

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт вычислительной математики
и математической геофизики
Сибирского отделения Российской академии наук**

**Конференция молодых учёных
ИВМиМГ СО РАН**

АННОТАЦИИ

**23 – 24 апреля 2019 года
Новосибирск**

Разработка методов расчёта и оценивания некоторых показателей надёжности иерархических сетей

Кальней А.М.

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН
Новосибирский государственный университет
artem.kalnei@gmail.com

Данная работа посвящена получению коэффициентов полиномов надёжности показателей связности вторичных сетей двухуровневых гиперсетей [1], зависящих от вероятности присутствия рёбер (“ветвей” в терминологии гиперсетей) в первичной сети. Были выбраны показатели, основанные на вероятности связности пары узлов вторичной сети при возможных разрушениях сети первичной. В частности, полиномы для среднего размера мониторируемой области и для средней вероятности связности пары узлов случайной гиперсети.

Из точных методов расчёта вероятности связности за основу был взят метод факторизации [2]. Данный метод заключается в рекурсивном разбиении гиперсети по ветви на несколько более простых, соответственно где ветвь “онадёжена” (вероятность присутствия становится равна единице) и где удалена. Рекурсия продолжается до получения надёжного пути, соединяющего выделенные вершины, либо до получения несвязанной вторичной сети, также рекурсия оканчивается при получении гиперсети с двумя вершинами. Ввиду того что число рекурсий растёт экспоненциально с числом ветвей, требуется применение дополнительных приёмов по ускорению данного метода. Используются следующие приёмы: перед вызовом рекурсии удаляются рёбра в висячих деревьях и в компонентах связности не содержащих выделенные вершины во вторичной сети, производится редукция “простых” цепей (подкласс цепей, определённый автором) в первичной сети. Также алгоритм факторизации можно естественным образом можно распараллелить. Поэтому была разработана параллельная реализация алгоритма с использованием средств MPI.

Полиномы надёжности могут быть использованы в выборе оптимальной структуры гиперсети. Путём сравнения графиков полиномов различных структур с одинаковыми элементами можно определить какая структура больше подходит для рассматриваемого критерия надёжности.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИВМиМГ СО РАН (проект 0315-2016-0009).

Список литературы

- [1] Springer International Publishing Switzerland 2015 N. Mastorakis et al. (eds.), Computational Problems in Science and Engineering, Lecture Notes in Electrical Engineering 343, p. 307-313.
- [2] Мур Э., Шеннон К. Надежные схемы из ненадежных реле // Кибернетический сб.- М.: Иностран. лит., 1960.- Вып. 1.- С.109-148.

Кальней Артём Максимович
Студент второго курса магистратуры ММФ НГУ

Научный руководитель
д.т.н. Родионов Алексей Сергеевич

Сравнение двух подходов к построению стохастической модели случайных временных рядов биоклиматического индекса суровости метеорежима

Акентьева М.С.

Новосибирский государственный университет

Marina-akenteva@mail.ru

В докладе будут представлены два подхода к построению численной стохастической модели случайных временных рядов биоклиматического индекса суровости метеорежима (БИСМ), который является функцией нескольких метеорологических и физико-географических параметров, а именно температуры воздуха, атмосферного давления, модуля скорости ветра, относительной влажности воздуха и высоты рассматриваемой местности над уровнем моря.

Первый подход заключается в том, что "реальный" БИСМ рассчитывается по данным метеорологических наблюдений, после чего полученные значения используются для оценки входных параметров стохастической модели временных рядов БИСМ.

При втором подходе сначала строится модель совместных метеорологических временных рядов, а затем на смоделированных траекториях строятся "искусственные" ряды БИСМ.

При обоих подходах метеорологические временные ряды и временные ряды БИСМ рассматриваются как периодически коррелированные случайные процессы.

Для моделирования совместных временных рядов с заданными одномерными распределениями и заданной корреляционной матрицей был использован метод обратной функции распределения. Моделирование вспомогательной гауссовой последовательности было выполнено с использованием разложения Холецкого ее корреляционной матрицы.

