

Гальперинские чтения - 2015

28 октября 2015

С.Ц. Акопян

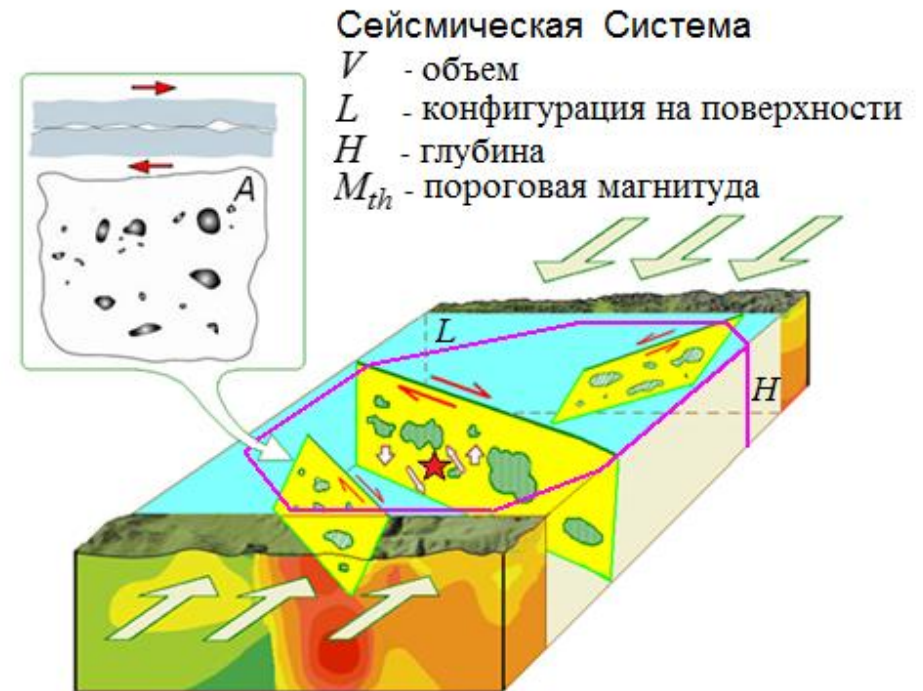
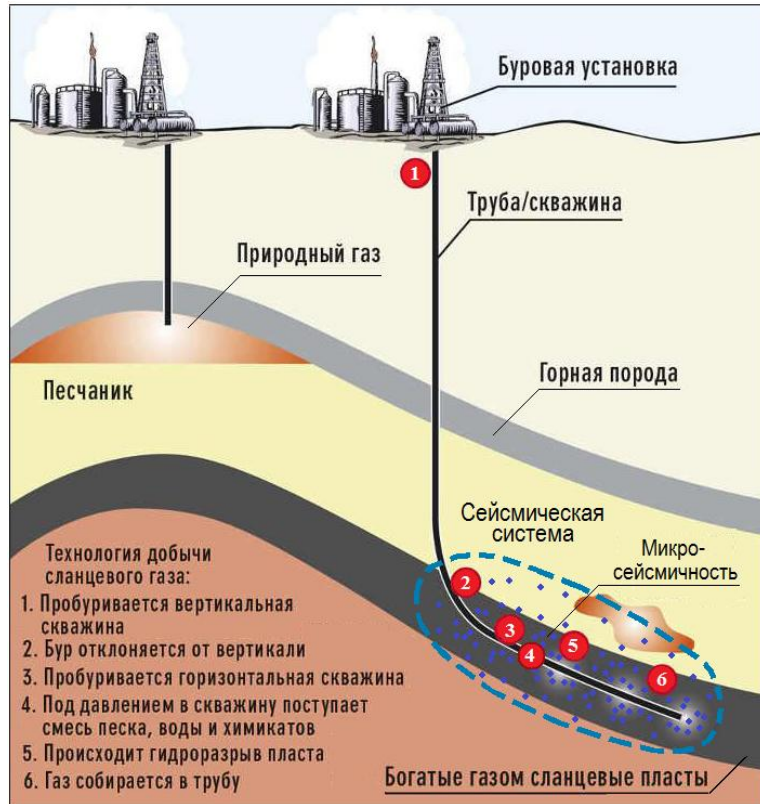
**ЭНТРОПИЙНАЯ СЕЙСМОЛОГИЯ  
И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СЛАНЦЕВОГО ГАЗА**



