

## Уравнение движения нелинейно-случайной неоднородной среды.

Гончарук Вячеслав Анатольевич

Аспирант

Московский Государственный Университет им М.В.Ломоносова, механико-математический факультет, Москва, Россия.

E-mail: [vy-goncharuk@yandex.ru](mailto:vy-goncharuk@yandex.ru)

### Введение.

В работе выведены нелинейные уравнения для случайно-неоднородной упругой среды. Полученные результаты представляются полезными при прогнозировании землетрясений и анализа нефтяных резервуаров.

### Методы.

Для описания движения среды использовалось уравнение движения

$$\rho \frac{\partial^2 \tilde{u}_i}{\partial t^2} = \frac{\partial \tilde{\sigma}_{ik}}{\partial x_k} + f_i, \text{ где}$$

$\tilde{u}_i$  - компоненты вектора перемещений

$\tilde{\sigma}_{ik}$  - компоненты тензора напряжений

$f_i$  - возмущение

Обозначения в виде “~” над переменными означают случайность соответствующих величин. Случайность обусловлена тем, что рассматриваемая среда содержит поры, трещины или же включения других фаз.

Подставляя выражение напряжения через перемещения с точностью до второго порядка в приведенное выше уравнение, мы получаем нелинейное уравнение для вектора перемещений.

Рассматриваемая деформация представляется в виде

$$\tilde{u}(x, t) = u^0(x) + u^1(x, t) + \tilde{u}^1(x, t),$$

т.е. разбивается на статическую и динамическую случайную составляющую, в которой в свою очередь выделяется среднее и колебание с нулевым математическим ожиданием. Далее ставится и решается задача для среднего динамической составляющей -  $u^1(x, t)$ .

При этом для усреднения уравнений используется диаграммная техника Фейнмана. В итоге получен закон, описывающий распространение гармонических продольных и поперечных акустических волн с учетом нелинейности первоначальной деформации (и приложенного напряжения) в среде.

### Результаты.

Как результат мы можем получить закон дисперсии упругой волны, то есть связь частоты и волнового вектора, содержащие скорости продольного и поперечного звуков. Существенно, что эти скорости будут зависеть от приложенного статического тензора деформаций  $u_{ij}^0(x)$ . Таким образом, меняя этот тензор, можно влиять на распространение сигнала в нелинейной среде. Это позволяет поставить и решить обратную задачу по определению параметров среды через измеренные на опыте скорости поперечной и продольной акустических волн.

Например, при приложении одноосного напряжения возникает индуцированная анизотропия среды, которую мы можем зафиксировать по расщеплению поперечных волн. В этом случае по измерениям продольной и поперечных волн мы можем определить исходную анизотропию среды.

### Литература

1. Курьянов Ю.А., Кухаренко Ю.А., Рок В.Е. (2002) Теоретические модели в сейсмоакустике поротрещиноватых упругих сред. М.: Государственный научный центр Российской Федерации - ВНИИгеосистем