

КІБЕРНЕТИКА

CYBERNETICS

УДК 004.2

Структурная классификация методов синтеза микропрограммного автомата с операционным автоматом переходов / Р.М. Бабаков, А.А. Баркалов // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 2. С. 3–9.

Лл.: 8. Табл.: 0. Бібліогр.: 12 назв.

Аннотация. Предложено использовать представление методов синтеза микропрограммного автомата с операционным автоматом переходов в виде структуры, блоки которой соответствуют элементам математической модели автомата. Разработаны пять структур, учитывающих различия в исходных данных и результатах методов синтеза. Описанные и подобные структуры можно использовать для классификации существующих и разрабатываемых в будущем методов синтеза данного класса автоматов.

Ключевые слова: микропрограммный автомат, операционный автомат переходов, метод синтеза, классификация.

Структурна класифікація методів синтезу мікропрограмного автомата з операційним автоматом переходів / Р.М. Бабаков, О.О. Баркалов // Кибернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 2. С. 3–9.

Анотація. Запропоновано використовувати представлення методів синтезу мікропрограмного автомата з операційним автоматом переходів у вигляді структури, блоки якої відповідають елементам математичної моделі автомата. Розроблено п'ять структур, що враховують відмінності у вхідних даних і результатах методів синтезу. Ці й подібні структури можуть бути використані для класифікації теперішніх та розроблюваних у майбутньому методів синтезу цього класу автоматів.

Ключові слова: мікропрограмний автомат, операційний автомат переходів, метод синтезу, математична модель, структура.

Structural classification of the methods of synthesis of a microprogram finite-state machine with datapath of transitions / R.M. Babakov, A.A. Barkalov // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 54, N 5. P. 3–9.

Abstract. The authors propose to use the representation of methods of synthesis of a microprogram finite-state machine with datapath of transitions in the form of a structure whose blocks correspond to elements of the mathematical model of the finite state machine. Five structures have been developed that take into account differences in the initial data and the results of the synthesis methods. These and similar structures can be used to classify the available and future methods of synthesis of this class of finite-state machines.

Keywords: microprogram finite-state machine, datapath of transitions, synthesis method, mathematical model, structure.

УДК 004.855:519.216

Верхняя граница для суммы корреляций трех индикаторов в отсутствие общего фактора / А.С. Балабанов // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 2. С. 10–21.

Лл.: 5. Табл.: 0. Бібліогр.: 9 назв.

Аннотация. Показано, что в линейной модели с тремя индикаторными переменными, где каждая пара индикаторов имеет отдельный «парный» фактор, сумма трех корреляций ограничена сверху. Нарушение установленного неравенства свидетельствует о том, что каузальная структура генеративной модели отличается от предполагаемой. В случае нарушения неравенства можно утверждать, что существует общая причина трех индикаторов или что одна из них каузально влияет на другую. Ограничение может результативно применяться даже в ситуации неполной наблюдаемости (в частности, когда наблюдаются только две индикаторные переменные).

Ключевые слова: корреляция, ограничение типа неравенство, цикл с тремя коллайдерами, скрытая общая причина, система линейных структуральных уравнений.

Верхня межа для суми кореляцій трьох індикаторів за відсутності спільного фактора / О.С. Балабанов // Кибернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 2. С. 3–12.

Анотація. Показано, що в лінійній моделі з трьома індикаторними змінними, де кожна пара індикаторів має окремий прихований «парний» фактор, сума трьох кореляцій обмежена зверху. Порушення встановленого обмеження свідчить про те, що каузальна структура генеративної моделі відрізняється від припущеної. У випадку порушення нерівності можна стверджувати, що існує загальна причина трьох індикаторів, або що одна з індикаторних змінних каузально впливає на іншу. Обмеження можна ефективно застосовувати навіть за неповної спостережуваності (зокрема, коли спостерігаються тільки дві індикаторні змінні).

Ключові слова: кореляція, обмеження типу нерівність, цикл з трьома колізорами, прихована загальна причина, система лінійних структуральних рівнянь.

Upper bound on correlation sum for three indicators under absence of common factor / O.S. Balabanov // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 54, N 5. P. 10–21.

Abstract. We demonstrate that in linear model with three indicator variables, where each pair of indicators is associated by separate hidden pairwise factor, the sum of correlations is upper bounded. The inequality constraint violation manifests that the underlying causal structure differs from the supposed one. In the case of the inequality violation, one may suggest that there is a common cause of the three indicators, or one indicator variable causally influences the other one. The inequality constraint remains efficient under partial observability (for instance, when two indicators only are observed).

Keywords: correlation, inequality constraint, cycle with three colliders, hidden common cause, linear SEM.

УДК 510+004.94

Конструктивно-продукционное представление геометрических фракталов / В.И. Шинкаренко // Кибernetика и системный анализ. 2019. Том 55, № 2. С. 22–35.

Лл.: 28. Табл.: 0. Библиогр.: 11 назв.

Аннотация. Предложен конструктивно-продукционный подход порождения фракталов, который является более общим, чем другие известные подходы. Показаны возможности применения большой вариативности атрибутики и исходных элементов формирования фракталов, а также комбинирования фракталов в мультифракталах. Возможности формирования фракталов расширены путем устранения необходимых при других подходах ограничений. Предложенный подход позволил установить несколько неизвестных ранее свойств дробной размерности, которые заключаются в возможности ее изменения в процессе порождения фрактала и несовпадения дробных размерностей предела форм в процессе порождения и предельного фрактала. Дано простое определение детерминированного геометрического фрактала, учитывающего все характеризующие его свойства.

