

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о диссертационной работе Зятькова Николая Юрьевича
«Разработка и оптимизация программного комплекса для дифракционного моделирования сейсмических волн с адаптацией под графические ускорители»,
представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности
05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

1. Общая характеристика соискателя

Зятьков Николай Юрьевич начал работать по теме будущей диссертации под моим научным руководством в период обучения с 2011 по 2013 г. в очной магистратуре факультета информационных технологий (ФИТ) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ). Соискатель подготовил основную часть кандидатской диссертации в период обучения с 2013 по 2016 г. в очной аспирантуре ФИТ НГУ. Руководство ФИТ назначило аспиранту двух научных руководителей: меня как постоянного соавтора соискателя по теме диссертации и члена-корреспондента РАН, д.ф.-м.н., профессора Кабанихина С.И. как ведущего специалиста по профилирующей специальности будущего соискателя. По согласованному решению обоих руководителей аспирантуры для соблюдения требований ВАК завершение подготовки кандидатской диссертации проходило в тесном сотрудничестве со мной в период работы соискателя над диссертационной работой с 2016 по 2018 г.

2. Научная и педагогическая деятельность соискателя

Педагогическая деятельность соискателя проходила в 2015 г. и продолжается с 2017 г. по настоящее время. В 2015 г. соискатель вел семинары по курсу «Основы компьютерной грамотности» для студентов факультета естественных наук (ФЕН) НГУ. С 2017 по 2018 г. соискатель вел семинары по курсу «Инженерная и компьютерная графика» для студентов ФИТ НГУ. С 2018 г. соискатель является преподавателем программы «Big Data and Software Security», организованной на базе ФИТ НГУ для иностранных студентов.

Параллельно с преподаванием в 2016-2018 г.г. соискатель продолжил исследование по поиску оптимальных аппроксимаций, необходимых для завершения работы по теме диссертации.

3. Актуальность темы диссертации

В линейной теории волновых процессов существуют две основные проблемы: синтез волнового поля и анализ его структуры. Для решения задач синтеза волнового поля имеются развитый математический аппарат, а также физические и численные методы моделирования. При решении задач анализа волнового поля существенна роль эвристических методов, которые восполняют недостаточно развитый математический аппарат анализа.

Диссертационная работа соискателя посвящена актуальной проблеме развития математического аппарата анализа волнового поля, основанного на строгой теории трех недавно созданных интегральных операторов (ТОПРД). Эти операторы описывают основные волновые процессы: отражение и преломление на границах, распространение в средах и дифракцию на кусочно-криволинейных границах.

Акцент в диссертации сделан на разработке и тестировании программного комплекса метода наложения концевых волн (МНКВ), реализующего аппроксимации ТОПРД в диапазоне

конечных частот на примере акустических сред, его оптимизации, а также адаптации для кластера из графических ускорителей. Актуальность темы диссертации заключается в возможности применения программного комплекса МНКВ вместо эвристических приемов при решении задач анализа волнового поля в различных отраслях промышленности.

4. Научная новизна, обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научная новизна диссертации определяется тем, что впервые подтверждена тестами практическая возможность математически корректно моделировать динамические и кинематические параметры интерференционного волнового поля и его отдельных фрагментов в трехмерных средах сложного строения с произвольными границами.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается:

(1) Публикациями соискателя в 2 статьях, 1 учебном пособии в виде главы, 12 публикациях в трудах международных конференций и 17 тезисах российских и международных конференций.

(2) Докладами соискателя на международных и всероссийских конференциях, в том числе на трёх ежегодных конференциях «European Association of Geoscientists and Engineers (EAGE)» в г. Копенгаген (Дания, 2012), г. Лондон (Великобритания, 2013), г. Амстердам (Нидерланды, 2014), а также на ежегодной конференции «European Geosciences Union (EGU)» в г. Вена (Австрия, 2015).