Акентьева Марина Сергеевна
студентка четвёртого курса ММФ НГУ

Научный руководитель
д.ф.-м.н. Огородников Василий Александрович

Моделирование процесса взрывной нуклеации методом Монте-Карло

Еремеев Г.В.

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН,
Новосибирский государственный университет
ksacck@gmail.com

Нуклеация - это процесс самоорганизации мономеров в более крупные частицы, зародыши новой фазы. Процесс нуклеации называется взрывным, когда после продолжительного периода инкубации происходит стремительный рост числа крупных устойчивых частиц.

В докладе рассматривается стохастическое моделирование процесса взрывной нуклеации, используя разные подходы: уравнения Смолуховского, уравнения Беккера-Дёринга, уравнения Смолуховского с дополнительным членом, отвечающим за распад частиц на мономеры при столкновениях [2]. Также рассматривается подход, при котором размер устойчивой частицы определяется из термодинамического условия минимизации поверхностной энергии частицы [1, 3]. На основе сравнения различных моделей делается вывод о применимости предложенного метода Монте-Карло для моделирования процесса взрывной нуклеации.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ, проект №19-11-00019.

Список литературы

- [1] K. Sabelfeld, G. Eremeev. "A hybrid kinetic-thermodynamic Monte Carlo model for simulation of homogeneous burst nucleation", Monte Carlo Methods Appl. 2018; 24(3); 193-202.
- [2] S. A. Matveev, P. L. Krapivsky, A. P. Smirnov et al. "Oscillations in aggregation-shattering processes", Phys Rev Lett. 2017 Dec 29;119(26):260601.
- [3] A. Baronov, K. Bufkin, D. W. Shaw et al. "A simple model of burst nucleation", Phys.Chem.Chem.Phys., 2015, 17, 20846.

Еремеев Георгий Владимирович
Аспирант третьего курса ММФ НГУ

Научный руководитель
д.ф.-м.н., проф. Сабельфельд Карл Карлович

Решение обратной коэффициентной задачи алгоритмом на основе ансамблей сопряженных функций

Мукатова Ж.С.

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН
Новосибирский государственный университет
zmukatova@yandex.ru

В работе рассматривается обратная коэффициентная задача для моделей продукции-деструкции на примере модели Лоренца [63]. Коэффициентные обратные задачи нелинейного характера требуют разработки эффективных численных алгоритмов. Для численного решения таких задач часто применяются вариационные алгоритмы. Они основаны на минимизации некоторого целевого функционала, но плохо поддаются распараллеливанию. Целью работы является применение подхода, основанного на сведении обратной задачи к матричному уравнению с помощью операторов чувствительности, построенных из ансамбля решений сопряженных задач [1,2]. Работа алгоритма изучается численно.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (код проекта 19-07-01135).

Список литературы

- [1] Марчук Г. И. О постановке некоторых обратных задач // Доклады Академии Наук СССР/ Изд. Наука. – 1964 – Т.156, №3.–С.503–506.
- [2] Пененко А. В. Согласованные численные схемы для решения нелинейных обратных задач идентификации источников градиентными алгоритмами и методами Ньютона–Канторовича // Сиб. журн. вычисл. матем. –2018– Т.21, №1.–С.99–116.

Мукатова Жадыра Саматовна
Студент пятого курса ММФ НГУ
Младший научный сотрудник
лаборатории ММГППС
ИВМиМГ СО РАН

Научный руководитель
к.ф.-м.н. Пененко Алексей Владимирович

Использование численного моделирования для анализа гидротермического и ледового режима Новосибирского водохранилища

Тарханова М.А.

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН
Новосибирский государственный университет
m.tarkhanova@g.nsu.ru

Новосибирское водохранилище создавалось с основной целью выработки электроэнергии и сыграло важную роль для экономики региона. Численная модель гидротермического режима водохранилища в дополнение к данным регулярных наблюдений является необходимым инструментом для предупреждения аварийных ситуаций, связанных с затоплением прилегающих территорий, анализа состояния вод и ледового покрова, изучения изменения биологического состава, переноса загрязняющих веществ.