Ключевые слова: конструктор, фрактал, мультифрактал, дробная размерность, треугольник Серпинского, фрактальная геометрия.

Конструктивно-продукційне зображення геометричних фракталів / В.І. Шинкаренко // Кибernetика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 2. С. 22–35.

Анотація. Запропоновано конструктивно-продукційний підхід породження фракталів, який є більш загальним, ніж інші відомі підходи. Показано можливості застосування великої варіативності атрибутики і вихідних елементів формування фракталів, а також комбінування фракталів у мультифракталах. Можливості формування фракталів розширено шляхом усунення необхідних для інших підходів обмежень. Запропонований підхід дозволив встановити кілька невідомих раніше властивостей дробової розмірності, що полягають у можливості її зміни в процесі породження фракталу і розбіжності дробових розмірностей границі форм у процесі породження і граничного фракталу. Наведено просте визначення детермінованого геометричного фракталу, яке враховує усі його характеристики.

Ключові слова: конструктор, фрактал, мультифрактал, дробова розмірність, трикутник Серпінського, фрактальна геометрія.

Constructive-synthesizing representation of geometric fractals / V.I. Shynkarenko // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 54, N 5. P. 22–35.

Abstract. A constructive-production approach to the generation of fractals is proposed, which is more general than other known approaches. The possibilities of application are shown: great variability of the attributes and initial elements of the formation of fractals; combination of fractals in multifractals. The possibilities of fractal generation are extended by eliminating the constraints necessary for other approaches. The proposed approach allowed us to establish several properties of fractional dimension that were previously unknown, which allow its change in the process of fractal generation and mismatch of fractional dimensions of the form limit in the process of generation and the limiting fractal. A simple definition of a deterministic geometric fractal that takes into account all the characteristic properties is given.

Keywords: constructor, fractal, multifractal, fractional dimension, Sierpinski triangle, fractal geometry.

УДК 004.93

Кластеризация последовательностей видеоданных на основе гармонических k -средних / С.В. Машгалир, М.И. Столбовой, С.В. Яковлев // Кибernetика и системный анализ. 2019. Том 55, № 2. С. 36–43.

Лл.: 3. Табл.: 0. Библиогр.: 22 назв.

Аннотация. Работа посвящена сегментации–кластеризации видеопоследовательностей с помощью анализа многомерных временных последовательностей. Предложен подход к использованию глубокой итеративной временной деформации совместно с матричным методом гармонических k -средних. Такая процедура сегментации–кластеризации в отличие от традиционного подхода нечувствительна кначальному выбору центроидов, что особенно удобно в условиях анализа произвольных данных больших объемов.

Ключевые слова: сегментация, кластеризация, многомерные последовательности, видео, динамическая деформация.

Кластеризация последовательностей видеоданных на основе гармоничных k -средних / С.В. Машталір, М.І. Столбовий, С.В. Яковлев // Кибернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 2. С. 36–43.

Анотація. Розглянуто сегментацію–кластеризацію відеопослідовностей за допомогою аналізу багатовимірних часових послідовностей. Запропоновано підхід для використання глибокої ітеративної часової деформації разом з матричним методом гармонічних k -середніх. Така процедура сегментації–кластеризації на відміну від традиційного підходу не є чутливою до початкового вибору центроїдів, що особливо зручно в умовах аналізу довільних даних великих обсягів.

Ключові слова: сегментація, кластеризація, багатовимірні послідовності, відео, динамічна деформація.

Video sequences clustering by the k -harmonic means / S.V. Mashtalir, M.I. Stolbovyi, S.V. Yakovlev // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 54, N 5. P. 36–43.

Abstract. The study is devoted to segmentation–clustering of video sequences by the analysis of multidimensional time sequences. An approach is proposed for using an iterative deepening time warping in conjunction with the matrix harmonic k -means. This segmentation–clustering procedure, unlike the traditional approach, is insensitive to the initial centroids selection, which is especially useful in the analysis of arbitrary mass data.

Keywords: segmentation, clustering, multidimensional sequences, video, dynamic time warping.

УДК 681.61

Доказательство теорем в нечеткой логике на основе структурной резолюции / Ю.Я. Самохвалов // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 2. С. 44–58.

Лл.: 0. Табл.: 0. Бібліогр.: 22 назв.

Аннотация. Рассмотрен подход к доказательству теорем с нечеткой и не вполне истинной аргументацией. В качестве правила доказательного рассуждения используется композиционное правило вывода Л. Заде, а его процедурная реализация осуществляется механизмом опровержения. В качестве такого механизма предложена структурная резолюция (S -резолюция), которая является обобщением принципа резолюций на нечеткие утверждения. S -резолюция основана на семантических индексах литер и их сходстве. Семантические индексы являются существенным моментом S -резолюции. Они содержат информацию, которая используется в качестве управляющей в процессе вывода. А сходство заключается в поиске литер для получения S -резольвенты. Комплексирование композиционного правила вывода Л. Заде и S -резолюции позволяет, с одной стороны, снять проблему корректности резольвент в нечеткой логике, а с другой — обеспечить регулярность процесса доказательства как в двузначной, так и в нечеткой логике.

Ключевые слова: автоматическое доказательство теорем, нечеткая теорема, принцип резолюций, нечеткая логика, приближенные рассуждения, обобщенное правило modus ponens, композиционное правило, нечеткие предикаты, нечеткие и лингвистические переменные.

Доведення теорем у нечіткій логіці на основі структурної резолюції / Ю.Я. Самохвалов // Кибернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 2. С. 44–58.