(3) Первым местом и приглашенным докладом в рамках конкурса «GPU: серьёзные ускорители для больших задач» в номинации «Эффективное приложение», финал которого проводился компанией NVIDIA Ltd совместно с Московским Государственным Университетом им. М.В. Ломоносова в декабре 2013 г. в г. Москве.

(4) Использованием упрощенной акусто-вязкоупругой версии программного комплекса МНКВ при анализе ультразвукового волнового поля (Лаборатория механики и акустики, Университет Aix-Marseille, г. Марсель, Франция).

(5) Тестированием программного комплекса МНКВ в сравнении с методом конечных разностей (Норвежский Университет Науки и Технологии, г. Тронхейм, Норвегия).

(6) Применением процедур упрощенной упругой версии программного комплекса МНКВ в качестве моделирующего ядра в процедуре AVO анализа продольного волнового поля (Норвежский Университет Науки и Технологии, г. Тронхейм, Норвегия).

5. Практическая ценность полученных результатов

Практическая ценность результатов, полученных в диссертации, обусловлена возможностью применения программного комплекса МНКВ в качестве моделирующего ядра при решении задач анализа волнового поля в сейсмическом методе геофизики, в задачах неразрушающего контроля в промышленности, в ультразвуковой медицине и т.д.

6. Значимость результатов для науки и производства

Наиболее значимые научные результаты соискателя:

(1) Соискатель получил собственные оригинальные математические аппроксимации, которые являются важной частью исследований линейной теории и моделирования волновых процессов в реалистических моделях сложно-построенной среды.

(2) Аналитическая аппроксимация интегрального оператора распространения волнового поля выбрана из двух условий: а) итоговые формулы содержат только элементарные функции, б) способ построения аппроксимации для акустики инвариантен по отношению к типу среды, т.е. может быть повторен для упругих, упруго-пористых и более сложных сред.

(3) Соискатель разработал алгоритм, численно реализовал его и оптимизировал программный комплекс МНКВ.

(4) Соискатель продемонстрировал готовность программного комплекса МНКВ к практическому использованию, проверив точность, стабильность и эффективность процедур комплекса численными примерами для моделей акустической среды со сложными границами.

Значимость результатов для производства определяется следующими свойствами программного комплекса МНКВ:

(1) Возможность применения с учетом коэффициента подобия в широкой полосе частот (от долей герц до миллионов герц) в сейсмических методах геофизики, сейсмологии, ультразвуковом моделировании, при неразрушающем контроле в промышленности, в ультразвуковых методах медицины и т.п.

(2) Относительная амплитудная погрешность вычисления стабильна в широком диапазоне амплитуд различных волн, что дает перспективу повышения чувствительности методов обработки наблюдаемых волновых полей при слабом отношении сигнал-помеха.

(3) Раздельное вычисление отдельных волновых фрагментов волнового поля может быть использовано для повышения разрешающей способности существующих методов решения обратных волновых задач.

7. Заключение о соответствии работы требованиям ВАК

Диссертация Зяткова Н.Ю. представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, удовлетворяющую всем требованиям ВАК РФ. Полученные в ней результаты являются новыми и имеют важное теоретическое и прикладное значение. Полагаю, что Зятков Николай Юрьевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Научный руководитель:

старший научный сотрудник

Федерального государственного бюджетного учреждения науки

Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А.Трофимука

Сибирского отделения Российской академии наук (ИНГГ СО РАН),

лаборатория динамических проблем сейсмологии,

Российская Федерация, 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3,

Рабочий телефон: +7 (383) 335-64-57,

Электронный адрес: AizenbergAM@ipgg.sbras.ru,

кандидат физико-математических наук по специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых», доцент,

29 августа 2019 г.

Айзенберг Аркадий Маркович

Подпись Айзенберга Аркадия Марковича заверяю

Учёный секретарь ИНГГ СО РАН

к.т.н.



Шумскайте Мария Йоновна