

«УТВЕРЖДАЮ»  
Первый проректор  
Южного федерального университета  
д.э.н., профессор

М.В.Сороштан



2015г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет» о диссертационной работе Телятникова Ильи Сергеевича «Факторизационные методы оценки статической напряжённости литосферных структур на разломах», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твёрдого тела

В настоящее время активно используются различные модели подготовки и реализации сейсмических событий, но существующие экспериментальные и теоретические разработки в области геодинамических явлений не могут в полной мере учесть влияния различных факторов на напряжённое состояние литосферных плит, исследование которого является важной составляющей решения общей проблемы прогноза землетрясений.

Местоположение разломов литосферных плит большой мощности известно, однако для решения проблемы оценки региональной сейсмичности и обеспечения безопасного строительства важную роль играет исследование структуры верхней части земной коры, в том числе разломов малой мощности. Это требует создания надёжных методов исследования разломов в структурах верхнего слоя литосферы. Применение универсальных факторизационных методов, базирующихся на топологических подходах, развиваемых в Кубанском государственном университете и Южном научном центре РАН, зачастую технически сложно. Положения механической концепции прогноза сейсмичности требуют разработки более простых в применении методов исследования взаимодействия литосферных структур в зонах прямолинейных разломов. Эти обстоятельства определяют **актуальность** представленного диссертационного исследования.

Тематика исследования непосредственно связана с темами проектов Минобрнауки РФ (государственное задание, проект 2014/75, НИР № 2274 «Построение глобальной модели напряжённости Земли для оценки сейсмичности в российских регионах») и Федеральной целевой комплексной программы «Научные и научно-педагогические кадры

инновационной России» на 2009–2013 гг. (соглашение № 14.В37.21.0646 «Развитие новых наукоёмких методов мониторинга и прогноза состояния территорий в сейсмоопасных и оползнеопасных зонах» от 20.08.12 г.), в реализации которых автор принимал участие. Последнее также указывает на актуальность темы диссертационной работы.

Диссертация посвящена исследованию медленного и статического взаимодействия контактирующих вдоль прямолинейных разломов литосферных плит путём их моделирования двумерными пластинами на трёхмерном деформируемом основании, разработке методов определения характеристик напряжённо-деформированного состояния структур с составными покрытиями при статическом и вибрационном воздействиях.

**Научная новизна** результатов диссертационной работы состоит в следующем: предложен новый метод исследования задач о взаимодействии между собой и с деформируемым основанием разнотипных пластин Кирхгофа, основанный на факторизационном подходе; разработан метод исследования и решения трёхмерных статических смешанных задач для составных покрытий на деформируемой подложке, позволяющий проводить анализ решений при различных условиях в области контакта для прямолинейных стыковочных границ элементов покрытия.

Соискателем разработаны факторизационные методы исследования и решения задач для покрытия с разломом в виде двух разнотипных полуограниченных пластин на деформируемой подложке; реализованы аналитические алгоритмы построения решений для статического случая и установившихся колебаний, создан вычислительный алгоритм и проведены модельные численные расчёты.

**Обоснованность** сформулированных в диссертации положений и выводов определяется корректной математической постановкой задач и применением строгих математических методов. **Достоверность** полученных результатов подтверждается сравнением результатов с полученными иными методами известными результатами других авторов.

**Научная и практическая значимость** работы определяется тем, что полученные результаты могут найти применение в геофизике и сейсмологии. Разработанные методы представляются перспективными в плане применения к решению широкого спектра задач, связанных с исследованиями геологических образований, идентификацией типов разломов и т.д. Кроме того, в решении проблем разрушения материалов со скрытыми дефектами.

Практическая значимость подтверждается использованием результатов работы при исследовании рассмотренного класса задач механики деформируемого твёрдого тела в

ряде проектов, направленных на решение проблемы оценки региональной сейсмичности территорий, а также оценки прочности структур с покрытиями, поддержанных научными фондами, и выполненных при непосредственном участии соискателя.

Диссертация Телятникова И.С. «Факторизационные методы оценки статической напряжённости литосферных структур на разломах» состоит из введения, трёх глав, заключения, списка литературы, включающего 142 наименования, и двух приложений. Общий объём работы составляет 139 страниц, включая 29 рисунков.

Во **введении** обоснована актуальность темы, указана научная новизна, определены цели и задачи работы, сформулированы положения, выносимые на защиту. Соискателем описано современное состояние и направления исследований в области методов и подходов к решению проблем оценки сейсмичности, анализа и прогнозирования сейсмических событий. Здесь же диссертантом обоснована необходимость развития факторизационных методов, созданных в Кубанском государственном университете и Южном научном центре РАН.

**Первая** глава посвящена изложению базовых понятий и подходов, используемых при решении поставленных в диссертации задач. Автором приведены основные положения факторизации функций и матриц-функций, а также используемые аппроксимации.

Предлагаемые в диссертации подходы требуют факторизации матриц-функций с элементами в виде полиномиальных аналитических функций нескольких комплексных переменных. Соискателем представлен метод дифференциальной факторизации, применяемый специально при факторизации коэффициентов функциональных уравнений, описываемых целыми или полиномиальными функциями.

В данной главе также изложен метод Винера – Хопфа решения краевых задач математической физики, представлена схема дифференциального метода факторизации, которая может быть применена к исследованию краевых задач независимо от типа дифференциальных уравнений. В заключение описан пример применения топологического метода блочного элемента в задаче для блочной структуры с разной размерностью блоков. В качестве такой разноразмерной блочной структуры рассмотрена краевая задача для двух протяжённых пластин в контакте с трёхмерным основанием.

