nakhimov

КОНТРОЛЬ САМОСТОЛКНОВЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРОВ НА ОСНОВЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Крамарь В.А. , Крамарь О.А., Кабанов А.А.

Аннотация. Статья описывает процедуру построения нейронной сети для решения задачи контроля самостолкновения многозвенных манипуляторов робототехнического комплекса SAR-401 на основе классификации. Предлагаемый подход является альтернативой аналитическому подходу контроля самостолкновения, основанному на применении некоторых методов линейной и матричной алгебры, а также нейросетевому – на основе решения регрессионной задачи. Предлагаемый подход позволяет с высокой степенью вероятности дать односложный ответ о возможности возникновения самостолкновения манипуляторов при выполнении технологических операций.

Ключевые слова. Многозвенный манипулятор, робот, нейронная сеть, классификация.

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

Крамарь Олег Александрович, rolets@yandex.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет,

Кабанов Алексей Александрович, к.т.н., доцент, patronne@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет,

CONTROL OF SELF-COLLISION OF MANIPULATORS ON THE BASIS OF SOLVING THE PROBLEM OF CLASSIFICATION USING A NEURAL NETWORK

V.A. Kramar, O.A. Kramar, A.A. Kabanov

The article describes the procedure for constructing a neural network for solving the problem of controlling the self-collision of multi-link manipulators of the SAR-401 robotic complex based on the classification approach. The proposed approach is an alternative to the analytical approach to self-collision control, based on the use of some methods of linear and matrix algebra, as well as to the neural network approach based on solving a regression problem.

Keywords: multi-link manipulator, robot, neural network, classification.

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

Kramar Oleg Aleksandrovich, rolets@yandex.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University,

Kabanov Aleksey Aleksandrovich, candidate of technical sciences, docent, patronne@mail.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

РОБОТИЗИРОВАННЫЙ САМОПОДНАСТРАИВАЮЩИЙСЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ МОДУЛЬ

Васютенко А.П., Балакин А.И.

Аннотация. Приведен анализ схем самоподнастраивающихся измерительных систем. Рассмотрены методы формирования команд на поднастройку, исследованы зависимости смещения центра группирования в момент поднастройки от среднего квадратического значения погрешности измерения и величины ее систематической составляющей. Приведены результаты моделирования зависимости погрешности поднастройки средства измерения от способа формирования команды на поднастройку и значения параметров измерительной системы. Представлена схема и описание принципа действия самоподнастраивающегося роботизированного модуля контроля внутреннего диаметра полумуфта.

Ключевые слова. *Поднастройка, измерение, преобразователь, погрешность, диапазон измерения, граница поднастройки, смещение уровня настройки.*

Васютенко Александр Павлович, к.т.н., доцент, APVasyutenko@mail.sevsu.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

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

ROBOTIC SELF-ADJUSTING MEASURING MODULE

A.P. Vasyutenko, A.I. Balakin

The analysis of schemes of self-adjusting measuring systems is given. The methods of forming commands for tuning are considered, the dependences of the displacement of the grouping center at the time of tuning on the mean square value of the measurement error and the magnitude of its systematic component are investigated. The results of modeling the dependence of the error of the adjustment of the measuring instrument on the method of forming the command to adjust and the values of the parameters of the measuring system are presented. The scheme and description of the principle of operation of the self-adjusting robotic control module of the inner diameter of the coupling halves are presented.

Keywords: *adjustment, measurement, converter, error, measurement range, adjustment boundary, adjustment level offset.*

Vasyutenko Alexander Pavlovich, candidate of technical sciences, docent, APVasyutenko@sevsu.ru, Russia, Sevastopol State University

Balakin Alexey Igorevich, candidate of technical sciences, docent, AIBalakin@sevsu.ru, Russia, Sevastopol State University

МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ОДНОВАРИАНТНОЙ ОДНОПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ СЕЛЕКТИВНОЙ СБОРКИ ДВУХ ЭЛЕМЕНТОВ С УЧЕТОМ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ ПРИ ИХ СОРТИРОВКЕ

Филипович О.В.

Аннотация. Рассматривается процесс однопараметрической одновариантной селективной сборки двух элементов для случая использования линейной зависимости «вход-выход». Построена математическая модель и предложен метод, позволяющий учесть влияние погрешностей измерения при сортировке элементов по селективным группам и определить показатели качества сборочного процесса. Приведен пример моделирования и оценены перспективы дальнейших исследований.

Ключевые слова. Селективная сборка, погрешность измерения, сортировка, математическая модель.

Филипович Олег Викторович, к.т.н., доцент, ophis1@yandex.ru, Россия, Севастопольский государственный университет

MODEL OF THE PROCESS OF SINGLE-VARIANT ONE-PARAMETER SELECTIVE ASSEMBLY OF TWO ELEMENTS, TAKEN INTO ACCOUNT OF MEASUREMENT ERRORS DURING THEIR SORTING

O.V. Filipovich

The process of one-parameter single-variant selective assembly of two elements for the case of using a linear input-output dependence is considered. A mathematical model is constructed and a method is proposed to take into account the influence of measurement errors when sorting elements into selective groups and to determine the quality indicators of the assembly process. An example of modeling is given and prospects for further research are evaluated.

Keywords: selective assembly, measurement error, sorting, mathematical model.

Filipovich Oleg Viktorovich, candidate of technical sciences, docent, ophis1@yandex.ru, Russia, Sevastopol State University