В настоящем докладе обсуждаются вопросы, связанные с моделированием сезонного хода состояния вод Новосибирского водохранилища. Для проведения исследования использовалась трехмерная численная гидродинамическая модель SibCIOM, разработанная в ИВМиМГ СО РАН для моделирования циркуляции вод океана и шельфовых морей. Адаптированная к региону водохранилища, численная модель учитывает изменение его верхнего уровня во время весеннего паводка.

Для учета процессов формирования и таяния льда на поверхности водоема используется локально-одномерная ледотермическая модель, где лед представляется однородной пластиной, распространение тепла в которой описывается уравнением теплопроводности.

Мгновенное конвективное перемешивание учитывается с помощью дополнительной параметризации, основанной на оценке устойчивости стратификации вод водоема.

Численный эксперимент, проведенный для одного модельного года, рассматривается как предварительный, поскольку не учитывает ряд физических процессов и требует настройки модельных параметров. С использованием данных о состоянии атмосферы (температура воздуха, преобладающее направление и скорость ветра, упругость водяного пара и облачность), а также данных о расходе и температуре речных вод, поступающих в водоем, и данных о сбросе вод на Новосибирской ГЭС моделируется сезонная изменчивость полей температуры, скоростей, ледового покрова и уровня водохранилища.

Исследование проводится в соответствии с госзаданием, тема 0315-2019-0004
и проектом РФФИ 18-41-220002 р-а.

Тарханова Марина Алексеевна
Студент пятого курса ММФ НГУ

Научный руководитель
д.ф.-м.н. Голубева Елена Николаевна

Алгоритм Девроя для моделирования специальных плотностей

Дульзон О.В.

Новосибирский государственный университет

odulzon@gmail.com

Для моделирования времени первого выхода диффузионной траектории на сферу используется алгоритм Девроя [1, 2]. Для малых времен выхода алгоритм модифицируется с учетом свойств плотности распределения. На основе представленного подхода построен алгоритм блуждания по сферам для вычисления интенсивности катодolumинесценции и потока экситонов в полупроводниках. Кроме того, исследовалось влияние безразмерного коэффициента, связывающего длину диффузии частицы и плотность дислокаций, на интенсивность катодolumинесценции.

Список литературы

- [1] Sabelfeld K.K. Random walk on spheres algorithm for solving transient drift-diffusion-reaction problems. MCMA, 23 (2017), N3, 189-212.
- [2] Luc Devroye, The series method for random for random variate generation and its application to the Kolmogorov-Smirnov distribution. // American Journal of Mathematical and Management Sciences, 1981 1:4, 359-379, DOI:10.1080/01966324.1981.10737080.

Дульзон Ольга Владимировна
Студент третьего курса аспирантуры ММФ НГУ

Научный руководитель
к.ф.-м.н. Шалимова Ирина Александровна

Математическое моделирование процесса подготовки и реализации извержений в зонах субдукции.

М. С. Пехтерев, Н. Е. Ивашин,

*Новосибирский государственный университет, e-mail: maxim-pekhterev@mail.ru,
n.ivashin@yandex.ru*

Процесс подготовки и реализации извержений в зонах субдукции требует численного моделирования, которое является сложной задачей. Это, прежде всего, связано с широким диапазоном пространственных и временных масштабов, в которых протекают процессы, а также, с наличием сложных химических реакций, многофазных сред и фазовых переходов. Для согласованной модели динамики сейсмической структуры в магматическом очаге в момент подготовки к извержению вулкана St Helens реализована дискретная модель для расчета плотности магмы, распределения давления, и массовой доли газа в магматической камере. В подводящем канале рассчитывается распределение давления, плотности, температуры, вертикальной скорости магмы и пузырьковой среды. Включение учета пузырьковой среды для стационарного потока в жерле состоит в рассмотрении системы уравнений газовой динамики с учетом вязкой силы в магме для осредненных плотности, импульса и давления в среде. Система дополнена сложным уравнением Рэлея и уравнением состояния. Получены численные результаты, проведен предварительный численный анализ.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИВМиМГ СО РАН (проект 0315-2016-0009) и при финансовой поддержке ИП №0315-2018-0014 КПФНИ СО РАН.

