

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

№2(10)
2020

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, 2020

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)

Кристалль М.Г., д.т.н., проф.

(г. Волгоград)

Дьяченко В.А., д.т.н., проф.

(г. Санкт-Петербург)

Волков А.Н., д.т.н., проф.

(г. Санкт-Петербург)

Доронина Ю.В., д.т.н., доц.

(г. Севастополь)

Качур С.М., д.т.н., доц.

(г. Севастополь)

Васютенко А.П., к.т.н., доц.

(г. Севастополь)

Балакин А.И., к.т.н., доц.

(г. Севастополь)

Круговой А.Н., к.т.н., доц.

(г. Севастополь)

Скидан А.А., к.т.н., доц.

(г. Севастополь)

Заморёнов М.В., к.т.н.

(г. Севастополь)

СОДЕРЖАНИЕ

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВОМ

- Бохонский А.И., Майстришин М.М., Рыжков А.И.** Экспериментальная проверка оптимального вращения упругого стержня 3
- Вартанов М.В., Петров В.К., Зинина И.Н., Нгуен Ван Зунг, Чан Динь Ван** Идентификация положения детали с помощью силомоментного датчика в сборочных операциях типа «вал-втулка» при двухточечном контакте с учетом трения 17
- Токарев Д.А., Кабанов А.А.** Анализ критических состояний манипуляторов при согласованной работе 27

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

- Обжерин Ю.Е., Сидоров С.М., Никитин М.М.** Производительность технологической ячейки с мгновенно пополняемым резервом времени без прекращения обработки 39
- Рапацкий Ю.Л., Копп В.Я., Липка В.М.** Исследование механосборочного производства с применением методов экспертных оценок и анализа 51
- Крамаренко А.С., Крамарь В.А., Липко И.Ю.** Метод снижения количества данных для обучения роботов 68
- Мехтиев Т.З.** Нечёткое моделирование временных рядов для прогнозирования состояний технических систем 75

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

- Денисов М.С.** Разработка контрольно-измерительной системы для управления процессом наложения давления на кристаллизующийся металл 86

БИОМЕДИЦИНСКИЕ ПРИБОРЫ И ТЕХНОЛОГИИ

- Кабанов А.А., Крамарь В.А., Крамарь О.А.** Кинематическая схема управления хирургическим роботом 95

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ОПТИМАЛЬНОГО ВРАЩЕНИЯ УПРУГОГО СТЕРЖНЯ

Бохонский А.И., Майстришин М.М., Рыжков А.И.

Аннотация. С использованием робота (Mitsubishi Robot RV-1A) в лаборатории кафедры «Приборные системы и автоматизация технологических процессов» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» выполнена проверка оптимальных вращений вокруг неподвижной оси (на заданный угол, за приемлемое минимально возможное время) упругого консольного стержня с распределенной массой по длине из исходного в конечное состояние абсолютного покоя. Результаты практической реализации кососимметричного управления (углового ускорения типа «разгон-торможение») в достаточной степени согласуются с теоретическим моделированием динамики упругого объекта при оптимальном переносном вращательном движении вокруг оси, проходящей через конец упругого стержня.

Ключевые слова. Оптимальное управление (угловое ускорение), упругий стержень (конечной жесткости), экспериментальная проверка, манипулятор, устранение колебаний объекта.

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

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

Рыжков Александр Игоревич, ассистент, ryzhkov2206@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет.

EXPERIMENTAL TEST OF THE ELASTIC ROD OPTIMAL ROTATION

A.I. Bokhonsky, M.M. Maistrishin, A.I. Ryzhkov

Using the robot (Mitsubishi Robot RV-1A) in the laboratory of the Department of Instrument Systems and Automation of Technological Processes of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Sevastopol State University", the optimal rotation around a fixed axis (at a given angle during the acceptable minimum possible time) of an elastic cantilever rod with distributed mass along the length from the initial to the final state of absolute rest. Results of the practical implementation of skew-symmetric control (the "acceleration-braking" type of angular acceleration) are in sufficient agreement with the theoretical modeling of the dynamics of an elastic object with optimal portable rotational motion around an axis passing through the end of an elastic rod.

