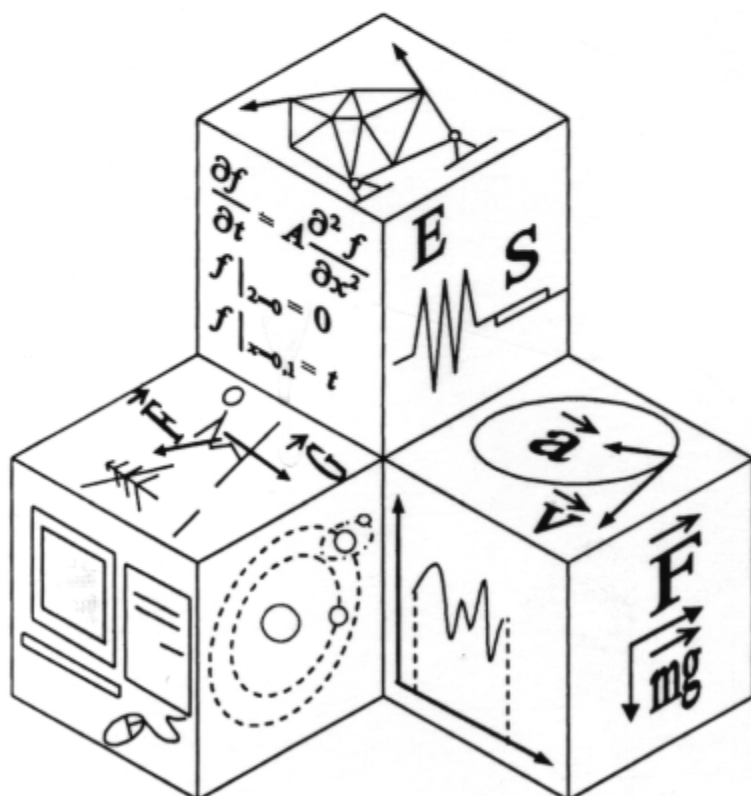




XIV Всероссийская школа-конференция  
молодых ученых и студентов

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУКАХ



Пермь 2005



*Издание осуществлено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект РФФИ № 05-01-10139)*

Представлены тезисы докладов 14-й Всероссийской школы-конференции молодых ученых “Математическое моделирование в естественных науках” (5-7 октября 2005 г.), организованной Пермским государственным техническим университетом. Конференция была посвящена актуальным проблемам математического моделирования в механике, физике, экологии, биомеханике, технике и технологии.

Конференцию подготовили и провели преподаватели и сотрудники кафедры математического моделирования систем и процессов Пермского государственного технического университета (ПермГТУ).

#### ***Оргкомитет конференции***

*Председатель оргкомитета:* П.В. Трусов (ПермГТУ)

*Члены оргкомитета:* М.Б. Гитман, Ю.В. Соколкин, В.Ю. Столбов, А.А. Ташкинов (ПермГТУ), В.П. Матвеев, О.Б. Наймарк, П.Г. Фрик (Институт механики сплошных сред УрО РАН), Р.А. Васин (НИИМех МГУ), Б.Е. Победря (МГУ).

*Ответственный секретарь:* И.Ю. Зубко (ПермГТУ).

Оргкомитет конференции считает своим долгом поблагодарить руководителей и коллективы следующих организаций, оказавших финансовую поддержку конференции:

Министерство образования и науки РФ (Федеральная целевая программа «Развитие научного потенциала высшей школы»),

Российский фонд фундаментальных исследований,

Департамент промышленности и науки Пермской области,

Пермский государственный технический университет,

Институт механики сплошных сред УрО РАН.

Рецензенты: д-р физ.-мат. наук, проф. А.А. Роговой (ИМСС УрО РАН);  
кафедра механики композиционных материалов и конструкций  
Пермского государственного технического университета.

Моделирование процессов осуществлялось с помощью метода конечных элементов и итерационного метода решения физически нелинейных краевых задач – метода переменных параметров упругости.

В ходе вычислений осуществляется построение картин распределения значений компонент тензора напряжений, деформаций и их вторых инвариантов, зон пластичности и деформационного разупрочнения. Анализируются вопросы приспособления элементов конструкций, устойчивости процессов закритического деформирования и формирования условий потери несущей способности.

Работа выполнена при финансовой поддержке по гранту РФФИ–Урал № 04-01-96067.

