

УТВЕРЖДАЮ

Врио директора
Федерального государственного
бюджетного научного учреждения
«Федеральный исследовательский
центр «Красноярский научный центр
Сибирского отделения Российской
академии наук» д-р с.-х. наук

_____ А. А. Шпедт

_____ 2020 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр
Сибирского отделения Российской академии наук»
о диссертационной работе Бельмещева Николая Федоровича
«Построение и исследование подмоделей асимметричной
и трансверсально-изотропной моделей упругих сред», представленной
на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук
по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ

Диссертация Бельмещева Н. Ф. посвящена построению и исследованию подмоделей асимметричной и трансверсально-изотропной моделей теории упругости, применяемых при описании малых деформаций анизотропных упругих сред. Основная часть работы носит теоретический характер, в ней автор проводит математическое моделирование уравнений в перемещениях рассматриваемых упругих сред с применением методов группового анализа дифференциальных уравнений: поиска допускаемой группы Ли точечных преобразований, группового расслоения, классификации инвариантных и частично инвариантных подмоделей, построения решений, обладающих заданными симметриями. В диссертации представлены результаты численных решений задач Коши для

некоторых нелинейных инвариантных подмоделей, построены изображения, демонстрирующие поведение моделируемых упругих сред.

Работа Бельмецева Н. Ф. направлена на построение подмоделей, получаемых в результате редукции числа независимых переменных, а также наборов нетривиальных точных решений уравнений асимметричной и трансверсально-изотропной упругих сред, обладающих заданными симметриями. **На практике** результаты исследования дают возможность проводить численное моделирование и проверку расчётов, связанных с различными задачами для слоистых горных пород, некоторых композиционных материалов, вечномёрзлых грунтов, ледников, что является в настоящее время **актуальной задачей**.

Следует отметить, что данное диссертационное исследование является одним из шагов по реализации заявленной академиком Л. В. Овсянниковым программы «Подмодели» по описанию всех подмоделей и точных решений дифференциальных уравнений механики сплошных сред с использованием аппарата группового анализа и теории непрерывных групп Ли.

Личный вклад Бельмецева Н. Ф. в диссертационную работу описывается следующими результатами исследования:

- впервые проведено групповое расслоение уравнений линейных моделей асимметричной упругости и трансверсально-изотропной упругой среды;
- на основе группового расслоения доказан ряд утверждений, раскрывающих свойства изучаемых в диссертации моделей упругих сред (например, связь их с уравнениями Максвелла), с помощью группового расслоения получены новые математические представления моделей, в виде дифференциальных уравнений первого порядка, равносильных уравнениям в перемещениях изучаемых моделей;
- проведены классификации, построение и исследование (в том числе численное) инвариантных подмоделей и точных решений новых систем уравнений первого порядка;

- получены компоненты вектора перемещений и тензора напряжения для построенных подмоделей;
- получены формулы производства новых решений;
- проведен численный анализ задач для некоторых нелинейных инвариантных подмоделей.

Каждый из перечисленных результатов обладает несомненной **научной новизной**.

Диссертация Бельмецева Н. Ф. состоит из введения, трёх глав, заключения, списка литературы, а также трёх приложений. Общий объем диссертации составляет 245 страниц.

Обоснованность и достоверность представленных в диссертации результатов, полученных непосредственно автором, подтверждаются приведенными доказательствами, математическими выкладками, а также приводимыми автором ссылками на исследования, опубликованные в рецензируемых научных изданиях.

По теме диссертации автором представлены 6 опубликованных работ в ведущих научных журналах, в том числе 3 работы, изданные на английском языке в журналах, индексируемых международными базами данных Web of Science и Scopus. Причём, статья “Exact solutions of three-dimensional equations of static transversely isotropic elastic model” (DOI: 10.1007/s00707-016-1712-4) 2017 года, издана в журнале Acta Mechanica, который находится в квинтиле Q1 базы данных SJR (см. <http://www.scimagojr.com>). Результаты работы прошли достаточную апробацию в ходе трёх докладов, сделанных в институтах математики им. С. Л. Соболева и гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН, а также на 23 всероссийских и международных научных конференциях.

Отдавая должное существенному объему выполненной работы, научной и практической значимости полученных результатов, следует сделать следующие замечания:

- 1) первая глава диссертации содержит материалы по исследованию двумерной модели асимметричной упругости, предложенной

В. О. Бытевым и опубликованной в монографиях «Симметрии неклассических моделей гидродинамики» (Андреев В. К., Бублик В. В., Бытев В. О., Новосибирск: Наука, 2003), «Групповые свойства уравнений упругости и пластичности» (Аннин Б. Д., Бытев В. О., Сенашев С. И., Новосибирск: Наука, 1985); диссертации к. ф.-м. н. И. В. Слезко «Моделирование некоторых процессов асимметричной упругости» (05.13.18, Тюмень, 2009). Однако адекватность данной модели, с точки зрения термодинамики, вызывает серьезные вопросы, выходящие за рамки данного диссертационного исследования;

- 2) имеется неточность в формулировках теоремы 1.3 и теоремы 2.4, на страницах 14 и 59 соответственно, содержащих выражение «сумма решений» для двух различных систем уравнений, хотя что понимается под «суммой решений» становится понятным из доказательства;
- 3) в ряде подмоделей сведение к нелинейным уравнениям можно было избежать;
- 4) во второй главе результаты построения оптимальной системы подгрупп и инвариантов разбиты на части, что затрудняет их восприятие.

Указанные замечания не влияют на положительную оценку исследования и диссертации в целом.

Автореферат соответствует основному содержанию и выводам диссертации. Тема диссертационной работы и её содержание соответствуют пунктам 1, 2, 4 и 5 паспорта специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Диссертация Бельмецева Николая Федоровича «Построение и исследование подмоделей асимметричной и трансверсально-изотропной моделей упругих сред» является самостоятельным законченным научно-квалификационным исследованием, содержащим новые научные результаты построения и исследования подмоделей теории упругости.

Представленная работа по форме и содержанию отвечает требованиям, предъявляемым Высшей аттестационной комиссией при Минобрнауки России

к кандидатским диссертациям, удовлетворяет критериям пунктов 9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а её автор, Бельмецев Николай Федорович, достоин присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Отзыв составлен ведущим научным сотрудником отдела «Информационно-вычислительного моделирования» Института вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН (далее – ИВМ СО РАН) доктором физико-математических наук, профессором Капцовым Олегом Викторовичем.

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании семинара ИВМ СО РАН «Математические модели и методы интегрирования», протокол № 13/2020 от 11 августа 2020 г.

Ведущий научный сотрудник отдела
«Информационно-вычислительного моделирования»
Института вычислительного моделирования
Сибирского отделения Российской академии наук –
обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН
д.ф.-м.н., профессор

О. В. Капцов

Директор Института вычислительного моделирования
Сибирского отделения Российской академии наук –
обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН
д.ф.-м.н., профессор
м. п.

В. М. Садовский

17» августа 2020 г.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр
Сибирского отделения Российской академии наук» (ФИЦ КНЦ СО РАН);
адрес: 660036, г. Красноярск, Академгородок, д. 50;
тел.: +7 (391) 290-79-88; e-mail: fic@ksc.krasn.ru.