Анотація. Розглянуто підхід до доведення теорем у нечіткій логіці і не цілком істинною аргументацією. Як правило доказового міркування використовують композиційне правило виведення Л. Заде, а його процедурна реалізація здійснюється механізмом спростування. Структурна резолюція (S -резолюція), яка є узагальненням принципу резолюцій на нечіткі твердження, запропонована як такий механізм. S -резолюція базується на семантичних індексах літер і їхній схожості. Семантичні індекси є істотним моментом S -резолюції. Вони містять інформацію, яка використовується як керівна у процесі виводу, а схожість полягає у пошуку літер для отримання S -резольвенти. Комплексування композиційного правила виводу Л. Заде і S -резолюції дозволяє, з одного боку, зняти проблему коректності резольвент в нечіткій логіці, а з іншого — забезпечити регулярність процесу доведення як в двозначній, так і в нечіткій логіці.

Ключові слова: автоматичне доведення теорем, нечітка теорема, принцип резолюцій, нечітка логіка, наближені міркування, узагальнене правило modus ponens, композиційне правило, нечіткі предикати, нечіткі і лінгвістичні змінні.

Proof of theorems in fuzzy logic on the basis of structural resolution / Yu.Ya. Samokhvalov // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 54, N 5. P. 44–58.

Abstract. The author considers the approach to proof of theorems with fuzzy and not quite true argumentation. In this approach, the Zadeh composition rule of correctness is used as a rule of evidence, and its procedural implementation is carried out by refutation mechanism. As such a mechanism, a structural resolution (S -resolution) is proposed, which is a generalization of the principle of resolutions to fuzzy statements. S -resolution is based on semantic indices of letters and their similarity. Semantic indices are a key point of S -resolution. They contain information that is used as a control for the derivation process. And similarity implies finding letters to get S -resolvent. Combining the Zadeh compositional derivation rule and S -resolution allows, on the one hand, solving the problem of correctness of resolvents in fuzzy logic, and on the other hand, ensuring the regularity of the proof process in both two-valued and fuzzy logic.

Keywords: automatic proof of theorems, fuzzy theorem, principle of resolutions, fuzzy logic, approximate reasoning, generalized rule of modus ponens, composition rule, fuzzy predicates, fuzzy and linguistic variables.

УДК 519.7

Проблема математической интерпретации данных. I. Системы с сосредоточенными параметрами / В.Ф. Губарев // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 2. С. 59–72.

Лл.: 1. Табл.: 0. Библиогр.: 10 назв.

Аннотация. Рассмотрена проблема интерпретации данных, полученных в экспериментальных исследованиях, как неклассическая математическая задача, которая в большинстве случаев является в широком смысле некорректно поставленной. Использована дополнительная информация об объекте в виде уравнений локальных связей, определяющих его замкнутую или незамкнутую математическую модель. Описаны процедуры регуляризации, позволяющие находить практически пригодные решения, согласованные с имеющимися данными.

Ключевые слова: экспериментальные данные, математическая модель, интерпретация, некорректность, регуляризация, редукция модели, обобщенное решение, вариационный метод.

Проблема математичної інтерпретації даних. I. Системи із зосередженими параметрами / В.Ф. Губарев // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 2. С. 59–72.

Анотація. Розглянуто проблему інтерпретації даних, отриманих в експериментальних дослідженнях, як неklasичну математичну задачу, що у більшості випадків є в широкому сенсі некоректно поставленою. Використано додаткову інформацію про об'єкт у вигляді рівнянь локальних зв'язків, які визначають його замкнуту або незамкнуту математичну модель. Описано процедури регуляризації, що дозволяють знаходити практично придатні розв'язки, узгоджені з наявними даними.

Ключові слова: експериментальні дані, математична модель, інтерпретація, некоректність, регуляризація, редукція моделі, узагальнений розв'язок, варіаційний метод.

Problem of mathematical data interpretation. I. Systems with lumped parameters / V.F. Gubarev // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 54, N 5. P. 59–72.

Abstract. Interpretation problem for data obtained in experimental research is considered as a nonclassical mathematical problem, which generally is ill-posed in many cases. Additional information in the form of equations of local constraints that define its closed or open mathematical model are used for this. Regularization procedures are described, which make possible to find applicable solutions consistent with available data.

Keywords: experimental data, mathematical model, interpretation, incorrectness, regularization, model order reduction, general solution, variational method.

УДК 517.9:519.6

Об одной обратной задаче для уравнения аномальной диффузии с бипорядковой производной Хильфера / В.М. Булавацкий // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 2. С. 73–81.

Лл.: 0. Табл.: 0. Библиогр.: 27 назв.

Аннотация. Выполнена постановка и получено решение обратной задачи по определению функции поля и зависящей от геометрической переменной функции источника для уравнения аномальной диффузии с бипорядковой дробной производной Хильфера и переменным направлением времени. Установлены существование и единственность решения данной задачи.

Ключевые слова: аномальная диффузия, дробно-дифференциальное уравнение диффузии, бипорядковая производная Хильфера, уравнения с переменным направлением времени, обратная задача.

Про одну обернену задачу для рівняння аномальної дифузії з біпорядковою похідною Хільфера / В.М. Булавацький // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 2. С. 73–81.

Анотація. Виконано постановку та отримано розв'язок оберненої задачі щодо визначення функції поля та залежної від геометричної змінної функції джерела для рівняння аномальної дифузії з біпорядковою дробовою похідною Хільфера та змінним напрямком часу. Встановлено існування та єдиність розв'язку цієї задачі.

Ключові слова: аномальна дифузія, дробово-диференціальне рівняння дифузії, біпорядкова похідна Хільфера, рівняння зі змінним напрямком часу, обернена задача.