Список литературы

1. Koulakov I, Smirnov S.Z., Gladkov, V., Kasatkina, E., West, M., El Khrepy, S., Al-Arifi, N. Causes of volcanic unrest at Mt. Spurr in 2004–2005 inferred from repeated tomography // Scientific Reports. - 2018. - Vol.8. - Iss. 1. - Art.17482.
2. S. Colucci, M. de' Michieli Vitturi, M., A. Neri, D.M. Palladino, An integrated model of magma chamber, conduit and column for the analysis of sustained explosive eruptions, Earth Planet. Sci. Lett. 404, pp. 98–110, 2014
3. Folch, A., Martí, J., Codina, R., Vazquez, M., 1998. A numerical model for temporal variations during explosive central vent eruptions. J. Geophys. Res., Solid Earth 103, 20883–20899.
4. Macedonio, G., Neri, A., Martí, J., Folch, A., 2005. Temporal evolution of flow conditions in sustained magmatic explosive eruptions. J. Volcanol. Geotherm. Res. 143, 153–172.

Пехтерев Максим Сергеевич
Аспирант первого курса ММФ НГУ

Научный руководитель
д.ф.-м.н., член-корреспондент РАН, Лазарева Галина Геннадьевна

Численный алгоритм решения обратных задач для уравнения Смолуховского

Салимова А.Б.

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН
Новосибирский государственный университет
aksalimova@gmail.com

Уравнение Смолуховского описывает процессы слияния частиц. В данной работе дискретизованное по размерам частиц уравнение Смолуховского применяется для моделирования динамики аэрозольных популяций.

Для решения обратных задач используется метод, основанный на SVD и построении оператора чувствительности [1]. В первую очередь, для численного решения прямых и сопряженных уравнений используются дискретно - аналитические численные схемы, согласованные в смысле тождества Лагранжа [2]. Далее, на основе ансамбля решений сопряженных уравнений моделей продукции - деструкции, строятся операторы чувствительности. Эти операторы позволяют в обратной задаче перейти от системы нелинейных дифференциальных уравнений к семейству нелинейных интегральных уравнений. Получив такой вид обратной задачи, можно применить спектральный метод анализа операторов. Для решения операторных уравнений используется метод типа Ньютона-Канторовича [1]. В работе производится численное исследование этого алгоритма и его эффективности.

Список литературы

- [1] Пененко А. В. Метод Ньютона-Канторовича для решения обратных задач идентификации источников в моделях продукции-деструкции с данными типа временных рядов // Сиб. журн. вычисл. Математики // РАН. Сиб. отд-ние. — Новосибирск, 2019. — Т.22, Ном. 1. — С. 57-79.
- [2] Пененко А.В. Согласованные численные схемы для решения нелинейных обратных задач идентификации источников градиентными алгоритмами и методами Ньютона-Канторовича // Сиб. журн. вычисл. Математики // РАН. Сиб. отд-ние. — Новосибирск, 2018. — Т.21, Ном. 1. — С. 99-116.

