

# В Е С Т Н И К

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Серия 10  
Выпуск 2

2012  
Июнь

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА  
ИНФОРМАТИКА  
ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ. ИЗДАЕТСЯ С АВГУСТА 1946 ГОДА

## СОДЕРЖАНИЕ

### ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

<i>Бабаджанянц Л. К., Брэгман К. М.</i> Алгоритм метода дополнительных переменных. ....	3
<i>Головкина А. Г., Кудинович И. В., Овсянников Д. А.</i> Мощность подкритического однородного реактора в зависимости от пространственного распределения и энергии нейтронов внешнего источника. ....	13
<i>Лебединская Н. А., Лебединский Д. М.</i> Оптимальные коэффициенты при разложении сигнала по <i>B</i> -сплайнам. ....	25
<i>Мазалова А. В.</i> Дуполия Хотеллинга на плоскости в метрике Манхеттена. ....	33
<i>Мартышов И. А.</i> Динамическое определение параметров генетического алгоритма. ....	44
<i>Тулупьев А. Л.</i> Апостериорные оценки вероятностей в алгебраических байесовских сетях. ....	51
<i>Шишанин О. Е.</i> Модификации уравнения Хилла для упрощенных моделей накопительных колец. ....	60

### ИНФОРМАТИКА

<i>Бугайченко Д. Ю., Соловьев И. П.</i> Представление дискретных случайных величин с применением многокорневых диаграмм решений. ....	66
---	----



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ОСНОВАН В 1724 ГОДУ  
1824 – ГОД ВЫХОДА В СВЕТ ПЕРВОГО ИЗДАНИЯ УНИВЕРСИТЕТА

© Авторы статей  
© Издательство  
Санкт-Петербургского  
университета, 2012

<i>Буре В. М., Свиржин М. В., Степанов А. Г.</i> Методология построения информационно-аналитического программного комплекса деятельности организационных систем. ....	75
<i>Медведев О. В.</i> Семантика языка описания аппаратуры NaSCoL. ....	81

## ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ

<i>Александров А. Ю., Косов А. А., Платонов А. В.</i> Об асимптотической устойчивости механических систем с нестационарным ведущим параметром при диссипативных силах. ....	97
---	----

АННОТАЦИИ .....	110
-----------------	-----

SUMMARIES .....	113
-----------------	-----

ОТ РЕДАКЦИИ.....	115
------------------	-----

## АННОТАЦИИ

УДК 517.9:519.6

Бабаджанянц Л. К., Брэгман К. М. **Алгоритм метода дополнительных переменных** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2012. Вып. 2. С. 3–12.

Предлагается алгоритм метода дополнительных переменных. Метод дополнительных переменных сводит полные системы уравнений в частных производных и, в частности, системы обыкновенных дифференциальных уравнений к системам с полиномиальными правыми частями. Библиогр. 4 назв. Ил. 1.

*Ключевые слова:* полиномиальная система, дифференциальные уравнения, полная система, дополнительные переменные.

УДК 621.039.519.2

Головкина А. Г., Кудинович И. В., Овсянников Д. А. **Мощность подкритического однородного реактора в зависимости от пространственного распределения и энергии нейтронов внешнего источника** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2012. Вып. 2. С. 13–24.

Представлено аналитическое решение задачи определения мощности подкритического однородного реактора в зависимости от пространственного распределения и энергии нейтронов внешнего источника. Приведены результаты расчетов мощности для активных зон различной геометрии и разного материального состава. Показано, что локализация внешнего источника быстрых нейтронов в центре активной зоны позволяет увеличить мощность реактора по сравнению со случаем равномерного распределения источника по всей активной зоне в 4.5 раза. Библиогр. 4 назв. Ил. 6. Табл. 1.

*Ключевые слова:* подкритический однородный реактор, ядерная безопасность, усиление мощности, локализация внешнего источника нейтронов, энергия нейтронов внешнего источника.

УДК 519.651

Лебединская Н. А., Лебединский Д. М. **Оптимальные коэффициенты при разложении сигнала по  $B$ -сплайнам** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2012. Вып. 2. С. 25–32.