An inverse problem for anomalous diffusion with bi-ordinal Hilfer's derivative / V.M. Bulavatsky // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 54, N 5. P. 73–81.

Abstract. The formulation is completed and solution of the inverse problem is obtained for determining the field function and the function dependent on the geometric variable source for the anomalous diffusion equation with bi-ordinal Hilfer's fractional derivative and variable direction of time. The existence and uniqueness of the solution of the considered problem are established.

Keywords: anomalous diffusion, fractional differential diffusion equation, bi-ordinal Hilfer's derivative, equations with variable direction of time, inverse problem.

УДК 681.5.015:007

Надежное проектирование условий деятельности человека на основе нечеткой перфектности / А.П. Ротштейн // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 2. С. 82–95.

Лл.: 5. Табл.: 7. Библиогр.: 20 назв.

Аннотация. Предложен метод ранжирования вариантов условий деятельности человека, влияющих на надежность его действий, без трудоемкого вычисления вероятности ошибки. В основу метода положены специально введенное понятие нечеткой перфектности и теория принятия решений в условиях нечеткости. Показано, что данный метод можно использовать как самостоятельно, так и в сочетании с известным CREAM-методом определения класса надежности на основе качественных оценок условий деятельности. Продemonстрировано совпадение результатов, полученных предложенным методом нечеткой перфектности и на основе вероятностей ошибочных действий.

Ключевые слова: условия деятельности, вероятность ошибки человека, нечеткий логический вывод, нечеткая перфектность, пересечение нечетких критериев.

Надійшли проектування умов діяльності людини на основі нечіткої перфектності / О.П. Ротштейн // Кибернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 2. С. 82–95.

Анотація. Запропоновано метод ранжування умов діяльності, які впливають на надійність, без трудомісткого обчислення ймовірності похибки. Метод базується на спеціально введеному понятті нечіткої перфектності та теорії прийняття рішень в умовах нечіткості. Показано, що запропонований метод можна використовувати як самостійно, так і разом з відомим CREAM-методом визначення класу надійності на основі якісних оцінок умов діяльності. Продemonстровано збіг результатів, отриманих запропонованим методом нечіткої перфектності і на основі ймовірностей помилкових дій.

Ключові слова: умови діяльності, ймовірність помилки людини, нечітке логічне виведення, нечітка перфектність, перетин нечітких критеріїв.

Reliability-based design of human performance conditions using fuzzy perfection / A. Rotshtein // Кибернетика і системний аналіз. 2018. Vol. 54, N 5. P. 82–95.

Abstract. A method is proposed for selection of performance conditions that affect the human reliability without time-consuming calculation of the probability of human error. This method is based on the specially introduced concept of fuzzy perfection and theory of decision-making under fuzziness. It is shown that the proposed method can be used both independently and together with the well-known CREAM method of determining the reliability class based on cognitive assessments of human performance conditions.

Keywords: performance conditions, probability of human error, fuzzy logic inference, fuzzy perfection, intersection of fuzzy criteria.

УДК 519.24

Равновесие в моделях популяционной генетики Райта–Фишера / Д.В. Королюк, В.С. Королюк // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 2. С. 96–101.

Лл.: 0. Табл.: 0. Библиогр.: 6 назв.

Аннотация. Для мультивариантных моделей Райта–Фишера в популяционной генетике введены равновесные состояния, выраженные флуктуациями вероятностных отношений, в отличие от традиционно используемых флуктуаций, выражаемых разностью между текущей величиной случайного процесса и его равновесным значением. Показано, что тогда дрейфовая составляющая динамического процесса частот генов, первоначально введенная как отношение двух квадратичных форм, преобразуется в кубическую параболу с некоторым коэффициентом нормировки.

Ключевые слова: модель Райта–Фишера, популяционная генетика, эволюционный процесс, равновесное состояние, флуктуации вероятностных отношений.

Рівновага в моделях популяційної генетики Райта–Фішера / Д.В. Королюк, В.С. Королюк // Кибернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 2. С. 96–101.

Анотація. Для мультиваріантних моделей Райта–Фішера в популяційній генетиці введено рівноважні стани, виражені флуктуаціями ймовірнісних відношень, що відрізняються від традиційно використовуваних флуктуацій, виражених різницею між поточним значенням випадкового процесу та його рівноважним значенням. Показано, що тоді дрейфова компонента динамічного процесу генетичних частот, спочатку введена як відношення двох квадратичних форм, трансформується в кубічну параболу з певним коефіцієнтом нормалізації.

Ключові слова: модель Райта–Фішера, популяційна генетика, еволюційний процес, рівноважний стан, флуктуації ймовірнісних відношень.

Equilibrium in Wright–Fisher models of population genetics / D. Koroliuk, V.S. Koroliuk // Кибернетика і системний аналіз. 2018. Vol. 54, N 5. P. 96–101.

Abstract. For multivariate Wright–Fisher models in population genetics, we introduce equilibrium states, expressed by fluctuations of probability ratio, in distinction of the traditionally used fluctuations, expressed by the difference between the current value of the random process and its equilibrium value. Then the drift component of the gene frequencies dynamic process, primarily expressed as a ratio of two quadratic forms, is transformed into a cubic parabola with a certain normalization factor.

Keywords: Wright–Fisher model, population genetics, evolutionary process, equilibrium state, fluctuations of probability ratio.

УДК 519.6

Методы линейной алгебры в задачах исследования некоторых классов нелинейных дискретно преобразующих систем. II. Системы с адитивно выделенной нелинейностью / В.А. Стоян // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 2. С. 102–107.

Ил.: 0. Табл.: 0. Библиогр.: 6 назв.