Салимова Акжан Бауржановна
Студент четвертого курса ММФ НГУ
Научный руководитель
к.ф.-м.н. Пененко Алексей Владимирович

Расчет методом Монте-Карло индикатрис рассеяния оптического излучения атмосферными кристаллами в приближении геометрической оптики

Му.Ц

Новосибирский государственный университет

mutsyuev@gmail.com

Цель работы – численное исследование особенностей рассеяния оптического излучения атмосферными ледяными кристаллами различных форм в приближении геометрической оптики. Размеры кристаллов значительно превосходят длину волны излучения. Для решения этой задачи был разработан комплекс программ, позволяющий рассчитывать индикатрисы рассеяния для сферических водяных капель, составляющих основу жидко капельных облаков, а также индикатрис рассеяния кристаллических ледяных частиц перистых облаков, имеющих форму гексагональной пластины, гексагонального столбика и эллипсоида, с различной пространственной ориентацией в эйлеровой системе координат. В дополнение к указанным выше моделям рассмотрена модель, учитывающая шероховатость поверхности кристаллов. В отличие от известных из литературы работ на эту тему (см., например, [1]), в данной работе использован оригинальный алгоритм моделирования эффектов преломления и отражения излучения на шероховатых поверхностях, состоящий в комбинировании «фацетной» модели и модифицированной «фацетной» модели шероховатости.

Работа выполнена при финансовой поддержке CSC (China Scholarship Council).

Список литературы

[1] Yang, P., Hong, G., Kattawar, G. W., Minnis, P., and Hu, Y.: Effect of particle surface roughness on retrieved cloud optical thickness and effective particle size, IEEE T. Geosci. Remote Sens., 46, 1948– 1957, 2008.

Му Цюань

Аспирант первого курса ММФ НГУ

Научные руководители

д-р. физ.-мат. наук, проф. Каргин Б.А.

к-т. физ.-мат. наук, н.с. Каблукова Е.Г.

Исследование нейронной сети неокогнитрон для распознавания геолого-физических моделей сред

А.И. Макфузова

Новосибирский государственный университет

anya-makfuzova@mail.ru

В настоящее время не существует быстрых и точных инструментов, позволяющих решить обратную задачу геофизики, в том числе в части получения структуры строения исследуемой среды. Под обратной задачей понимается задача определения строения и параметров исследуемой среды по имеющейся картине распространения волнового поля [1]. Одним из существующих подходов к решению обратных задач является итеративный метод: посредством постепенного изменения задаваемых в специальной программе параметров среды синтезируется картина распространения волнового поля для заданной среды и сравнивается с имеющейся. Затем параметры изменяются в сторону предполагаемого оптимума – набора параметров среды, соответствующих снятой картине поля. В результате многократного повторения заданной операции можно приблизиться к искомым значениям параметров. Данный подход требует больших затрат времени на моделирование и сравнение картин полей. Время моделирования, в зависимости от точности и детализации модели, может достигать нескольких дней даже на мощных суперкомпьютерах. Для решения задачи определения положения и геометрических свойств объектов предлагается использовать нейронные сети (НС), зарекомендовавшие себя в различных сферах от распознавания изображений до обработки временных рядов. Предполагается, что использование нейронных сетей позволит получить модели, требующие малых временных затрат на обработку и позволяющих довольно точно определить местоположение и форму искомого включения (далее рассматриваем на примере кавернозных сред) - каверны. Предлагается использование НС для определения структуры исследуемой геолого-физической модели среды (ГФМС), заданной в виде двухмерного изображения. В качестве входных данных для нейронной сети выступает картина распространения волнового поля по заданной среде в виде последовательности цветных двухмерных изображений. Снимки выполнены через равные промежутки времени. Выходными данными для сети должна стать предполагаемая ГФМС, представленная в виде цветного двухмерного изображения, на котором происходило решение прямой задачи. В настоящее время используется нейронная сеть LSTM в качестве определителя наличия

зависимостей [2]. Эта сеть зарекомендовала себя в решении задач обработки временных рядов и изображений, анализе звука, обработки языка и многих других задачах, связанных с различного рода последовательностями. В качестве архитектуры используется СНС для преобразования входных изображений в числовой вектор, характеризующий входные данные. Данный участок НС используется в качестве «извлекателя особенностей», уникальным образом характеризующего каждую картину с помощью вектора. Далее последовательность получившихся векторов поступает на LSTM слой для выявления в них зависимостей. После получения некоторого ответа от LSTM-слоя необходимо его интерпретировать в изображение среды, похожее на оригинал. Сейчас сеть обучена распознавать простые кавернозные включения.