Учреждение Российской Академии Наук  
Институт Физики Земли им. О.Ю. Шмидта

Москва

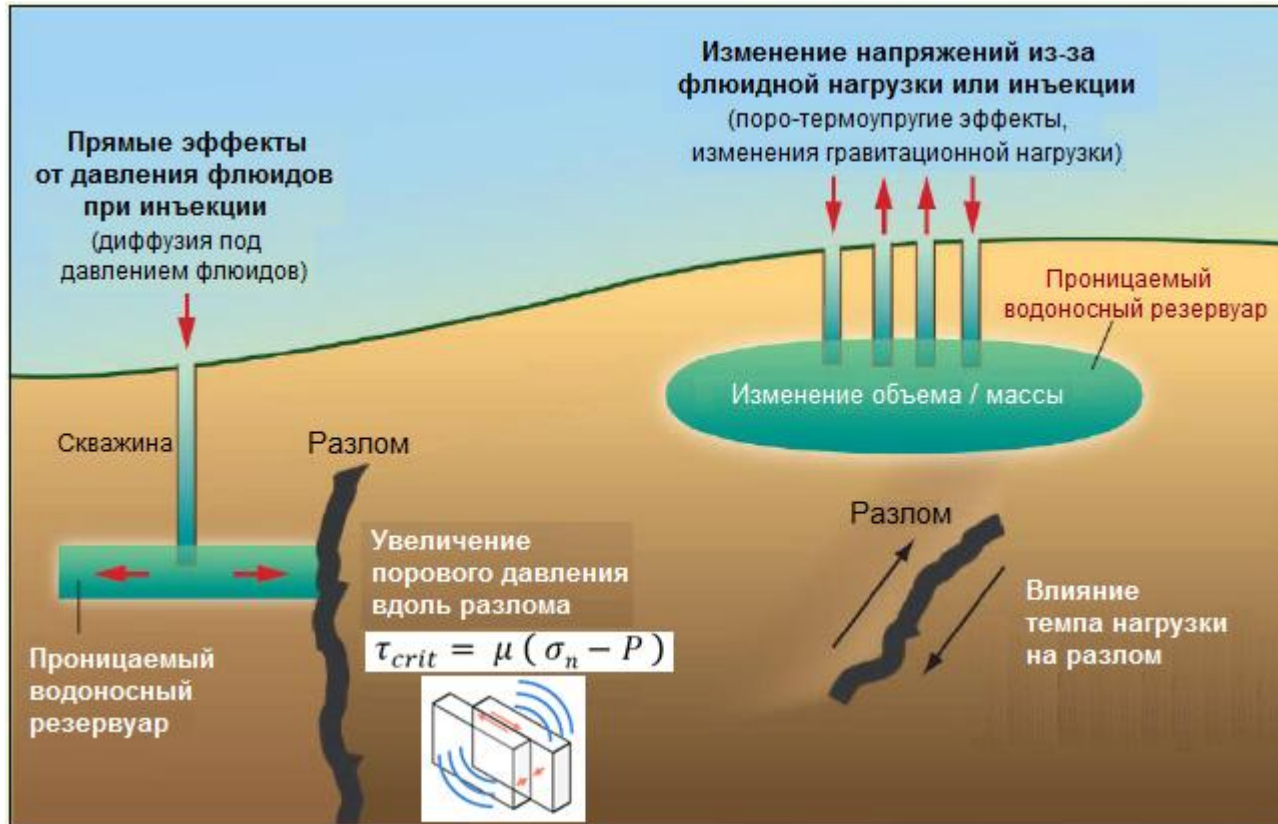
# Сланцевый газ, экологические проблемы



Технология добычи природного и сланцевого газа. Сейсмическая система.  
Пунктиром показана область микроземлетрясений, контролируемая в рамках СС.

