



## Оценивание свойств "мягких дефектов" по нелинейности связи напряжение-деформация: от применений в сейсмике до эласто-биопсии в медицине

В. Ю. Зайцев

*Институт прикладной физики РАН*

Исследование микроструктурных особенностей среды по наблюдениям их косвенных макроскопических проявлений является общим подходом для широкого круга различных приложений. Например, в сейсмо-геофизике одной из таких часто исследуемых особенностей горных пород является наличие трещин, которые могут играть существенную роль для процессов фильтрации. При этом вклад трещиноватости в общую пористость обычно мал, в связи с чем ее непосредственное измерение затруднительно. В то же время наличие даже небольшой объемной концентрации трещин может значительно влиять на упругие модули среды. При этом тонкие трещины являются очень "мягкими", так что давление на среду может значительно менять их концентрацию, постепенно закрывая их и "выключая" их вклад в снижение упругих модулей. Иначе говоря, для трещиноватых сред характерна выраженная нелинейность связи напряжение-деформация. Наблюдение изменений упругих свойств в зависимости от прилагаемого давления и сопоставление с предсказаниями моделей (часто называемое "инверсией") является традиционным методом исследования свойств трещиноватости горных пород, по крайней мере, в течение последних 50-60 лет. При этом ряд используемых представлений является общепринятыми, практически классическими. В докладе показывается, что ряд таких, казалось бы, общепринятых представлений на самом деле демонстрирует внутреннюю противоречивость и, как минимум, требует значительных корректив. Будут продемонстрированы соответствующие примеры и пояснены некоторые альтернативные формы процедуры инверсии.

В существенно другой области – биомеханике – также десятки лет развиваются модели нелинейно-упругих свойств биотканей, но, как правило, без привязки к структурным особенностям, феноменологическим введением нелинейных поправок в уравнение состояния ткани. В связи с бурным развитием за последние годы различных методов эластографии (в т.ч. на основе оптической когерентной томографии) произошел переход от лабораторных измерений свойств биотканей на установках, подобным используемым в материаловедении, к эластографическим измерениям, выполнимым даже *in vivo*. Для интерпретации результатов эластографического обследования оказался весьма эффективным перенос используемых в геофизике подходов в биомеханику. В докладе будут приведены примеры новых диагностических возможностей в биомедицине, открываемые такими новыми технологиями в комбинации с нетрадиционными для биомеханики модельными представлениями.