Изучается вопрос о разложении по  $B$ -сплайнам функций, заданных таблично. Вводится критерий оптимальности коэффициентов, используемых для поиска такого разложения, и формулируется гипотеза о том, каким образом эти коэффициенты могут быть найдены. Гипотеза сводится к вопросу о корнях многочленов Эйлера и доказывается для небольших значений степеней входящих в  $B$ -сплайны многочленов. Библиогр. 8 назв.

*Ключевые слова:* разложение,  $B$ -сплайны, коэффициенты.

УДК 519.833.2

Мазалова А. В. **Дуополия Хотеллинга на плоскости в метрике Манхэттена** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2012. Вып. 2. С. 33–43.

В работе рассматривается задача о размещении на плоскости. На единичном квадрате располагаются две фирмы, которые назначают цену на свой товар. Квадрат разбивается равномерной сеткой и движение покупателей происходит по ней. Решается задача о ценообразовании и размещении на произвольной сетке. Исследуется асимптотика решения. Проведено сравнение решений в задаче о размещении для евклидовой и манхэттенской метрик. Библиогр. 7 назв. Ил. 4.

*Ключевые слова:* дуополия Хотеллинга на плоскости, равновесные цены, задача о размещении.

УДК 519.6

Мартюшов И. А. **Динамическое определение параметров генетического алгоритма** // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 10. 2012. Вып. 2. С. 44–50.

При проектировании генетических алгоритмов задача определения их параметров играет весьма важную роль, так как от ее решения зависят время работы алгоритма и точность результата. Нахождение параметров алгоритма можно разделить на два этапа: вычисление их до запуска алгоритма и во время его работы. В статье предложены способы определения параметров в обоих случаях. При этом параметры выбираются так, чтобы избежать возможность возникновения ситуации потери аллелей в процессе работы алгоритма. Практическая реализация и эффективность полученных алгоритмов проиллюстрированы на модельном примере, использующем для минимизации функцию Растригина. Библиогр. 5 назв. Ил. 5.

*Ключевые слова:* генетический алгоритм, поисковые способности, теорема схем, гипотеза строительных блоков.

УДК 004.8

Тулупьев А. Л. **Апостериорные оценки вероятностей в алгебраических байесовских сетях** // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 10. 2012. Вып. 2. С. 51–59.

Предложен алгоритм распространения влияния свидетельства на вероятностные оценки элементов алгебраических байесовских сетей со структурой дерева смежности. Для случая скалярных оценок в сети и стохастического свидетельства рассматриваются неявные предположения, лежащие в основе описанного алгоритма апостериорного вывода. Библиогр. 30 назв.

*Ключевые слова:* алгебраическая байесовская сеть, неопределенность знаний, фрагмент знаний, апостериорный вывод, пропаганда свидетельств.

УДК 621.384.6

Шишанин О. Е. **Модификации уравнения Хилла для упрощенных моделей накопительных колец** // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 10. 2012. Вып. 2. С. 60–65.

При разложении поперечных составляющих магнитного поля в ряд Фурье для простых ячеек, используемых в накопительных кольцах, получены уравнения, описывающие динамику частиц на одном периоде. Обсуждаются приближенные методы решения таких дифференциальных уравнений с большим параметром. Включение в магнитную систему квадруполь меняет тип уравнений, которые еще можно рассматривать в линейном приближении. Выявлено, что только на участке дефокусирующего квадрупольа периодический коэффициент дифференциального уравнения отрицателен. Используемые методы можно применить для изучения бетатронных колебаний в более сложных магнитных системах. Библиогр. 10 назв.

*Ключевые слова:* магнитная система, ячейка, дифференциальное уравнение, асимптотика.

УДК 519.683.8+004.424

Бугайченко Д. Ю., Соловьев И. П. **Представление дискретных случайных величин с применением многокорневых диаграмм решений** // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 10. 2012. Вып. 2. С. 66–74.