Key words: optimal control (angular acceleration), elastic rod (finite rigidity), experimental verification, manipulator, elimination of object vibrations.

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

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

Ryzhkov Aleksandr Igorevich, assistant, ryzhkov2206@mail.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ДЕТАЛИ С ПОМОЩЬЮ СИЛОМОМЕНТНОГО ДАТЧИКА В СБОРОЧНЫХ ОПЕРАЦИЯХ ТИПА «ВАЛ-ВТУЛКА» ПРИ ДВУХТОЧЕЧНОМ КОНТАКТЕ С УЧЕТОМ ТРЕНИЯ

Вартанов М.В., Петров В.К., Зинина И.Н., Нгуен Ван Зунг, Чан Динь Ван

Аннотация. Статья посвящена идентификации положения детали по данным силомоментного датчика в сборочных операциях типа «вал-втулка» при двухточечном контакте. Получены аналитические зависимости сил и моментов, измеренных датчиком сил и моментов. Описаны теоретические и экспериментальные оценки допустимых значений угла перекоса деталей.

Ключевые слова. Роботизированная сборка, условия сборки, силомоментный датчик

Вартанов Михаил Владимирович, д-р техн. наук, профессор, m.v.vartanov@mospolytech.ru, Россия, Москва, Московский политехнический университет

Петров Владимир Кириллович, канд. техн. наук, доцент, vkp@hotbox.ru, Россия, Москва, Московский политехнический университет

Зинина Инна Николаевна, канд. техн. наук, доцент, i.n.zinina@mospolytech.ru Россия, Москва, Московский политехнический университет

Нгуен Ван Зунг, аспирант, nguyendungpt45@gmail.com, Россия, Москва, Московский политехнический университет

Чан Динь Ван, магистрант, trandinhvan1221@gmail.com Россия, Москва, Московский политехнический университет

IDENTIFICATION OF THE PARTS 'S PROVISION BY USING FORCE TORQUE SENSOR IN THE TYPE ASSEMBLY OPERATIONS "SHAFT-SLEEVE" AT POINT TO POINT CONTACT WITH ACCOUNT OF FRICTION

M.V. Vartanov, V.K. Petrov, I.N. Zinina, V.D. Nguyen, D.V. Tran

This article is to detect identification of parts 's position according to the force-torque sensor in assembly operations type "shaft-sleeve" at point-to-point contact. Obtained analytical dependences of forces and torques, which are measured by force torque sensor. Theoretical and experimental estimates of permissible values skew angle of parts are described.

Keywords: robotic assembly, conditions assembly, force torque sensor.

Vartanov Mikhail Vladimirovich, Doctor of Engineering sciences, professor, m.v.vartanov@mospolytech.ru, Russia, Moscow, Moscow Polytechnic University

Petrov Vladimir Kirillovich, Ph.D. tech. Sci., Associate Professor, vkp@hotbox.r, Russia, Moscow, Moscow Polytechnic University

Zinina Inna Nikolaevna, Ph.D. tech. Sci., Associate Professor, i.n.zinina@mospolytech.ru, Russia, Moscow, Moscow Polytechnic University

Nguyen Van Dung, PhD student, nguyendungpt45@gmail.com, Russia, Moscow, Moscow Polytechnic University

Tran Dinh Van, Master, trandinhvan1221@gmail.com, Russia, Moscow, Moscow Polytechnic University

АНАЛИЗ КРИТИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ МАНИПУЛЯТОРОВ ПРИ СОГЛАСОВАННОЙ РАБОТЕ

Токарев Д.А, Кабанов А.А.

Аннотация. В статье рассматривается проблема работы многозвенных манипуляторов с учетом критических состояний, возникающих в процессе планирования движений. Предлагается решить проблему контроля и предотвращения самостолкновений путем введения ограничений в задаче управления движением манипуляторов. Выбор ограничений выполняется для предотвращения повреждений манипуляторами и переносимым ими грузами.

Ключевые слова. Критическое состояние, согласованная работа, робот-манипулятор, самостолкновения, ограничения управления.

