

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М. В. ЛОМОНОСОВА

ТРУДЫ ФАКУЛЬТЕТА
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

И

ИНФОРМАТИКА

№ 72

Под редакцией
проф. А.С. Крылова



МОСКВА – 2023

УДК 519.6+517.958

ББК 22.19

П75



<https://elibrary.ru/udclty>

*Печатается по решению Ученого Совета
факультета вычислительной математики и кибернетики
МГУ имени М. В. Ломоносова*

Рецензент:

М.В. Федотов – к.ф.-м.н., доцент, факультет ВМК
МГУ имени М. В. Ломоносова, кафедра математической физики

Прикладная математика и информатика : Труды факультета
П75 ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова / Под ред. А. С. Крылова. –
Москва : МАКС Пресс, 2023. – 100 с. – (Труды факультета ВМК
МГУ имени М. В. Ломоносова; № 72)
ISBN 978-5-317-07014-4

В труды факультета ВМК включены работы по темам:

- математическое моделирование;
- численные методы;
- информатика.

В этих публикациях нашли отражение исследования ученых факультета по актуальным проблемам прикладной математики, выполненные в рамках основных научных направлений факультета. Для студентов, аспирантов и специалистов в области вычислительной математики и математической физики.

Ключевые слова: вычислительная математика, информатика, прикладная математика, математическая физика, математическое моделирование, обратные задачи, теория управления, методы обработки изображений.

УДК 519.6+517.958

ББК 22.19

The works of faculty CMC contain studies on subjects:

- mathematical modeling;
- numerical methods
- informatics.

The presented publications reflect the researches of the faculty scientists in topical problems of applied mathematics. They are intended for the students, post-graduate students and specialists in the field of computational mathematics and mathematical physics.

Key words: computational mathematics, informatics, applied mathematics, mathematical physics, mathematical modeling, inverse problems, control theory, computer imaging.

ISBN 978-5-317-07014-4

© Факультет вычислительной математики
и кибернетики МГУ имени М.В. Ломоносова, 2023
© Оформление. МАКС Пресс, 2023

Раздел I. Математическое моделирование

- Денисов А.М., Соловьева С.И.*** Численные методы решения задач определения коэффициента и источника в уравнении теплопроводности. 4
- Никольский М.С.*** К вопросу о непрерывности времени оптимального быстрогодействия как функции начального состояния управляемой системы. 16
- Чэнь Жэнь, Ожигов Ю.И., Ю Цзянчуань.*** Качественная модель положительного иона перекиси водорода в термической ванне. 23
- Шобухов А.В.*** Новая динамическая модель электролитической диссоциации. 33

Раздел II. Численные методы

- Магомедов А.Р., Горобец А.В.*** Гетерогенная реализация предобуславливателей на основе метода Гаусса-Зейделя для разреженной блочной матрицы. 38

Раздел III. Информатика

- Пчелинцев Я.А., Хвостиков А.В., Бучацкая О.П.,***
Никифорова Н.А., Шепелева Л.П., Прокопьев Е.С.,
Паролина Л.Е., Крылов А.С. Анализ робастности компьютерной диагностики туберкулеза по рентгеновским снимкам грудной клетки. 46
- Индычко О.И., Хвостиков А.В., Коришунов Д.М.,***
Богуславский М.А., Крылов А.С. Цветовая адаптация изображений аншлифов геологических образцов. 64
- Мальцев А.Н.*** О функции Шеннона длины теста относительно отождествлений входов элементов. 82

УДК 519.633

Денисов А.М., Соловьева С.И. Численные методы решения задач определения коэффициента и источника в уравнении теплопроводности // Прикладная математика и информатика № 72, М.: Изд-во факультета ВМК МГУ; МАКС Пресс, 2023.

Рассматриваются две обратные задачи для уравнения теплопроводности с неизвестным коэффициентом теплопроводности и неизвестной функцией, входящей в источник. Неизвестные функции зависят от времени и их требуется определить по дополнительной информации о решении начально-краевой задачи для уравнения теплопроводности. Различие в обратных задачах определяется характером дополнительной информации, используемой для их решения. Предложены и программно реализованы итерационные численные методы решения обратных задач. Приведены результаты применения итерационных методов для определения искомых функций.

