

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации на соискание ученой степени

доктора физико-математических наук

Вершинина Анатолия Викторовича на тему:

“Математические модели и пакет прочностного инженерного анализа”

по специальности 05.13.18 - “Математическое моделирование,

численные методы и комплексы программ”

В автореферате Вершинина А.В. отражено содержание диссертационной работы, посвященной разработке математических моделей на основе теории многократного наложения больших деформаций, алгоритмов численного решения краевых задач о многостадийном деформировании тел с образованием полостей и включений в процессе нагружения и их реализации в составе полнофункциональной системы прочностного инженерного анализа. В диссертационной работе рассматриваются также актуальные вопросы численного моделирования в задачах геофизики и геомеханики, анализируются результаты сейсмического моделирования в сложнопостроенных пористых и анизотропных средах с затуханием.

Актуальность данных задач обусловлена тем, что при решении задач трехмерного полномасштабного моделирования и интерпретации результатов сейсмической разведки одной из основных проблем, с которой сталкиваются сейсмологи, является необходимость выполнения колоссального объема вычислений. Данная проблема выходит на первый план в случае решения задач сейсмической инверсии, когда по данным на приемниках сейсмических сигналов требуется восстановить сейсмический портрет участка месторождения, для которого проводилось сейсмическое профилирование. Аналогичная задача возникает и при обработке результатов акустического каротажа, в особенности, в неоднородных слоистых средах с наклонной анизотропией и вязкоупругим затуханием акустических волн, также рассмотренных в диссертации. Для решения такого рода задач необходимо многократное решение серии прямых задач о распространении сейсмических волн в геологических структурах при заданных параметрах среды. В зависимости от типа источника и частот излучателя решение данных задач может требовать построения расчетной сетки, состоящей из сотен миллионов вычислительных ячеек. Большинство современных коммерческих пакетов не в состоянии решить данную проблему в общей трехмерной постановке. В связи с этим возникает необходимость в разработке специализированного программного продукта, способного выполнять расчеты на массивно-параллельных системах, используя передовые технологии в области численных методов, параллельных вычислений и разработки программ для гибридных вычислительных систем.

В представленной диссертационной работе подробно рассмотрены перечисленные задачи, автором решена серия прямых задач сейсмического моделирования и акустического каротажа в трехмерных анизотропных неоднородных средах с вязкоупругими эффектами. Отдельно рассмотрена и решена задача моделирования распространения скважинных мод для случая пороупругой среды, насыщенной жидкостью, с использованием модели Био, учитывающей диссипацию акустических волн в результате действия сил межфазного трения. Другим актуальным для

нефтегазовой отрасли аспектом, рассмотренным в диссертационной работе, является учет влияния геомеханического преднапряжения в геологических структурах на результаты сейсмической разведки. Автором решена важная задача моделирования сейсмического отклика трещиноватости, присутствующей в пластах и приводящей к формированию множественных рассеянных и преломленных волн. Полученные результаты могут быть использованы в задачах сейсмической интерпретации трещиноватостей с целью определения и характеристики их параметров: размеров, ориентации, раскрытия и т.п. Для решения поставленных задач автором был разработан специализированный программный комплекс на базе изопараметрического метода спектральных элементов (МСЭ) для моделирования распространения сейсмических волн в трехмерных неоднородных трансверсально изотропных вязкоупругих средах, содержащих системы трещин, диапиры, каверны, вблизи которых наблюдаются значительные локальные концентрации напряжений и деформаций.

Степень достоверности и обоснованности научных положений и полученных результатов обеспечена строгостью математической постановки задачи, использованием моделей, апробированных ранее другими исследователями, а также совпадением полученных численных результатов как с решениями других авторов, так и результатами экспериментальных исследований. Теоретическая значимость и научная новизна данной работы определяется во многом первыми результатами решения задач, связанных с учетом динамических эффектов при образовании полостей и трещин в теле с конечными деформациями, разработкой эффективных методов для численного решения сложных трехмерных задач акустического каротажа и полноволнового сейсмического моделирования на неструктурированных криволинейных сетках, а также алгоритмами их распараллеливания на многоядерных и многопроцессорных высокопроизводительных вычислительных системах на основе графических карт.

Соискатель достаточно широко апробировал работу на конференциях разного уровня, включая выступления на международной нефтегазовой технической конференции и выставке SPE, на международных научно-практических конференциях «Современные методы сейсморазведки при поисках месторождений нефти и газа в условиях сложнопостроенных структур» и на всероссийской конференции «Сейсмические технологии», где я выступал председателем программного комитета, на всероссийских конференциях с международным участием «Цифровой керн: от образа к модели», на международных конференциях «Суперкомпьютерные технологии в нефтегазовой отрасли» и на научных конференциях «Ломоносовские чтения» в МГУ имени М.В. Ломоносова, а также в РГУ нефти и газа им. Губкина на заседаниях научно-практического семинара «Синтез современных геотехнологий — ключ к объективному познанию недр», которым я руковожу с 2011 г.

Наряду с научной новизной работы следует подчеркнуть и практическую ценность, заключающуюся во внедрении разработанных моделей и алгоритмов в промышленную систему компьютерного моделирования CAE Fidesys, используемую, как следует из текста автореферата, в ведущих нефтегазовых и горнодобывающих компаниях РФ для проведения геомеханического анализа устойчивости наклонного ствола скважины, оценки изменения напряженно-деформированного состояния месторождения в процессе его разработки, сейсмического моделирования в сложнопостроенных трехмерных слоистых пластах с разломами, трещинами, антиклинальными складками, цифрового анализа кернов. Хочется отметить, что полученные автором результаты были использованы при разработке специализированного тиражируемого отраслевого

решения “Геомеханика”, внедренного в производственную деятельность ООО “Газпромнефть Научно-Технический Центр”

На мой взгляд, диссертация Вершинина А.В. представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, результаты которой представляют научную значимость и практическую ценность. Диссертационная работа полностью соответствует требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.13.18 – “Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ” (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова. Таким образом, соискатель Вершинин Анатолий Викторович заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 – “Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ”.

Заслуженный деятель науки РФ, доктор физико-математических наук,
профессор кафедры сейсмометрии и геоакустики
геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова
Ампиров Юрий Петрович

06 декабря 2018

Контактные данные:

Тел.: +7-495-939-12-30, e-mail: seismic@geol.msu.ru

Адрес места работы:

119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, МГУ, Геологический факультет, кафедра сейсмометрии и геоакустики

Тел.: +7 495 9391283, e-mail: info@seismic.geol.msu.ru

Подпись сотрудника геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

Ю.П. Ампилова удостоверяю:

дата

10.12.2018