## **О распространении упругих поверхностных волн в среде Коссера**

М.А. Кулеш, И.Н. Шардаков

*(Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь)*

Предметом рассмотрения в данной работе является задача распространения упругой поверхностной волны в полупространстве в рамках модели среды Коссера, где деформация описывается не только вектором перемещения, но и кинематически независимым вектором поворота. Особенность деформационного поведения упругих тел в рамках этой модели заключается в том, что в упругом теле, начиная с некоторого характерного масштаба и (или) при высоких уровнях градиентов напряжений или деформаций, возможна реализация напряженно-деформированного состояния, которое будет в значительной степени отличаться от предсказываемого классической (симметричной) теорией упругости.

Вместе с тем приложения этих моделей практически отсутствуют, так как нет достоверных данных о материальных константах несимметричной теории упругости и фактически нет экспериментов, в которых зафиксированы эффекты моментного поведения при деформировании упругих тел.

Основные закономерности распространения линейных упругих волн в средах с микроструктурой были вскрыты в конце 50-х – 60-х годов прошлого века. Тогда было получено большое количество интересных теоретических результатов, одним из которых является факт дисперсии упругих поверхностных волн Рэлея. Классическая же теория упругости объяснения этому эффекту не дает.

Основной результат, полученный в данной работе, состоит в следующем. В полупространстве, динамическое поведение которого описывается моделью среды Коссера, помимо поверхностной эллиптической волны Рэлея может существовать также поверхностная волна, имеющая одну поперечную компоненту перемещений. Геометрически эта волна подобна волне Лява, однако в классической теории упругости существование волны Лява как поверхностной волны определяется наличием слоя на полупространстве, при стремлении толщины слоя к нулю волна Лява переходит в объемную. Таким образом, в среде Коссера обнаруживается качественно новая волновая мода, аналогов которой в классической теории упругости нет. Кроме этого, существует частота, зависящая только от материальных параметров, для которой скорости распространения в

полупространстве волны Рэлея и поперечной поверхностной волны совпадают. Эти обстоятельства позволяют надеяться на эффективное применение полученных результатов в возможных экспериментальных исследованиях, направленных на обнаружение "моментного" поведения материала и далее на идентификацию материальных параметров.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант №03-01-00561).

## **Трансформация краевых волн при медленном вдольбереговом изменении шельфа**

А.А. Куркин, О.Е. Полухина, В.А. Дубинина, И.Ф. Николкина  
(Нижегородский государственный технический университет)

Краевые волны, многократно зарегистрированные в волновом поле на шельфе, играют значительную роль в динамике прибрежной зоны и часто рассматриваются как определяющий фактор эволюции береговой линии при формировании ритмических форм рельефа, таких, например, как серповидные бары и фестоны. Результаты лабораторных экспериментов и грубые оценки характерных масштабов согласуются с наблюдаемыми особенностями морфологии берегов, однако до сих пор не исследована энергетика этих процессов, нет количественных моделей, описывающих эволюцию берега дна под действием краевых волн.

Мелкомасштабные краевые волны обычно генерируются набегающими ветровыми волнами вследствие сильной нелинейности поля ветровых волн. Крупномасштабные краевые волны являются основным компонентом возмущений водной поверхности, генерируемых циклонами, движущимися вдоль побережья. Существованием этих волн объясняется неравномерный характер распределения высот волн цунами вдоль береговой линии.

Недавно были получены некоторые точные решения полных нелинейных уравнений гидродинамики, описывающие волны во вращающемся океане над шельфом с постоянным уклоном. Математически это достаточно сложная задача, поскольку краевая задача оказывается двумерной. Только в приближении мелкой воды краевая задача содержит одну переменную, при этом переменная глубина играет роль потенциала в уравнении Штурма – Лиувилля. Нелинейная теория длинных краевых волн также имела свое развитие: было выведено уравнение Кортевега де Вриза, вычислены нелинейные поправки к фазовой скорости, выведено нелинейное уравнение Шредингера для огибающей, проанализированы нелинейные взаимодействия в триадах краевых волн, исследована нелинейная динамика краевых волн над линейно наклонным дном.

В большинстве теоретических исследований рассматривается бассейн с цилиндрической геометрией, когда глубина океана зависит лишь от поперечной к берегу координаты. В настоящей работе рассмотрена ситуация, когда глубина бассейна – функция двух горизонтальных координат с сильной зависимостью от поперечной к берегу координаты  $x$  и слабой зависимостью от вдольбереговой координаты  $y$ .