

Ведущая организация: Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань

Подписан: доцент кафедры анализа данных и исследования операций КФУ, к. ф.-м. н., В. В. Бандеров,
профессор кафедры вычислительной математики КФУ, д. ф.-м. н.,
чл.-корр. Академии наук Республики Татарстан, И. Б. Бадриев,
зав. кафедрой вычислительной математики КФУ, д. ф.-м. н.,
профессор О. А. Задворнов.

Утвержден: Проректор по научной деятельности, д. г.-м. н.,
профессор Д. К. Нургалиев.

Замечание 1

При аппроксимации интегрального оператора задач гравиметрии и магнитометрии по квадратурным формулам не учитывается погрешность.

Ответ:

Данный вопрос в рамках диссертационной работы не исследовался, но предполагается, что погрешность дискретизации намного меньше погрешности, с которой задана правая часть операторного уравнения

$$A(u) + \alpha(u - u^0) = f_\delta, \quad \|f - f_\delta\| \leq \delta.$$

Замечание 2

При решении задач гравиметрии и магнитометрии с шумом стоило бы описать, откуда берется шум.

Ответ:

Согласна. Источников возникновения шумов может быть несколько: вкрапления пород с различной плотностью или намагниченностью в слоях среды, ошибки измерительных приборов (гравиметров или магнитометров), погрешности процедур предварительной обработки (например, учет рельефа).

Замечание 3

В тексте диссертации стоило бы подробнее пояснить о вычислениях «на лету» на видеокартах.

Ответ:

Согласна. В тексте диссертации на стр. 92 приводится объяснение: «необходимый элемент матрицы вычисляется в момент умножения его на элемент вектора». Это означает, что в программном коде в том же цикле, где производится матрично-векторная операция, элемент матрицы вычисляется по формуле

$$[A'(u^0)]h = \iint_D \frac{u^0(x', y')h(x', y')}{[(x - x')^2 + (y - y')^2 + (u^0(x', y'))^2]^{3/2}} dx' dy',$$

а затем умножается на элемент вектора, который хранится в памяти. Хранения самой матрицы в памяти не производится. Результат матрично-векторного умножения сохраняется в память.

Замечание 4

В тексте присутствуют стилистические ошибки и опечатки.

*Например, на странице 56 вместо «зна» следовало бы указать «на»;
на странице 58 в определении функции f должен стоять знак $+$, а не
минус.*

Ответ:

С замечанием согласна.

Замечание 5

На страницах 14, 42, 44 желательно было бы указать примеры задач с немонотонными операторами.

Ответ:

Описания содержания диссертации на стр. 14 и главы 2 на стр. 42 носят аннотационный характер, стр. 44 относится к разделу 1 главы 2, где приведение примеров задач не предусмотрено структурой главы. Примеры задач с немонотонными операторами подробно рассматриваются в разделе 4 главы 2.

Замечание 6

В основных результатах есть утверждение об обобщении результатов для нелинейных аналогов α -процессов на конечномерный случай – в тексте диссертации об этом не говорится.

Ответ:

На стр. 43 диссертации рассматривается конечномерный случай, в главе 2 в конечномерном случае для немонотонного оператора доказаны аналогичные теоремы, что и в главе 1. Это и есть обобщение.

Замечания официального оппонента

Танана Виталий Павлович, д. ф.-м. н., профессор, главный научный сотрудник кафедры системного программирования Южно-Уральского государственного университета (национального исследовательского университета), г. Челябинск

Замечание 1

В разделе 1.1 главы 1 не поясняется, почему в методах Ньютона и нелинейных аналогах α -процессов используются разные параметры регуляризации α и $\bar{\alpha}$?

Ответ:

Использование разных параметров регуляризации позволяют доказать сильную фейеровость метода Ньютона и аналогов α -процессов в главах 1,2 и получить оценки погрешности и невязки двухэтапного метода. На параметр $\bar{\alpha}$ накладывается ограничение снизу. Кроме того, изменение параметра $\bar{\alpha}$ без изменения α позволяет остаться в условиях теорем главы 2, когда спектр матрицы производной оператора A содержит набор малых по абсолютной величине отрицательных собственных значений (замечание 2.3.)

Замечание 2

В работе имеются опечатки. На стр. 23 в строке 1 пропущена запятая перед союзом «и». На стр. 80 в строке 5 после слова «раздела» пропущено слово «сред». На стр. 97 опечатка в строке 7 в слове «сравнения» (пропущена буква). В таблице 3.1 дробную и целую части следовало бы отделить единообразно - либо точкой, либо запятой.

Ответ:

С замечанием согласна.

Замечания официального оппонента

Ягола Анатолий Григорьевич, д. ф.-м. н., профессор кафедры математики физического факультета Московского государственного университета, г. Москва

Замечание 1

На стр. 37 рассматривается задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка

$$\frac{dy}{dt} = x(t)y(t), \quad y(0) = c_0.$$

При этом утверждается, что входящие в уравнение функции $x(t)$, $y(t)$ принадлежат пространству $L^2[0, 1]$ Как в этом случае определяется решение, диссертант не определяет.