# Наведенная сейсмичность

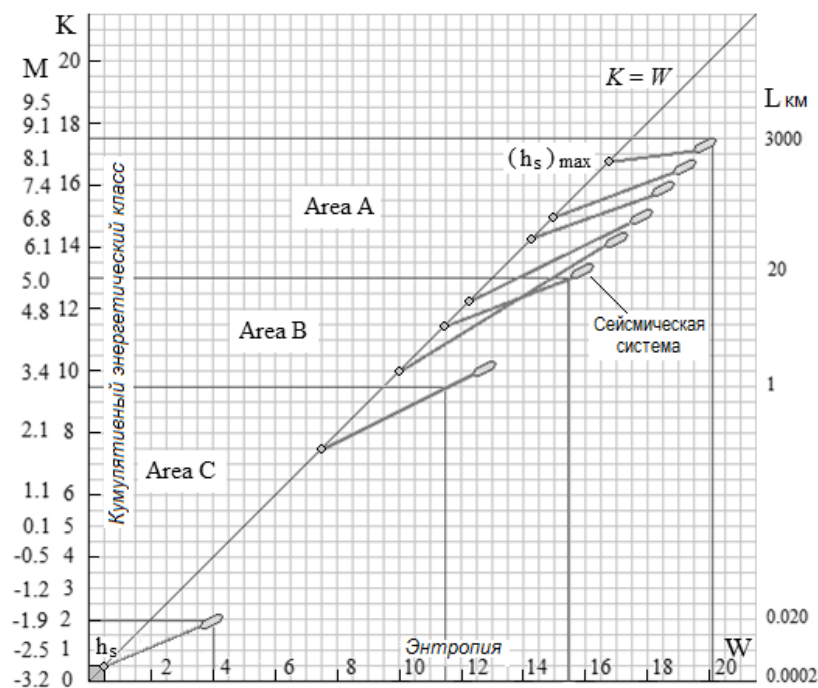
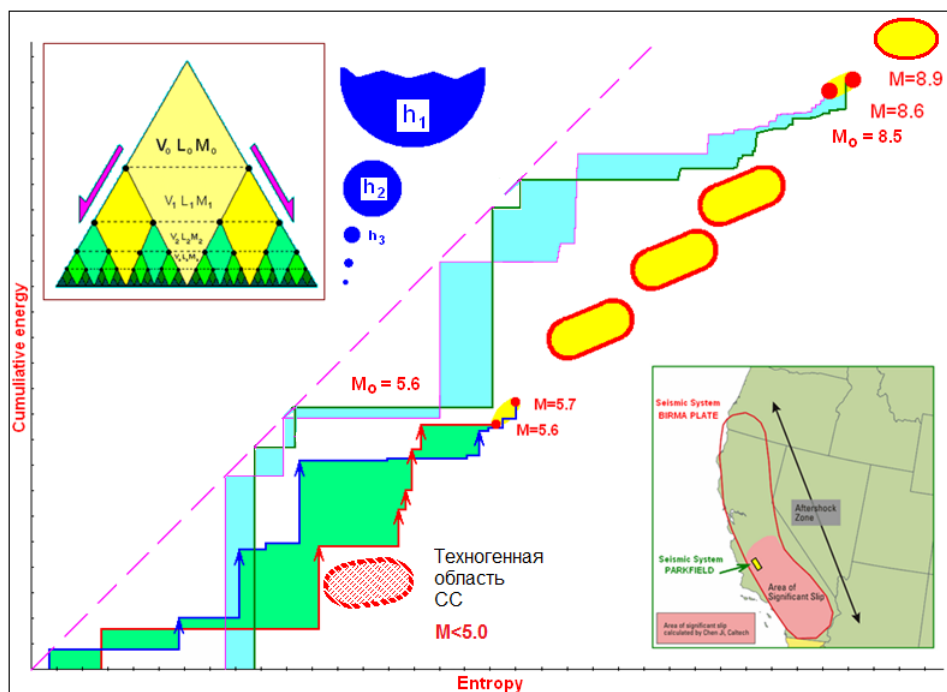
Человеческая деятельность может спровоцировать техногенные землетрясения двумя способами