Аннотация. Построены псевдорешения дискретно преобразующих систем, линейная часть которых дополнена нелинейностями, полученными после декартового преобразования входного вектора или итерационного уточнения матричного ядра преобразователя. Исследованы точность и однозначность множества среднеквадратических приближений к обращению математической модели преобразователя. Рассмотрены квадратически нелинейные системы и системы с произвольным порядком нелинейности.

Ключевые слова: псевдообращение, нелинейные дискретно преобразующие системы, нелинейные алгебраические системы, нелинейные итерационно уточняемые системы.

Методи лінійної алгебри в задачах дослідження деяких класів нелінійних дискретно перетворювальних систем. II. Системи з адитивно виділеною нелінійністю / В.А. Стоян // Кибернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 2. С. 102–107.

Анотація. Побудовано псевдорозв'язки дискретно перетворювальних систем, лінійна частина яких доповнена нелінійностями, отриманими після декартового перетворення вхідного вектора або ітераційного уточнення матричного ядра перетворювача. Досліджено точність та однозначність множини середньоквадратичних наближень до обернення математичної моделі перетворювача. Розглянуто квадратично нелінійні системи та системи з довільним порядком нелінійності.

Ключові слова: псевдообернення, нелінійні дискретно перетворювальні системи, нелінійні алгебраїчні системи, нелінійні ітераційно уточнювальні системи.

Linear algebra methods in problems of the analysis of certain classes of nonlinear discretely transformative systems. II. Systems with additionally highlighted nonlinearity / V.A. Stoyan // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 55, N 2. P. 102–107.

Abstract. Pseudo-solutions of discretely transformative systems are generated; their linear part is complemented with nonlinearities obtained after the Cartesian transformation of input vector or iterative specification of matrix transformer kernel. Sets of root-mean-square approximations to inversion of mathematical model of the transformer are investigated for accuracy and uniqueness. Root-mean-square nonlinear systems and systems with arbitrary order of nonlinearity are considered.

Keywords: pseudo-inversion, nonlinear discretely transformative systems, nonlinear algebraic systems, nonlinear iterative specified systems.

УДК 519.21+62

Двойное укрупнение фазового пространства для дифференциальных уравнений со стохастически малыми добавками в условиях пуассоновой аппроксимации / И.В. Самойленко, А.В. Никитин // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 2. С. 108–116.

Ил.: 0. Табл.: 0. Библиогр.: 9 назв.

Аннотация. Проведено двойное укрупнение фазового пространства состояний для стохастической эволюционной системы. Рассмотрен случай, когда возмущения системы определяются импульсным процессом в схеме пуассоновой аппроксимации. Предельный процесс при таких условиях имеет две составляющие: детерминированный снос и пуассонову скачковую добавку.

Ключевые слова: стохастическая эволюционная система, двойное укрупнение фазового пространства, схема пуассоновой аппроксимации.

Подвійне укрупнення фазового простору для диференціальних рівнянь зі стохастичними малими добавками в умовах пуассонової апроксимації / І.В. Самойленко, А.В. Нікітін // Кибернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 2. С. 108–116.

Анотація. Проведено подвійне укрупнення фазового простору станів для стохастичної еволюційної системи. Розглянуто випадок, коли збурення системи визначаються імпульсним процесом у схемі пуассонової апроксимації. Граничний процес за таких умов має дві складові: детермінований зсув та пуассонову стрибкову частину.

Ключові слова: стохастична еволюційна система, подвійне укрупнення фазового простору, схема пуассонової апроксимації.

Double merging of the phase space for stochastic differential equations with small additions in Poisson approximating conditions / I.V. Samoilenko, A.V. Nikitin // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 55, N 2. P. 108–116.

Abstract. Double merging of phase space for the stochastic evolutionary system is carried out. The case is considered where the system's perturbations are determined by the impulse process at the Poisson approximation scheme. The limiting process under such conditions has two components: deterministic shift and Poisson jump addition.

Keywords: stochastic evolutionary system, double merging of phase space, Poisson approximation scheme.

УДК 533.6.013.42

Факторизация в задачах управления и динамики протяженных систем / Ю.И. Калюх, А.Е. Вусатюк // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 2. С. 117–128.

Лл.: 2. Табл.: 2. Библиогр.: 13 назв.

Аннотация. Разработан численный метод решения плохо обусловленных квазилинейных уравнений нелинейной динамики протяженных систем. Он основан на различных типах факторизации определяющих уравнений. В результате послойной временной декомпозиции исходная сингулярность уменьшается и численно решаются хорошо обусловленные системы уравнений. Дополнительным положительным эффектом является снижение осцилляций и монотонизация профиля численного решения, устойчивость расчета сложных переходных процессов в протяженных системах (ускорения, рывки, пространственные эволюции, нелинейные колебания и т.д.).

Ключевые слова: факторизация, протяженная система, управление, динамика, численное моделирование.

Факторизація в задачах керування та динаміки протяжних систем / Ю.І. Калюх, А.Є. Вусатюк // Кибернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 2. С. 117–128.

Анотація. Розроблено чисельний метод розв'язання погано обумовлених квазілінійних рівнянь нелінійної динаміки протяжних систем. Метод базується на різних типах факторизації визначальних рівнянь. У результаті пошарової часової декомпозиції вихідна сингулярність зменшується і чисельно розв'язуються добре обумовлені системи рівнянь. Додатковим позитивним ефектом є зниження осциляцій і монотонізація профілю чисельного розв'язку, стійкість обчислення складних перехідних процесів у протяжних системах (прискорення, ривки, просторові еволюції, нелінійні коливання тощо).

Ключові слова: факторизація, протяжна система, керування, динаміка, чисельне моделювання.