Ответ:

Решение ДУ определяется в обыкновенном смысле. Условие принадлежности пространству $L^2[0, 1]$ здесь избыточно, оно необходимо при решении интегрального уравнения

$$[F(x)](t) = c_0 e^{\int_0^t x(\tau) d\tau} = y(t),$$

F действует из $L^2[0, 1]$ в $L^2[0, 1]$.

Замечание 2

В тексте присутствуют стилистические ошибки и опечатки. На стр. 28 в строке 6 пропущена запятая перед союзом «и», после слова «при» стоило написать « $\gamma = \gamma^{opt}$ ». На стр. 29 в строке 10 стоило написать «аналоги α -процессов» вместо « α -процессы». На стр. 46 в строке 11 запятая после «в соотношении (1.30)» — лишняя, в строке 14 пропущена запятая после слова «методу». На стр. 47 в строке 8 пропущены запятые перед словами «при» и «получаем». На стр. 84 в строке 3 пропущена запятая после слов «гравитационного поля». На стр. 92 в строке 19 слово «были» — лишнее.

Ответ:

С замечанием согласна.

Замечание 3

Допущены неточности при написании обзора литературы. Так, ссылки [113] (стр. 6) не существует: Тихонов А. Н, Арсенин В. Я. Приближенное решение операторных уравнений. - Москва: Наука, 1986. Работа [92] была одной из первых, но далеко не единственной из серии работ, посвященных регуляризуемости некорректных задач. Обзор методов регуляризации при условии, что решение операторного уравнения является функцией ограниченной вариации (стр. 8), не содержит ссылок на работы А.С. Леонова получившего наиболее существенные результаты. Зато есть ссылка на статью И.Ф. Дорофеева [61], которая, как выяснилось позднее, содержала принципиальные ошибки. Статья А. В. Гончарского, А.С.Леонова, А.Г.Яголы [58] заодно приписана М.Г. Дмитриеву, В. С. Полещук [60] .

Ответ:

Согласна. Допущены опечатки и технические ошибки в списке литературы, книга Тихонова А. Н, Арсенина В. Я. называется «Методы решения некорректных задач», статья А. В. Гончарского, А.С.Леонова, А.Г.Яголы [58] некорректно продублирована.

Замечания на автореферат

Прохоров Игорь Васильевич, д. ф.-м. н., зам. директора по научной работе Институт прикладной мате-матики ДВО РАН, г. Владивосток

Замечаний нет.

Эпов Михаил Иванович, д. т. н., академик РАН, директор,

Глинских Вячеслав Николаевич, д. ф.-м. н., доцент, заведующий
лабораторией скважинной геофизики,

Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г.
Новосибирск

Наиболее полно раскрыть полученные результаты позволили бы следующие, не освещенные в автореферате, но, возможно отмеченные в диссертации, аспекты:

1. зависимость времени решения задач от количества используемых вычислительных ядер;
2. зависимость производительности (быстродействия) алгоритмов от размеров используемой сетки;
3. предложены модифицированные версии алгоритмов Ньютона и Левенберга – Марквардта, превосходящие оригинальные версии, но не проводится их сравнение между собой.

Ответы: 1, 2. Согласна. Это связано с ограничением объема автореферата. Описание экспериментов с реальными данными и характеристики производительности параллельных алгоритмов есть в тексте диссертации.

3. Сравнение покомпонентных методов Ньютона и Левенберга-Марквардта в диссертации не проводится, так как первый метод предназначен для решения задач гравиметрии для модели двухслойной среды, а второй метод – для модели многослойной среды. Покомпонентный метод типа Левенберга – Марквардта подходит и для решения задачи гравиметрии для модели двухслойной среды, но по быстродействию будет уступать покомпонентному методу типа Ньютона в силу более высокой вычислительной сложности.

Цымблер Михаил Леонидович, к. ф.-м. н., доцент, нач. отдела интеллектуального анализа данных и виртуализации,

Лаборатория суперкомпьютерного моделирования, Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), г. Челябинск

Замечание 1

При описании результатов вычислительных экспериментов в главе 3 диссертации автор употребляет неточный термин «максимальное ускорение» вместо «линейное ускорение» (ускорение может быть сверхлинейным и, строго говоря, не ограничено сверху).

Ответ:

С замечанием согласна.

Замечание 2

В главе 3 для отображения результатов экспериментов по исследованию ускорения используется табличная форма, и указывается лишь время работы алгоритма на одном ядре и максимально доступном количестве ядер вычислительной системы. Более общепринятым является отображение в виде графика зависимости.

Ответ:

С замечанием согласна.

Копысов Сергей Петрович, д. ф.-м. н., главный научный сотрудник,
Новиков Александр Константинович, к. ф.-м. н., старший научный
сотрудник,

Институт механики УдмФИЦ УрО РАН, г. Ижевск

Замечание:

Утверждение о том, что покомпонентные методы работают в 3 и в 10 раз быстрее методов Ньютона и Левенберга – Марквардта, соответственно (стр. 16, п. 4), следовало отнести к результатам п.1 и 3.

Ответ:

С замечанием согласна.

Александр Сергеевич Долгаль, д. ф.-м. н., доцент, главный научный сотрудник,

Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Замечание:

Несколько странно выглядит отсутствие в автореферате защищаемых положений, традиционно формирующих «скелет» диссертационной работы.

Ответ:

Вместо положений в диссертации и автореферате на защиту выносятся основные результаты.