Прямые эффекты давления флюидов

Изменение напряжений из-за флюидной нагрузки или инъекции

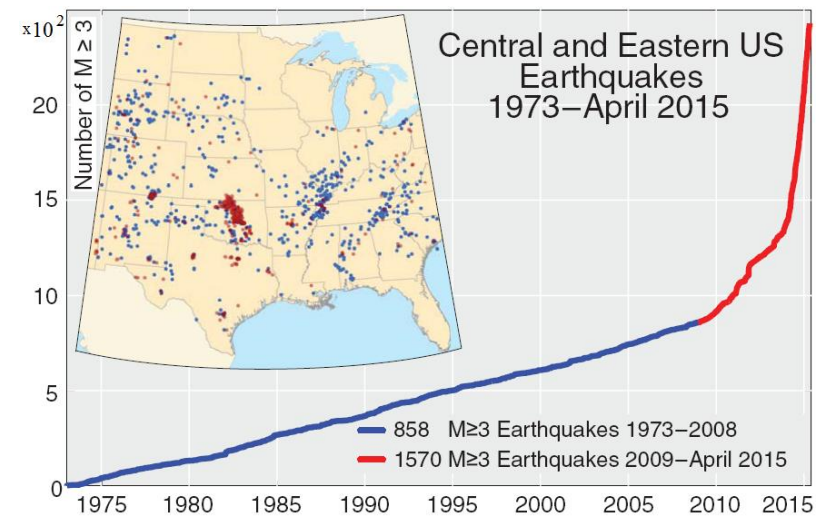
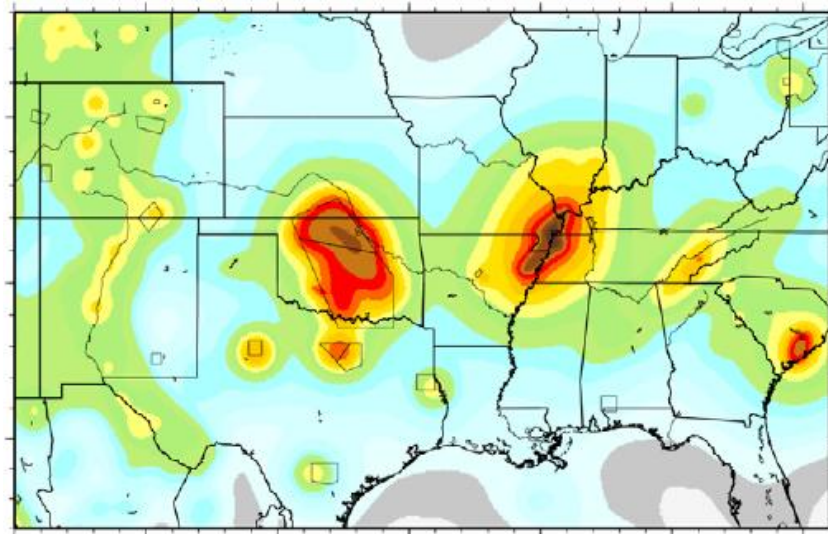
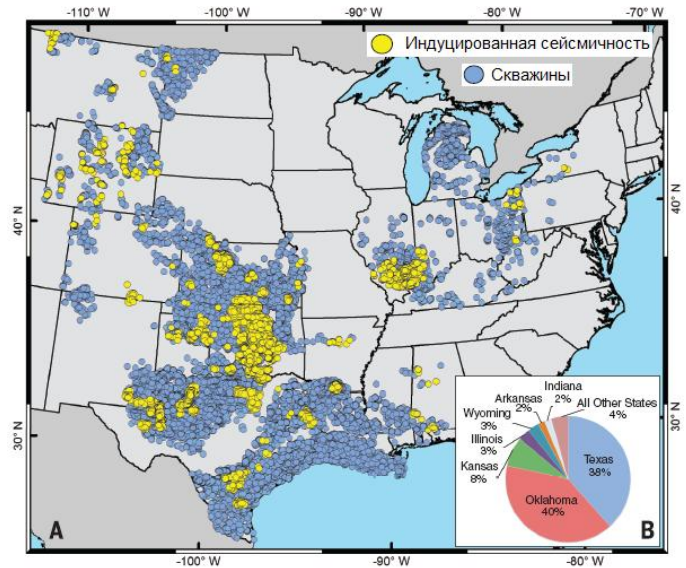
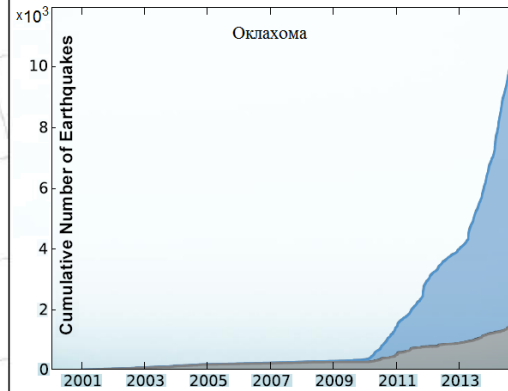
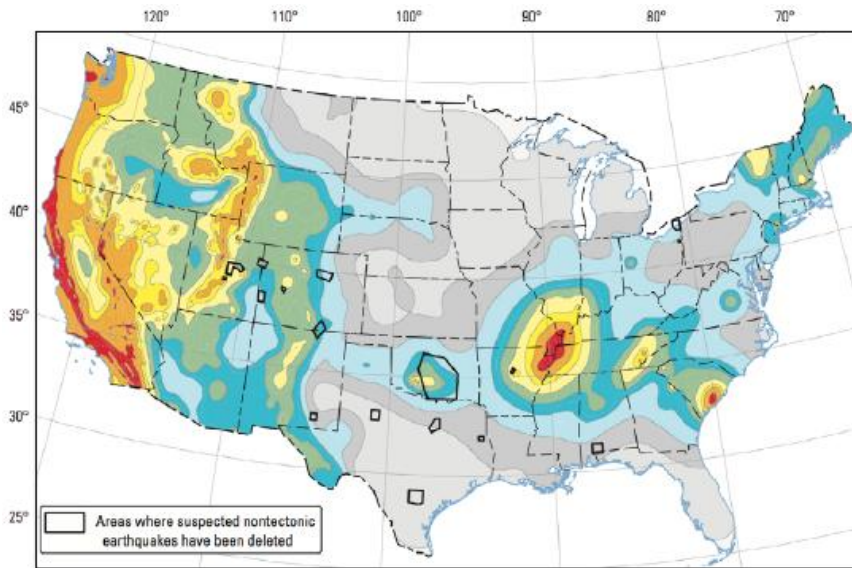
# Иерархический подход при разработке нефтегазовых месторождений