Предлагается уйти от распознавания всей геолого-физической модели и обучить сеть на распознавание отдельных сегментов ГФМС (линии, дуги и др.). Для выполнения задачи распознавания сегментов была применена искусственная нейронная сеть неоконгитрон, разработанная К. Фукушимой, так как ее способность к распознаванию в идеальном случае нечувствительна к сдвигам, изменению размеров или другим искажениям [3, 4, 5]. Одним из важных этапов в системе распознавания ГФМС является предварительная сегментация исходного изображения. Сегментация разделяет картину волнового поля на множество непересекающихся областей, которые визуально различаются, равномерны и значимы в отношении нескольких качеств или обработанных свойств. Это позволяет упростить последующий анализ однородных областей изображения, их яркостных и геометрических характеристик. Результатом является множество сегментов (областей), полностью покрывающих исходное изображение. Для поиска границ сегментов применяется аппарат дифференциальной геометрии: фильтры Робертса, Превитта, Собеля Габора и алгоритм Кани [6]. На этапе исследований вышеописанных фильтров целесообразно использовать пакет прикладных программ MATLAB, который используется для решения различных технических задач, в том числе и для цифровой обработки изображения. С помощью функций пакета Image Processing Toolbox производится поиск и вычисление признаков объектов [7, 8, 9]. Для обеспечения хорошего качества распознавания необходимо выделение границ изображений элементов текста на базе фильтра Габора.

Далее планируется создание модели работы модифицированной нейронной сети неоконгитрон за счет использования ядра фильтра Габора в функции активации нейрона [5].

Список литературы

- [1] Тихоцкий, Сергей Андреевич. Разработка математических методов и алгоритмов решения обратных задач геофизики и обработки геофизических данных: диссертация доктора физико-математических наук: 25.00.10 / Тихоцкий Сергей Андреевич; [Место защиты: Объединенный институт физики земли РАН].- Москва, 2011.- 206 с.
- [2] A. E. Morozov, A. A. Yakimenko, D. A. Karavaev. Features of the Neural Network for Determining the Position and Geometric Characteristics of Cavernous Inclusions //XIV Международная научно-техническая конференция АПЭП – 2018, с. 492-495.
- [3] Y. Ramadevi, T.Sridevi , B.Poornima, B.Kalyani, “SEGMENTATION AND OBJECT RECOGNITION USING EDGE DETECTION TECHNIQUES”, International Journal of Computer Science & Information Technology, Vol. 2 No 6 Dec 2010 pp 153-161. ISSN:0975-9646.
- [4] Кугаевских А.В. Агломеративный метод сегментации иероглифического текста: Труды конференции ГрафиКон-2010. Санкт-Петербург, 2010. С. 181-187.
- [5] Кугаевских А.В. МОДЕЛИ И МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ИЕРОГЛИФИЧЕСКИХ ТЕКСТОВ НА ПРИМЕРЕ ДРЕВНЕЕГИПЕТСКОГО ЯЗЫКА : дипл. работа (диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук).Тюмень, 2012.
- [6] Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2005. 1072с.
- [7] Дёмин А. Ю. Распараллеливание алгоритма выделения границ объектов на основе структурно-графического представления / А. Ю. Дёмин, В. А. Дорофеев // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. — 2013. — Т. 323, № 5: Управление, вычислительная техника и информатика. — [С. 159-164].
- [8] Фисенко В.Т. Компьютерная обработка и распознавание изображений. СПбГУ ИТМО, 2008.
- [9] И.М.Журавель. Краткий курс теории обработки изображений / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: matlab.exponenta.ru/imageprocess/books5/8-2.php.

Макфузова Анна Игоревна
Студентка 1 курса магистратуры НГТУ
Научный руководитель
к.т.н., доцент Якименко А.А.