Библиогр.: 27 назв. Ил.: 8.

Ключевые слова: уравнение теплопроводности, обратные задачи, итерационные численные методы.

УДК 517.977

Никольский М.С. К вопросу о непрерывности времени оптимального быстрогодействия как функции начального состояния управляемой системы // Прикладная математика и информатика № 72, М.: Изд-во факультета ВМК МГУ, МАКС Пресс, 2023.

Изучается вопрос о непрерывности времени оптимального быстрогодействия как функции начального состояния управляемой системы, для линейных управляемых объектов с терминальным множеством, которое является выпуклым компактом. Получены конструктивные достаточные условия общего вида, обеспечивающие непрерывность исследуемой функции. Приведены два примера применения полученных результатов.

Библиогр.: 3 назв. Ил.: 0.

Ключевые слова: оптимальное управление, задача быстрогодействия, линейный управляемый объект, опорная функция.

УДК 004.942

Чэнь Жэнь, Ожигов Ю.И., Ю Цзянчуань. Качественная модель положительного иона перекиси водорода в термической ванне // Прикладная математика и информатика № 72, М.: Изд-во факультета ВМК МГУ; МАКС Пресс, 2023.

В данной статье мы предложили качественную модель пары искусственных атомов: кислорода и водорода в одномодовой оптической

полости, связанных одним валентным электроном, и погруженных в термическую ванну. Взаимодействие электрона с полем полости зависит от состояния ядер, которое, в свою очередь, определяется температурой фононной моды термической ванны. Проведено компьютерное моделирование квантовой динамики такой системы. Оно показало устойчивый характер формирования как стабильного молекулярного иона, так и отдельного нейтрального атома кислорода и положительного иона водорода при различной температуре фононной моды.

Библиогр.: 10 назв., Ил.: 6.

Ключевые слова: квантовая электродинамика полостей, декогерентность, химические реакции.

УДК 517.958

Шобухов А.В. Новая динамическая модель электролитической диссоциации // Прикладная математика и информатика № 72, М.: Изд-во факультета ВМК МГУ; МАКС Пресс, 2023.

Предложена математическая модель электролитической диссоциации, основанная на законе действующих масс и представляющая собой динамическую систему из трёх о.д.у. Аналитически получено точное общее решение; исследована устойчивость стационарных решений. Указан способ сравнения решения с экспериментальными данными

Библиогр.: 14 назв., Ил.: 0.

Ключевые слова: математическая модель, электролитическая диссоциация, динамическая система.

УДК 519.6

Магомедов А.Р., Горобец А.В. Гетерогенная реализация предобуславливателей на основе метода Гаусса-Зейделя для разреженной блочной матрицы // Прикладная математика и информатика № 72, М.: Изд-во факультета ВМК МГУ; МАКС Пресс, 2023.

В работе представлен параллельный алгоритм предобуславливателя для итерационного метода крыловского типа на основе многоцветного метода Гаусса – Зейделя и его переносимая гетерогенная программная реализация с использованием вычислительного стандарта OpenCL. Особенностью является применение для блочных разреженных матриц в составе численной методики моделирования сжимаемых турбулентных течений. Описываются приемы оптимизации, позволяющие получить многократное ускорение на графических процессорах. Представлены результаты тестирования производительности на гибридной вычислительной системе.

Библиогр.: 7 назв. Ил.: 1. Табл.: 1.

Ключевые слова: предобуславливатель, метод Гаусса – Зейделя, разреженные матрицы, гибридные вычислительные системы.

УДК 519.6+004.891.3+616-018

**Пчелинцев Я.А., Хвостиков А.В., Бучацкая О.П.,
Никифорова Н.А., Шенелева Л.П., Прокопьев Е.С., Паролина Л.Е.,
Крылов А.С.** Анализ робастности компьютерной диагностики туберкулеза по рентгеновским снимкам грудной клетки // Прикладная математика и информатика № 72, М.: Изд-во факультета ВМК МГУ; МАКС Пресс, 2023.