Factorization in problems of control and dynamics of lengthy systems / Yu.I. Kaliukh, A.Ye. Vusatiuk // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 55, N 2. P. 117–128.

Abstract. A numerical method for solving ill-conditioned quasilinear equations of nonlinear dynamics of lengthy systems (LS) is developed. It is based on different types of factorization of the defining equations. As a result of layer-by-layer time decomposition, the original singularity disappears, and well-conditioned systems of linear equations are solved numerically. An additional positive effect is the reduction of oscillations and monotonization of the profile of the numerical solution, stability of calculation of complex transient processes in the LS (acceleration, jerking, spatial evolution, nonlinear oscillations, etc.).

Keywords: factorization, lengthy system, control, dynamics, numerical modeling.

УДК 517.977

О стробоскопической стратегии в игровых задачах динамики с терминальной функцией платы и интегральными ограничениями на управления / И.С. Раппопорт // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 2. С. 129–144.

Лл.: 0. Табл.: 0. Библиогр.: 29 назв.

Аннотация. Рассмотрены линейные дифференциальные игры с терминальной функцией платы и интегральными ограничениями на управления. Сформулированы достаточные условия окончания игры за конечное гарантированное время в классе квазистратегий. Предложены две схемы метода разрешающих функций, обеспечивающих завершение игры за конечное гарантированное время в классе стробоскопических стратегий. Показано, что без дополнительных предположений это время совпадает с гарантированным временем в классе квазистратегий.

Ключевые слова: линейная дифференциальная игра, терминальная функция платы, интегральные ограничения, многозначное отображение, измеримый селектор, стробоскопическая стратегия.

Про стробоскопічну стратегію в ігрових задачах динаміки з термінальною функцією плати та інтегральними обмеженнями на керування / І.С. Раппопорт // Кибернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 2. С. 129–144.

Анотація. Розглянуто лінійні диференціальні ігри з термінальною функцією плати та інтегральними обмеженнями на керування. Сформульовано достатні умови закінчення гри за скінченний гарантований час у класі квазістратегій. Запропоновано дві схеми методу розв'язувальних функцій, що забезпечують завершення гри за скінченний гарантований час у класі стробоскопічних стратегій. Показано, що без додаткових припущень цей час збігається з гарантованим часом у класі квазістратегій.

Ключові слова: лінійна диференціальна гра, термінальна функція плати, інтегральні обмеження, багатозначне відображення, вимірний селектор, стробоскопічна стратегія.

Stroboscopic strategy in game dynamic problems with terminal pay off function and integral constraints on controls / J.S. Rappoport // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 55, N 2. P. 129–144.

Abstract. The paper considers linear differential games with a terminal payoff function and integral constraints on controls. Sufficient conditions for game completion in a finite guaranteed time in the class of quasi-strategies are formulated. Two schemes of the method of resolving functions are proposed that ensure game completion in a final guaranteed time in the class of stroboscopic strategies. It is shown that without additional assumptions, this time coincides with the guaranteed time in the class of quasistrategies.

Keywords: linear differential game, terminal payoff function, integral constraints, multivalued mapping, measurable selector, stroboscopic strategy.

УДК 681.3

Применение метода измерения функционального размера на примере Национального реестра Украины / А.В. Гречко, А.О. Мелашенко // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 2. С. 145–154.

Лл.: 2. Табл.: 3. Библиогр.: 9 назв.

Аннотация. Рассмотрен пример использования метода измерения функционального размера COSMIC для определения размера Единой государственной информационно-телекоммуникационной системы «Электронный реестр апостилей» в функциональных точках COSMIC. Обсуждены подходы к оценке трудоемкости и стоимости создания этой системы на основе ее функционального размера.

Ключевые слова: государственный реестр, жизненный цикл программного обеспечения, метод COSMIC, измерение функционального размера ПО, трудоемкость разработки ПО, функциональная точка.

Застосування методу вимірювання функціонального розміру на прикладі Національного реєстру України / А.В. Гречко, А.О. Мелашенко // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 2. С. 145–154.

Анотація. Розглянуто приклад використання методу вимірювання функціонального розміру COSMIC для визначення розміру Єдиної державної інформаційно-телекомунікаційної системи «Електронний реєстр апостилів» у функціональних точках COSMIC. Обговорено підходи до оцінювання трудомісткості та вартості створення цієї системи на основі її функціонального розміру.

Ключові слова: державний реєстр, життєвий цикл програмного забезпечення, метод COSMIC, вимірювання функціонального розміру ПЗ, трудомісткість розроблення ПЗ, функціональна точка.

Application of the method of measuring the functional size on the example of the National Register of Ukraine / A.V. Hrechko, A.O. Melashchenko // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 55, N 2. P. 145–154.

Abstract. An example of using the COSMIC functional size estimation method for calculating the size of the Unified State Information and Telecommunication System “Electronic Register of Apostilles” in the COSMIC functional points is considered. The approaches to estimating the complexity and cost of creating this system based on its functional size are discussed.

Keywords: state register, software life cycle, COSMIC method, measuring a functional size of software, software development effort, functional point.

УДК 519.21

Вероятностный подход в задаче международной конкуренции производителей со случайными переменными / Е.В. Косареви́ч, Я.И. Елейко // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 2. С. 155–162.

Лл.: 0. Табл.: 0. Библиогр.: 5 назв.

Аннотация. Построены теоретико-игровые модели конкуренции производителей на международном рынке однородного товара при условии, что стратегические переменные производителей являются случайными величинами. Выделен класс распределений случайных переменных, который гарантирует существование решения бескоалиционных игр, описывающих международную торговлю. В построенных моделях установлены явные формулы для «исправленного» равновесия по Нэшу.