Во **второй** главе диссертации даны постановки динамических и статических задач, моделирующих взаимодействие литосферных структур.

С учётом масштабов строения Земли литосферные плиты могут моделироваться покрытиями относительно малой толщины. В диссертационной работе рассмотрена модель геологической среды в виде контактирующих по прямой пластин на поверхности



упругой подложки. Соискателем разработан прямой метод исследования и решения трёхмерных граничных задач для покрытий с прямолинейными разломами, часто встречающимися на практике, включающий элементы метода собственных функций.

Предложенный диссертантом факторизационный метод решения для случая прямолинейных межблоковых разломов, рассмотренный для задач о вибрации и статическом взаимодействии полуграниченных пластин, позволяет получить более простые представления решений, нежели топологический метод. Для статической задачи автором построены новые типы функциональных уравнений и представлен метод их решения.

При стремлении частоты установившихся колебаний к нулю, диссертантом предлагается для малых значений частоты вибрации строить приближённое решение путём последовательного решения серии статических задач.

В **третьей** главе с помощью описанного во второй главе метода построены решения конкретных задач, в пространственной постановке рассмотрены задачи о вертикальных смещениях системы из двух пластин на упругой подложке под воздействием сосредоточенной поверхностной нагрузки гармонического характера, а также статического точечного поверхностного источника. В данной главе также представлены результаты численного исследования описанных задач.

**Заключение** резюмирует основные результаты диссертационного исследования. В диссертационной работе разработан метод исследования ранее не изучавшейся трёхмерной смешанной задачи о взаимодействии разнотипных пластин на деформируемой подложке, контактирующих между собой по прямолинейному разлому, описан способ определения основных характеристик напряжённо-деформированного состояния таких структур для статического случая и установившегося вибрационного процесса. Для плоской задачи об установившихся колебаниях составного покрытия на упругом слое рассчитаны амплитуды перемещений поверхности.

По диссертации имеется ряд **замечаний**:

1. В первой главе п. 1.1 содержит некоторые известные сведения о факторизации функций и матриц-функций, которые, на наш взгляд, можно было бы сократить, ограничившись ссылками на источники.

2. Представляется неудачным изложение параграфа 1.5 первой главы, из которого приходится обращаться к главе 2 за расшифровкой использованных обозначений.

3. В тексте диссертации некоторые описания вводятся неоднократно (например, коэффициенты уравнений для смещений пластин), при этом по ходу изложения меняется порядок индексации.

4. Поскольку технические возможности в настоящее время позволяют использовать карты реальных структур Земли с учётом имеющихся разломов и других геологических объектов, интересно было бы не ограничиваться модельными расчётами, а провести исследование, осуществив привязку расчётных параметров к реальным характеристикам территории региона.

Приведённые замечания ни в коей мере не снижают научной и практической значимости работы.

Исследование проведено на высоком профессиональном уровне с использованием современного математического аппарата, является самостоятельным и завершённым.

.Тема и содержание диссертации **соответствуют паспорту специальности** 01.02.04 – механика деформируемого твёрдого тела (пп. 1,2,7). Положения работы обоснованы, результаты апробированы и достаточно полно представлены автором в открытой печати. По теме диссертации опубликовано 20 работ, в том числе 6 статей в изданиях, входящих в перечень, утверждённый ВАК РФ, ведущих рецензируемых изданий, зарегистрирована программа. Результаты докладывались на конференциях различного уровня. Полученные результаты соответствуют заявленным целям диссертационного исследования. Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации.

Результаты диссертационного исследования И.С. Телятникова являются значимыми для развития методов исследования задач для сред с покрытиями, в том числе составными и имеющими дефекты. Предложенные соискателем методы, будучи доведёнными до практического использования, позволят более надёжно идентифицировать местоположение и тип разломов и определять концентрацию напряжений в моделируемых литосферных структурах, оценивая тем самым потенциальную сейсмическую опасность.

Результаты, полученные в диссертационной работе, могут быть использованы в фундаментальных и прикладных исследованиях динамики сред и материалов с покрытиями, проводимых в Кубанском, Нижегородском университетах, Южном федеральном университете, НИЦ прогнозирования и предупреждения геоэкологических и техногенных катастроф КубГУ, Южном научном центре РАН, а также в других подразделениях РАН и Минобразования.

Диссертационная работа «Факторизационные методы оценки статической напряжённости литосферных структур на разломах» представляет собой научно-квалификационную работу и соответствует п.п. 9, 10 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации

от 24 сентября 2013 г. № 842, а автор исследования – Телятников Илья Сергеевич заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твёрдого тела.

Отзыв составлен доктором физ.-мат. наук, профессором, зав. лабораторией механики деформируемых тел и конструкций Чебаковым Михаилом Ивановичем (Место работы: Институт математики, механики и компьютерных наук им. Воровича И.И. Адрес: 344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 200/1, телефон: +7 (863)297-52-55, e-mail: chebakov@math.sfedu.ru)

Отзыв обсужден и одобрен на заседании семинара лаборатории механики деформируемых тел и конструкций Института математики, механики и компьютерных наук им. Воровича И.И. Южного федерального университета 2 февраля 2015 г., протокол № 2.

Директор Института математики, механики и компьютерных наук им. И.И.Воровича,  
доктор физ.-мат. наук

Карякин М.И.

Зав. лабораторией механики деформируемых тел и конструкций,  
доктор физ.-мат. наук, профессор

Чебаков М.И.