В статье рассматривается проблема устойчивости компьютерной диагностики туберкулеза по рентгеновским изображениям грудной клетки на различающихся наборах данных. В качестве примера таких наборов используются некоторые открытые базы изображений с разметкой диагнозов. Для устранения несовместимости изображений из разных наборов, вызванных различиями в условиях получения и цифровом представлении снимков, предлагается новый набор аннотированных рентгеновских снимков грудной клетки и показывается его эффективность для повышения робастности нейросетевых методов диагностики туберкулеза. Набор состоит из равного количества одиночных снимков здоровых и больных пациентов, полученных с использованием различных моделей оборудования. При сборе данных упор делался в том числе на создание сбалансированной по полу и диагнозу выборки с близкими распределениями пациентов по возрасту. Диагностика заболевания осуществлялась путём независимого двойного чтения с подтверждением положительного диагноза клинико-лабораторными данными.

Оценивается качество работы некоторых современных алгоритмов классификации изображений при перекрёстном обучении и тестировании на рассматриваемых наборах снимков. Представляется метод визуализации областей рентгеновских снимков, повлиявших на результат компьютерной диагностики. Показывается, что предлагаемый набор позволяет в некоторой степени закрыть пробелы в рассмотренных наборах и повысить устойчивость качества работы алгоритмов автоматической диагностики туберкулеза для разнообразных входных изображений.

Библиогр.: 21 назв., Ил.: 22, Табл. 1.

Ключевые слова: рентгеновские изображения, нейросетевые методы диагностики.

УДК 519.6+004.932+549.02

**Индычко О.И., Хвостиков А.В., Коршунов Д.М.,
Богуславский М.А., Крылов А.С.** Цветовая адаптация изображений аншлифов геологических образцов // Прикладная математика и информатика № 72, М.: Изд-во факультета ВМК МГУ; МАКС Пресс, 2023.

В работе предложен метод цветовой адаптации изображений аншлифов геологических образцов для использования раннее обученной нейросетевой модели, осуществляющей сегментацию минералов.

Разработанный алгоритм позволяет приблизить цветовые и яркостные характеристики изображений к значениям на снимках аншлифов, ранее использованных при обучении нейросетевой модели. Ключевой идеей метода является подбор матрицы перехода между цветовыми пространствами изображений. Алгоритм цветовой коррекции отличается высокой скоростью работы и возможностью обучения на небольшом количестве данных. Результаты экспериментов показали, что цветовая адаптация изображений с помощью разработанного метода существенно повышает качество сегментации минералов по сравнению с базовой моделью без цветовой адаптации. Предложенный метод может быть использован для автоматизации анализа геологических образцов.

Библиогр.: 17 назв. Ил.: 12. Табл.: 2.

Ключевые слова: цветовая адаптация изображений, изображения аншлифов, цветокоррекция, исследование состава минералов.

УДК 519.718.7

Мальцев А.Н. О функции Шеннона длины теста относительно отождествлений входов элементов //Прикладная математика и информатика № 72, М.: Изд-во факультета ВМК МГУ; МАКС Пресс, 2023.

В работе рассматривается источник неисправностей отождествления входов элементов. Доказана верхняя оценка функции Шеннона длины единичного проверяющего теста, равная 2, и диагностического теста, равная 4.

Библиогр.: 16 назв., Ил.: 3., Табл.: 4.

Ключевые слова: проверяющий тест, диагностический тест, отождествление входов.

*Труды
факультета вычислительной математики и кибернетики*

Научное издание

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА
И ИНФОРМАТИКА
№ 72

Под редакцией проф. А. С. Крылова

Издательство «МАКС Пресс»
Главный редактор: *Е. М. Бугачева*

Отпечатано с готового оригинал-макета
Подписано в печать 22.05.2023 г.
Формат 60х90 1/16. Усл.печ.л. 6,25. Тираж 60 экз. Заказ 097.

Издательство ООО «МАКС Пресс»
Лицензия ИД N00510 от 01.12.99 г.
119992, ГСП-2, Москва, Ленинские горы,
МГУ им. М. В. Ломоносова, 2-й учебный корпус, 527 к.
Тел. 8(495) 939–3890/91. Тел./Факс 8(495) 939–3891.

Отпечатано в полном соответствии с качеством
предоставленных материалов в ООО «Фотоэксперт»
109316, г. Москва, Волгоградский проспект, д. 42,
корп. 5, эт. 1, пом. I, ком. 6.3-23Н