Токарев Денис Александрович, канд. техн. наук, доц., Ведущий научный сотрудник НОЦ «Мехатроника и робототехника» tdanis@yandex.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Кабанов Алексей Александрович, канд. техн. наук, доц., заведующий кафедрой, patronne@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

ANALYSIS OF CRITICAL STATES OF MANIPULATORS AT AGREED WORK

D.A. Tokarev, A.A. Kabanov

The article discusses the problem of the operation of multi-link manipulators taking into account critical conditions that arise in the process of planning movements. It is proposed to solve the problem of controlling and preventing self-collisions by introducing restrictions in the task of controlling the movement of manipulators. The choice of constraints is performed to prevent damage to the manipulators and the loads carried by them.

Key words: critical state, coordinated work, robotic arm, self-collisions, control restrictions.

Denis Alexander Tokarev, Ph.D. tech. Sci., Assoc., Leading Researcher, REC "Mechatronics and Robotics" tdanis@yandex.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Kabanov Alexey Alexandrovich, Ph.D. tech. Sci., Associate Professor, Head of the Department, patronne@mail.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЯЧЕЙКИ С МГНОВЕННО ПОПОЛНЯЕМЫМ РЕЗЕРВОМ ВРЕМЕНИ БЕЗ ПРЕКРАЩЕНИЯ ОБРАБОТКИ

Обжерин Ю.Е., Сидоров С.М., Никитин М.М.

Аннотация. Для повышения надежности и эффективности функционирования систем различного назначения используется временное резервирование. В данной работе построена полумарковская модель функционирования технологической ячейки с учетом наличия мгновенно пополняемого резерва времени. Полученная модель позволяет проводить анализ влияния резерва времени на производительность технологической ячейки.

Ключевые слова. Полумарковский процесс, резерв времени, технологическая ячейка, производительность.

Обжерин Юрий Евгеньевич, д-р техн. наук, профессор, objsev@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Сидоров Станислав Михайлович, ст. преподаватель, xaevec@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

Никитин Михаил Михайлович, ассистент, m.nikitin.1979@gmail.com, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

PRODUCTIVITY OF A TECHNOLOGICAL CELL WITH INSTANTANEOUSLY REPLENISHED TIME RESERVE WITHOUT TERMINATION OF PROCESSING

Yu.E. Obzherin, S.M. Sidorov, M.M. Nikitin

Temporary redundancy is used to improve the reliability and efficiency of systems for various purposes. In this work, a semi-markov model of the operation of the technological cell has been built, taking into account the availability of an instantly replenished time reserve. The resulting model allows you to analyze the impact of time reserve on performance.

Key words: Semi-Markov process, time reserve, technological cell, productivity.

Obzherin Yuriy Evgenievich, doctor of technical sciences, professor, objsev@mail.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Sidorov Stanislav Mikhailovich, senior lecturer, xaevec@mail.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Nikitin Mikhail Mikhailovich, assistant, m.nikitin.1979@gmail.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНОСБОРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК И АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ

Рапацкий Ю.Л., Копп В.Я., Липка В.М.

Аннотация. Исследуется механосборочное производство, с целью учета механизма влияния технологической наследственности на надежность резьбовых соединений в изделиях машиностроения на этапах их жизненного цикла. Предлагается методология исследования механосборочного производства, позволяющая применить полумарковские модели для определения характеристик его производительности и надежности, с учетом проявления технологической наследственности. Рассматривается надежность технологических процессов в механосборочном производстве, в частности, параметрические отказы при изготовлении деталей с резьбой и сборке резьбовых соединений. Для формализации описания механосборочного производства предлагается применить методы экспертных оценок и анализа иерархий. Предлагаемая методология позволяет учесть стохастичность технологических процессов на этапах жизненного цикла изделий машиностроения.

Ключевые слова. Механосборочное производство, метод анализа иерархий, метод экспертных оценок.