В работе предлагается новый метод представления дискретных случайных величин в памяти ЭВМ на основе многокорневых бинарных диаграмм решений (*MRBDD*). Такая необходимость возникает, например, в задаче вероятностной верификации, где в настоящее время активно используется другой тип диаграмм решений – многотерминальные бинарные диаграммы решений (*MTBDD*). Многокорневые диаграммы обладают рядом значимых преимуществ по сравнению с многотерминальными. За счет более эффективного повторного использования общих структурных блоков многокорневые диаграммы оказываются более компактной формой представления, что обеспечивает меньший объем потребляемой памяти и во многих

случаях лучшее время работы. Приведенные экспериментальные результаты показывают, что многокорневые диаграммы являются перспективной заменой многотерминальных диаграмм, в том числе и в таких задачах как моделирование случайных величин и вероятностная верификация. Библиогр. 17 назв. Табл. 3.

*Ключевые слова:* бинарные диаграммы решений, вероятностная верификация.

УДК 519.68

Буре В.М., Свиркин М. В., Степанов А.Г. **Методология построения информационно-аналитического программного комплекса деятельности организационных систем** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2012. Вып. 2. С. 75–80.

Статья посвящена методологии проектирования и разработки информационно-аналитического программного комплекса деятельности организационных систем. Библиогр. 3 назв. Ил. 1.

*Ключевые слова:* база данных, Access.

УДК 004.4'422:621.3.049.771.14

Медведев О.В. **Семантика языка описания аппаратуры HaSCoL** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2012. Вып. 2. С. 81–96.

Статья описывает семантику высокоуровневого языка описания аппаратуры HaSCoL. Данный язык позволяет описывать синхронные цифровые интегральные схемы в терминах блокирующей посылки сообщений, блокируемых конвейеров, а также конструкций управления, знакомых всем по языкам программирования. Для всех этих сложных конструкций заданы их проекции в простой базовый язык, который, в свою очередь, определен в терминах простой модели вычислений синхронной цифровой схемы. Библиогр. 11 назв. Ил. 2.

*Ключевые слова:* EDA, HLS, VLSI, СБИС, семантика.

УДК 531.36

Александров А.Ю., Косов А.А., Платонов А.В. **Об асимптотической устойчивости механических систем с нестационарным ведущим параметром при диссипативных силах** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2012. Вып. 2. С. 97–109.

Исследуются описываемые уравнениями Лагранжа механические системы с нестационарной эволюцией диссипативных сил, приводящей к их доминированию. Доказаны теоремы об асимптотической устойчивости положения равновесия по линейному приближению в условиях неприменимости известных для нестационарных линеаризаций классических критериев. Выявлен класс нестационарных механических систем, у которых асимптотическая устойчивость равновесия заведомо не является экспоненциальной, но сохраняется при любых возмущениях, имеющих порядок малости выше первого. Рассмотрены случаи существенно нелинейных диссипативных сил, определяемых однородной функцией Рэлея или зависящих от координат, для которых также получены условия асимптотической устойчивости положения равновесия при нестационарном доминировании диссипативных сил. Установлено, что если диссипативные силы существенно нелинейны, то передемпфирование при нестационарном росте сил сопротивления начинает проявляться лишь при более высоких скоростях эволюции, чем в случае линейных диссипативных сил. Библиогр. 24 назв.

*Ключевые слова:* механические системы, диссипативные силы, устойчивость, функции Ляпунова, нестационарный параметр.

## SUMMARIES

*Babadzanjanz L. K., Bregman K. M.* **Algorithm of the additional variables method** // Vestnik St. Petersburg University. Ser. 10. 2012. Issue 2. P. 3–12.

The algorithm of the additional variables method is proposed. The additional variables method aims to reduce systems of total partial differential equations and, in particular, systems of ordinary differential equations to the form of a system with polynomial right-hand sides.

*Key words:* polynomial system, differential equations, total partial differential equations, additional variables.

*Golovkina A. G., Kudinovich I. V., Ovsyannikov D. A.* **Subcritical homogeneous reactor power rate subject to space distribution and energy of the external neutron source** // Vestnik St. Petersburg University. Ser. 10. 2012. Issue 2. P. 13–24.

The analytic dependence of space distribution and energy of the external neutron source on the subcritical homogeneous reactor power rate is obtained. Power rate calculation results for the reactor cores of different geometry and material composition are presented. It is shown that the external source localization in the center of the reactor core could increase reactor power in 4.5 times in comparison with the case of the source even distribution in the core.

*Key words:* subcritical homogeneous reactor, nuclear safety, power amplification, external neutrons source localization, external neutrons source energy.