Ключевые слова: количественная конкуренция, стратегия, задача международной торговли, теоретико-игровая модель, «исправленное» равновесие по Нэшу.

Ймовірнісний підхід у задачі міжнародної конкуренції виробників з випадковими змінними / К.В. Косареви́ч, Я.І. Єлейко // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 2. С. 155–162.

Анотація. Побудовано теоретико-ігрові моделі конкуренції виробників на міжнародному ринку однорідного товару за умови, що стратегічні змінні виробників є випадковими величинами. Виділено клас розподілів випадкових змінних, який гарантує існування розв’язку безкоаліційних ігор, що описують міжнародну торгівлю. У побудованих моделях встановлено явні формули для «виправленої» рівноваги за Нешем.

Ключові слова: кількісна конкуренція, стратегія, задача міжнародної торгівлі, теоретико-ігрова модель, «виправлена» рівновага за Нешем.

Probabilistic approach in the problem of international competition of producers with random variables / K.V. Kosarevych, Ya.I. Yelejko // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 55, N 2. P. 155–162.

Abstract. Game-theoretical models of producers’ competition in the international market of a homogeneous product are constructed provided that the strategic variables of the producers are random. A class of distributions of random variables that guarantees the existence of a solution to non-cooperative games describing international trade is distinguished. Explicit formulas for the “corrected” Nash equilibrium are established in the constructed models.

Keywords: quantitative competition, strategy, problem of international trade, game-theoretical model, “corrected” Nash equilibrium.

УДК 519.17

Представление фрагментарных структур ориентированными графами / Е.В. Кривцун // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 2. С. 163–170.

Лл.: 9. Табл.: 1. Библиогр.: 12 назв.

Аннотация. Исследованы свойства фрагментарных структур и установлена связь между фрагментарными структурами и размеченными ациклическими ориентированными графами с одним источником, также установлено соответствие классов изоморфных фрагментарных структур неразмеченным ациклическим ориентированным графам определенного вида, которые называются допустимыми графами. Определено понятие размерности допустимого графа и соответствующих ему изоморфных фрагментарных структур. Получено выражение для нижней оценки размерности. Доказана теорема о свойствах допустимых графов. Подсчитано количество фрагментарных структур и классов изоморфных фрагментарных структур малых размерностей.

Ключевые слова: фрагментарная структура, частично упорядоченное множество, ациклический орграф, гиперкуб.

Представлення фрагментарних структур орієнтованими графами / О.В. Кривцун // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 2. С. 163–170.

Анотація. Досліджено властивості фрагментарних структур і встановлено зв'язок між ними та розміченими ациклічними орієнтованими графами з одним джерелом, а також встановлено відповідність класів ізоморфних фрагментарних структур нерозміченим ациклічним орієнтованим графам певного виду, які називаються допустимими графами. Визначено поняття розмірності допустимого графа та відповідних йому ізоморфних фрагментарних структур. Отримано вираз для нижньої оцінки розмірності. Доведено теорему про властивості допустимих графів. Підраховано кількості фрагментарних структур та класів ізоморфних фрагментарних структур малих розмірностей.

Ключові слова: фрагментарна структура, частково впорядкована множина, ациклічний орграф, гіперкуб.

Representation of fragmentary structures by oriented graphs / O.V. Kryvtun // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 55, N 2. P. 163–170.

Abstract. In the paper, the properties of fragmentary structures are investigated and relation between fragmentary structures and marked acyclic oriented graphs with one source is established, also the correspondence of isomorphic fragmentary structure classes with unmarked acyclic oriented graphs of certain type, which are called feasible graphs, is established. The notion of the dimension of a feasible graph and its corresponding isomorphic fragmentary structures is defined. An expression for the lower-bound estimate of the dimension is obtained. A theorem on the properties of feasible graphs is proved. The number of fragmentary structures and classes of isomorphic fragmentary structures of small dimensions is calculated.

Keywords: fragmentary structure, partially ordered set, DAG, hypercube.

УДК 519.21

Асимптотическое поведение экстремальных значений длины очереди в системах массового обслуживания $M / M / m$ / Б.В. Довгай, И.К. Мацак // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 2. С. 171–179.

Лл.: 0. Табл.: 0. Библиогр.: 12 назв.

Аннотация. Исследуется асимптотическое поведение почти наиверное максимальной длины очереди в системах массового обслуживания. Для системы $M / M / m$, $1 \leq m < \infty$, устанавливается утверждение типа закона повторного логарифма. Рассматривается также случай $m = \infty$, для которого асимптотика имеет совершенно другой характер.

Ключевые слова: системы массового обслуживания $M / M / m$, экстремумы длины очереди, асимптотическое поведение почти наиверное.

Асимптотична поведінка екстремальних значень довжини черги в системах масового обслуговування $M / M / m$ / Б.В. Довгай, І.К. Мацак // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 2. С. 171–179.

Анотація. Досліджено асимптотичну поведінку майже напевне максимальної довжини черги в системах масового обслуговування. Для системи $M / M / m$, $1 \leq m < \infty$, установлюється твердження типу закону повторного логарифма. Розглянуто також випадок $m = \infty$, для якого асимптотика має істотно інший характер.

Ключові слова: системи масового обслуговування $M / M / m$, екстремуми довжини черги, асимптотична поведінка майже напевне.

Asymptotic behavior of extreme values of queue length in $M/M/m$ systems / B.V. Dovhai, I.K. Matsak // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 55, N 2. P. 171–179.