Рапацкий Юрий Леонидович, канд. техн. наук, доцент, директор Центра оценки качества образования, u.l.rapatskiy@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет

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

Липка Виктория Михайловна, старший преподаватель, lipka.vita@yandex.ru, Россия, Севастополь, Филиал ФГБОУ ВО «ГМУ им. адм. Ф.Ф. Ушакова» в г. Севастополь

INVESTIGATION OF MECHANICAL ASSEMBLY PRODUCTION WITH APPLICATION OF METHODS OF EXPERTS EVALUATION AND ANALYSIS OF HIERARCHIES

Yu.L. Rapatskiy, V.Ya. Kopp, V.M. Lypka

The mechanical assembly production is studied in order to take into account the mechanism of the influence of technological heredity on the reliability of threaded joints in engineering products at the stages of their life cycle. A methodology for the study of mechanical assembly production is proposed, which allows the use of semi-Markov models to determine the characteristics of its performance and reliability, taking into account the manifestation of technological heredity. The reliability of technological processes in mechanical assembly production, in particular, parametric failures in the manufacture of threaded parts and the assembly of threaded joints, is considered. To formalize the description of mechanical assembly production, it is proposed to apply methods of expert assessments and analysis of hierarchies. The proposed methodology allows to take into account the stochasticity of technological processes at the stages of the life cycle of engineering products

Keywords: mechanical assembly production, hierarchy analysis method, expert assessment method.

Yuriy Rapatskiy, PhD, associate professor, Director of the Center for education quality assessment, u.l.rapatskiy@mail.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Vadim Kopp, Professor, Doctor of Technical Sciences, Professor, v_kopp@mail.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Victoria Lypka, Senior Lecturer, lipka.vita@yandex.ru, Russia, Sevastopol, Philial FGBOU VO "State Maritime University named after Admiral F.F. Ushakov" in the city of Sevastopol,

МЕТОД СНИЖЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ДАННЫХ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ РОБОТОВ

Крамаренко А.С., Крамарь В.А., Липко И.Ю.

Аннотация. В статье рассматривается алгоритм уменьшения размерности данных, используемых для алгоритмов обучения. Областью применения данного алгоритма является антропоморфный робот. Основная идея заключается в построении для заданной траектории аппроксимирующего полинома и дальнейшее использование коэффициентов этого полинома в алгоритмах обучения. Построение полинома производится по методу построения терминальных полиномов Батенко А.П. Полученные полиномы имеют нулевые ошибки на границах траектории.

Ключевые слова. Терминальный полином, уменьшение размерности, обучающий алгоритм, антропоморфный робот.

Крамаренко Артём Сергеевич, учащийся, Россия, Севастополь, ГБОУ ДО Малая академия наук,
Крамарь Вадим Александрович, д-р. техн. наук, профессор, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет; педагог дополнительного образования ГБОУ ДО Малая академия наук,

Липко Иван Юрьевич, старший преподаватель, ivanlipko13@gmail.com, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет; педагог дополнительного образования ГБОУ ДО Малая академия наук

THE DATA REDUCTION METHOD FOR MACHINE LEARNING ALGORITHMS

A.S. Kramarenko, V.A. Kramar, I.U. Lipko

The article considers an algorithm for reducing the dimensionality of data used for machine learning algorithms. This method is pleasant for anthropomorphic robot. The main idea is to construct an approximating polynomial for a given trajectory and build learning algorithms based on the coefficients of this polynomial. The construction of polynomial is based on Butenko A. P. terminal polynomials method. Usage of terminal polynomial leads to the fact that the polynomial has zero errors at the trajectory boundaries.

Key words: terminal polynomial, data reduction, machine learning, anthropomorphic robot.

Kramarenko Artem Sergeevich, pupil, Russia, Sevastopol, Minor Academy of Science,
Kramar Vadim Alexandrovich, doctor of engineer sciences, professor, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University,
Lipko Ivan Urievich, research officer, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

НЕЧЁТКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Мехтиев Т.З.

Аннотация. Для контроля и прогнозирования состояний технических систем рассматривается нечёткий подход к моделированию временных рядов показателей их параметров. Предлагается новый метод фаззификации слабо структурированных данных конкретного временного ряда, сформированного путём контрольных измерений, отражающих динамику изменения состояний технической системы за конкретный период времени. Для описания данных временного ряда по средствам нечётких множеств применяются колоколообразные функции принадлежности.

Ключевые слова. Техническая система, временной ряд, нечёткое множество, колоколообразная функция принадлежности.

Мехтиев Таир Закир, докторант, Tahir.mehdiyev@gmail.com, Азербайджан, Баку, Институт систем управления Национальной Академии Наук Азербайджана.