*Lebedinskaya N. A., Lebedinsky D. M.* **Optimal coefficients under signal expansion by B-splines** // Vestnik St. Petersburg University. Ser. 10. 2012. Issue 2. P. 25–32.

The paper is devoted to the problem of expanding a function given by a table as a linear combination of  $B$ -splines. An approach to this problem is presented. It is called the extended convolution approach. It prescribes to compute the coefficients of  $B$ -spline expansion of a function as linear combinations of function values at nodes near the nodes to whose values the corresponding  $B$ -spline introduces a nonzero contribution. In the paper, a criterion for the coefficients of such linear combinations to be optimal is formulated. The criterion resembles the minimum of the error in the uniform norm but is somewhat different. A conjecture on the technique for obtaining such coefficients is made and the corresponding system of linear equations on them is explicitly presented. The system is overdetermined but in the paper it is shown that the system has a unique solution. The proof of the conjecture is reduced to a question of roots of Eulerian polynomials and this assertion is verified for small values of parameters. The paper uses the results due to W. Trench on the determinants and inverse matrices for banded Toeplitz matrices and a minimax criterion for a system of absolute values of linear functions due to V. K. Ivanov. To verify the assertion of Eulerian polynomial roots, the SYM package for the computer algebra system MAXIMA for Linux was used.

*Key words:* decomposition,  $B$ -splines, coefficients.

*Mazalova A. V.* **Hotelling's duopoly on the plane with Manhattan distance** // Vestnik St. Petersburg University. Ser. 10. 2012. Issue 2. P. 33–43.

Article describes the location game, where there are two firms on the plane and they declare prices for their products. The market is represented as a square, which is divided by a uniform net. Customers use this net as the roads to move. The problem of pricing and distribution on the arbitrary network is solved.

*Key words:* Hotelling duopoly on the plane, equilibrium prices, location game.

*Martyushov I. A.* **Dynamic definition of genetic algorithm parameters** // Vestnik St. Petersburg University. Ser. 10. 2012. Issue 2. P. 44–50.

The problem of genetic algorithm search abilities improving is considered. Parameters of the

algorithm are defined so that to avoid the loss of alleles. Updating an integer adaptive statistical algorithm is suggested. The necessary and sufficient restriction for effective work of the algorithm is obtained. Practical implementation and effectiveness of the obtained algorithm are illustrated with the model example.

*Key words:* genetic algorithm, search abilities, scheme theorem, building blocks hypothesis.

*Tulupyyev A. L. A posteriori probabilistic estimates in algebraic Bayesian networks // Vestnik St. Petersburg University. Ser. 10. 2012. Issue 2. P. 51–59.*

The paper presents an algorithm for evidence propagation in algebraic Bayesian networks in order to calculate *a posteriori* probabilistic estimates of network elements. The implicit assumptions that guarantee the correctness of the *a posteriori* inference algorithm results are discovered and considered.

*Key words:* algebraical Bayesian network, knowledge uncertainty, knowledge pattern, *a posteriori* inference, evidence propagation.

*Shishanin O. E. Modification of Hill's equation for the storage rings simplified models // Vestnik St. Petersburg University. Ser. 10. 2012. Issue 2. P. 60–65.*

An approach suggested allows to describe charged particle dynamics for linear machines in a usual 3-dimensional space. In addition, a new type of differential equations with periodic coefficients and a large parameter is derived.

*Key words:* magnetic system, lattice, differential equation, asymptotics.

*Bugaychenko D. Y., Soloviev I. P. Discrete random variables modeling using multiroot decision diagrams // Vestnik St. Petersburg University. Ser. 10. 2012. Issue 2. P. 66–74.*

The paper proposes a new approach for modeling discrete random variables based on multiroot binary decision diagrams (*MRBDD*). This need arise, for instance, in the problem of probabilistic verification, where another type of decision diagrams – multiterminal binary decision diagrams (*MTBDD*) – is widely used present. Multiroot diagrams have a number of significant advantages compared with multiterminal ones. Due to more efficient reuse of common building blocks multiroot diagrams provide more compact representation consuming less memory, and in many cases allowing a better execution time. Experimental results presented in the paper show that multiroot diagrams are a promising alternative to multiterminal diagrams for such problems as random variables modeling and probabilistic verification.