Abstract. The paper investigates the asymptotic behavior of almost surely extreme values of processes specifying queue length. For a system $M/M/m$, $1 \leq m < \infty$, a statement of the type of law of the iterated logarithm is established. We also consider the case $m = \infty$, for which the asymptotic behavior is much different.

Keywords: queuing system $M/M/m$, extreme values of queue length, asymptotic behavior almost surely.

ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ

SOFTWARE-HARDWARE COMPLEXES

УДК 624.048

Численные методы определения жесткостных характеристик сечения стержня / А.С. Городецкий, М.С. Барабаш, Ю.Б. Филоненко // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 2. С. 180–187.

Лл.: 2. Табл.: 0. Бібліогр.: 18 назв.

Аннотация. Рассмотрены некоторые аспекты определения жесткостных характеристик сечения стержневых элементов и моделирования напряженно-деформированного состояния стержневых систем. Предложена методика определения напряжений на основе нелинейных зависимостей напряжения–деформации. При численном определении жесткостных характеристик сечения выполнен нелинейный расчет для заданного набора усилий. С помощью реализованной в программном комплексе «ЛИРА-САПР» методики проведения нелинейного расчета определены касательные и секущие жесткостные характеристики. Предлагаемые методы определения жесткостных характеристик и моделирования позволяют более точно задавать характеристики нелинейного деформирования материалов и применять их к элементам конструируемого сечения.

Ключевые слова: численные методы, жесткостные характеристики, компьютерное моделирование, напряженно-деформированное состояние, модуль деформации, нелинейный анализ.

Чисельні методи визначення жорсткісних характеристик перерізу стрижня / О.С. Городецький, М.С. Барабаш, Ю.Б. Філоненко // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 2. С. 180–187.

Анотація. Розглянуто деякі аспекти визначення характеристик жорсткості перерізу стрижневих елементів та моделювання напружено-деформованого стану стрижневих систем. Запропоновано методику обчислення напружень на основі нелінійних залежностей напруження–деформації. Для чисельного визначення характеристик жорсткості перерізу виконано нелінійний розрахунок для заданого набору зусиль. Реалізована у програмному комплексі «ЛІРА-САПР» методика дозволяє визначати дотичні і січні жорсткісні характеристики для проведення нелінійного розрахунку. Запропоновані методи визначення характеристик жорсткості та моделювання дозволяють більш точно задати характеристики нелінійного деформування матеріалів і застосувати їх до елементів конструйованого перерізу.

Ключові слова: чисельні методи, жорсткісні характеристики, напружено-деформований стан, модуль деформації, нелінійний аналіз.

Numerical methods to find stiffness properties of a bar cross-section / O.S. Gorodetsky, M.S. Barabash, Y.B. Filonenko // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 55, N 2. P. 180–187.

Abstract. The paper considers several aspects of determining stiffness properties of bar sections and simulating stress-strain state of bar section. The authors propose a method to find stresses based on nonlinear ‘stress-strain’ dependencies. Nonlinear analysis for the specified set of forces is carried out when stiffness properties of the section are determined numerically. This method is implemented in the LIRA-SAPR software package and makes it possible to determine tangential and secant stiffness properties in order to carry out nonlinear analysis. The methods proposed for computation of stiffness properties and simulation allow the user to specify the characteristics of nonlinear strain in materials more accurately.

Keywords: numerical methods, stiffness characteristics, computer simulation, stress-strain state, deformation modulus, nonlinear analysis.

УДК 681.32+537.8

Метод и алгоритм получения элементов тензора пространственных производных вектора магнитной индукции в задаче поиска магнитных аномалий / М.А. Примин, И.В. Недайвода // Кибернетика и системный анализ. 2019. Том 55, № 2. С. 188–200.

Лл.: 4. Табл.: 0. Бібліогр.: 12 назв.

Аннотация. По пространственному распределению величин параметров магнитного поля в каждой точке плоскости наблюдения определяют значения всех составляющих вектора магнитной индукции и его пространственных производных первого порядка. Обратная задача решена с помощью аналитического метода собственных векторов. Работа алгоритма промоделирована на реальных данных магнитометрических исследований в геомагнитном поле.

Ключевые слова: магнитные аномалии, обратная задача магнитостатики, тензор пространственных производных, преобразование Фурье, СКВИД-градиентометр.

Метод і алгоритм отримання елементів тензора просторових похідних вектора магнітної індукції в задачі пошуку магнітних аномалій / М.А. Примін, І.В. Недайвода // Кібернетика та системний аналіз. 2019. Том 55, № 2. С. 188–200.

Анотація. За просторовим розподілом величин параметрів магнітного поля в кожній точці площини спостереження визначено значення всіх складових вектора магнітної індукції і його просторових похідних першого порядку. Обернену задачу розв'язано за допомогою аналітичного методу власних векторів. Роботу алгоритму промодельовано на реальних даних магнітометричних досліджень у геомагнітному полі.

Ключові слова: магнітні аномалії, обернена задача магнітостатики, тензор просторових похідних, перетворення Фур'є, СКВІД-градієнтометр.

Method and algorithm for obtaining elements of the tensor of spatial derivatives of the magnetic induction vector in the problem of magnetic anomalies search / M.A. Primin, I.V. Nedayvoda // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 55, N 2. P. 188–200.

Abstract. The values of all the components of the magnetic induction vector and its first spatial derivatives at the points of observation plane are obtained by the spatial distribution of the magnetic field parameters at each observation point. The inverse problem is solved with the use of the analytic eigenvector method. The algorithm is simulated using real data of magnetometric studies in geomagnetic field.

Keywords: magnetic anomalies, magnetostatic inverse problem, spatial derivatives tensor, Fourier transformation, SQUID gradiometer.