FUZZY MODELING OF TIME SERIES FOR FORECASTING THE STATE OF TECHNICAL SYSTEMS

T. Z. Mehdiyev

To control and predict the state of technical systems a fuzzy approach to modeling of indicators time series of their parameters is considered. A new method is proposed for fuzzification of weakly structured data formed by control measurements that reflect the dynamics of changes in the state of the technical system for a specified time. To describe the time series data by fuzzy sets bell-shaped membership functions are used.

Key words: technical system, time series, fuzzy set, bell-shaped membership function.

Tahir Mehdiyev Zakir, person working for doctor's degree, Tahir.mehdiyev@gmail.com, Azerbaijan, Baku, Institute of Control Systems of Azerbaijan National Academy of Science.

РАЗРАБОТКА КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ НАЛОЖЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ НА КРИСТАЛЛИЗУЮЩИЙСЯ МЕТАЛЛ

Денисов М.С.

Аннотация. Для получения достоверной информации о технологическом процессе литья с кристаллизацией под давлением разработана контрольно-измерительная система, позволяющая фиксировать основные технологические параметры процесса, к которым относятся: давление, время, перемещение. Подобраны измерительные приборы. Разработан и изготовлен датчик давления оригинальной конструкции. Выбрана аппаратная часть. Написана программа, позволяющая визуализировать получаемую информацию в виде графиков на экране ЭВМ.

Информация с контрольно-измерительной системы может быть интегрирована в систему управления процессом наложения давления на кристаллизующийся металл, с целью повышения качества управления.

Ключевые слова. Контрольно-измерительная система, автоматизация, преобразователи, система управления, наложение давления, кристаллизующийся металл.

Денисов Максим Сергеевич, к.т.н., доцент, denisovmaxim90@mail.ru, Россия, Владимир, Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых

DEVELOPMENT OF A CONTROL AND MEASUREMENT SYSTEM FOR CONTROLLING THE PROCESS OF APPLYING PRESSURE TO A CRYSTALLIZING METAL

M.S. Denisov

To obtain reliable information about the technological process of casting with crystallization under pressure, a control and measurement system has been developed that allows you to record the main technological parameters of the process, which include: pressure, time, movement. Selected measuring devices. The pressure sensor of the original design was developed and manufactured. The hardware part is selected. A program is written that allows you to visualize the received information in the form of graphs on the computer screen. Information from the control and measurement system can be integrated into the control system for applying pressure to the crystallizing metal, in order to improve the quality of control.

Keyword: control and measurement system, automation, converters, control system, pressure application, crystallizing metal.

Maxim S. Denisov, Ph. D., associate Professor, denisovmaxim90@mail.ru, Russia, Vladimir, Vladimir state University named after A. G. and N. G. Stoletovs

КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ХИРУРГИЧЕСКИМ РОБОТОМ

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

Аннотация. Внедрение робототехнических комплексов в медицину предполагает использование автоматизированного и автоматического управления роботом при выполнении определенных этапов операций. Важным элементом построения управления подобным классом роботов является применение кинематической схемы управления. Для рассматриваемого хирургического робота разработано кинематическое управление, решающее задачи ориентации рабочего инструмента и его позиционирование. Полученные решения протестированы с помощью разработанных программ.

Ключевые слова. Хирургический робот, кинематическая схема, управление.

Кабанов Алексей Александрович, канд. техн. наук, доцент, kabanov@sevsu.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет,

Крамарь Вадим Александрович, д-р техн. наук, проф., kramarv@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет,

Крамарь Олег Александрович, kramarv@mail.ru, Россия, Севастополь, Севастопольский государственный университет,

KINEMATIC CONTROL SCHEME OF SURGICAL ROBOTS

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

The introduction of robotic systems in medicine involves the use of automated and automatic robot control when performing certain stages of operations. An important element in constructing control for such a class of robots is the use a kinematic control scheme. For the surgical robot a kinematic control has been developed that solves the tasks of orienting the working tool and its positioning. The resulting solutions are tested using developed programs.

Key words: surgical robot, kinematic diagram, control.

Kabanov Aleksey Aleksandrovich, PhD, associate professor, kabanov@sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

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

Kramar Oleg Aleksandrovich, kramarv@mail.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University