*Key words:* binary decision diagrams, probabilistic verification.

*Bure V. M., Svirkin M. V., Stepanov A. G. Methodology of information and analytical software design for complex organizational systems // Vestnik St. Petersburg University. Ser. 10. 2012. Issue 2. P. 75–80.*

The article is devoted to methodology of information and analytical software design for complex organizational systems.

*Key words:* database, Access.

*Medvedev O. V. Semantics of high-level hardware description language HaSCoL // Vestnik St. Petersburg University. Ser. 10. 2012. Issue 2. P. 81–96.*

The paper describes semantics for a high-level hardware description language HaSCoL. The language allows to describe a synchronous digital integrated circuit via blocking message passing, blockable pipelines and control constructs, which all software developers are used to. All complex constructs are expressed in terms of a much simpler base level of the language, which is in turn defined in terms of a simple model of computation of a synchronous digital circuit.

*Key words:* EDA, HLS, VLSI, semantics.

*Aleksandrov A. Yu., Kosov A. A., Platonov A. V.* **On asymptotic stability of mechanical systems with nonstationary leading parameter under dissipative forces** // Vestnik St. Petersburg University. Ser. 10. 2012. Issue 2. P. 97–109.

Mechanical systems described by Lagrange differential equations of the second kind with nonstationary evolution of dissipative forces resulting in their domination are considered. In case of nonapplicability of known for nonstationary linearizations classical criteria, the theorems on asymptotic stability of the equilibrium position by the linear approximation are proved. The classes of nonstationary mechanical systems are determined, such that the asymptotic stability of their equilibrium is not exponential, however it is preserved for arbitrary perturbation whose order of smallness is higher than one. Furthermore, systems with essentially nonlinear dissipative forces are investigated. It is assumed that dissipative forces are determined by the homogeneous Rayleigh function, or depend on generalized coordinates. For such systems the conditions of asymptotic stability of the equilibrium position under the nonstationary domination of dissipative forces are obtained as well. It is proved that in the comparison with the case of linear dissipative forces the overdamping arises under higher velocities of evolution for essentially nonlinear ones.

*Key words:* mechanical systems, dissipative forces, stability, Lyapunov functions, nonstationary parameter.

---

---

## ОТ РЕДАКЦИИ

Подробная информация о правилах предоставления статей и порядке их рецензирования приведена в выпусках журнала за 2009 г., в вып. 1 за 2010 г. и на сайте факультета прикладной математики–процессов управления СПбГУ (e-mail: vkarelin@apmath.spbu.ru).



# CONTENTS

## APPLIED MATHEMATICS

<i>Babadzanjanz L. K., Bregman K. M.</i> Algorithm of the additional variables method	3
<i>Golovkina A. G., Kudinovich I. V., Ovsyannikov D. A.</i> Subcritical homogeneous reactor power rate subject to space distribution and energy of the external neutron source	13
<i>Lebedinskaya N. A., Lebedinsky D. M.</i> Optimal coefficients under signal expansion by <i>B</i> -splines	25
<i>Mazalova A. V.</i> Hotelling's duopoly on the plane with Manhattan distance	33
<i>Martyushov I. A.</i> Dynamic definition of genetic algorithm parameters	44
<i>Tulupyev A. L.</i> A posteriori probabilistic estimates in algebraic Bayesian networks	51
<i>Shishanin O. E.</i> Modification of Hill's equation for the storage rings simplified models	60

## INFORMATICS

<i>Bugaychenko D. Y., Soloviev I. P.</i> Discrete random variables modeling using multiroot decision diagrams	66
<i>Bure V. M., Svirkin M. V., Stepanov A. G.</i> Methodology of information and analytical software design for complex organizational systems	75
<i>Medvedev O. V.</i> Semantics of high-level hardware description language HaSCoL	81

## CONTROL PROCESSES

<i>Aleksandrov A. Yu., Kosov A. A., Platonov A. V.</i> On asymptotic stability of mechanical systems with nonstationary leading parameter under dissipative forces	97
--	----

ANNOTATIONS	110
-------------	-----

SUMMARIES	113
-----------	-----

FROM EDITORIAL STAFF	115
----------------------	-----