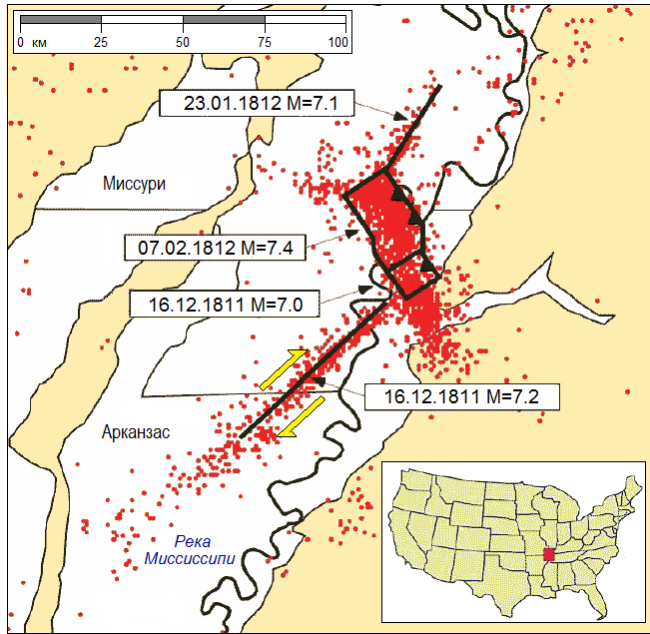
- Метод сейсмической энтропии позволяет выявить иерархию сейсмоактивных объемов геологической среды, ответственных за сильные землетрясения, за образование разрывов в среде разного энергетического уровня.
- Модификации метода можно применить, для контроля микроземлетрясений (естественного и техногенного) происхождения, для разработки системы контроля возникновения техногенных деформаций, разрывов, смещений, связанных с индустриальными объектами и нефтегазовыми разработками.
- Метод может быть использован для решения технологических задач контроля динамики развития гидроразрыва пласта на месторождениях углеводородов.



# Наведенная сейсмичность в Центральной части США из-за разработок сланцевого газа

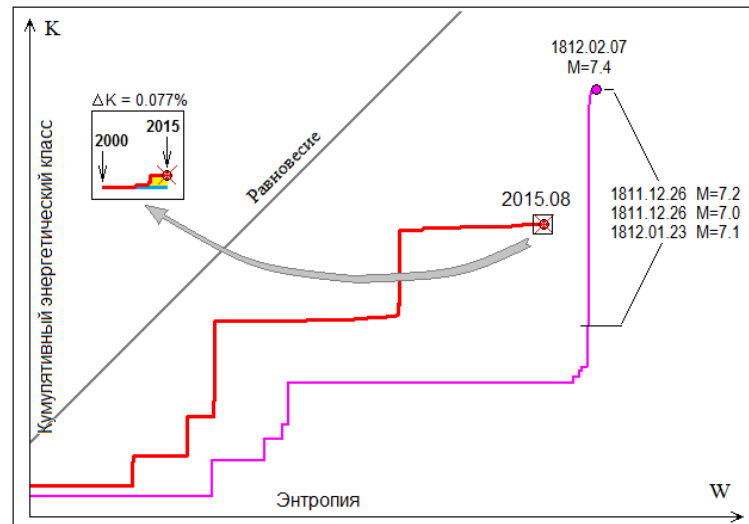
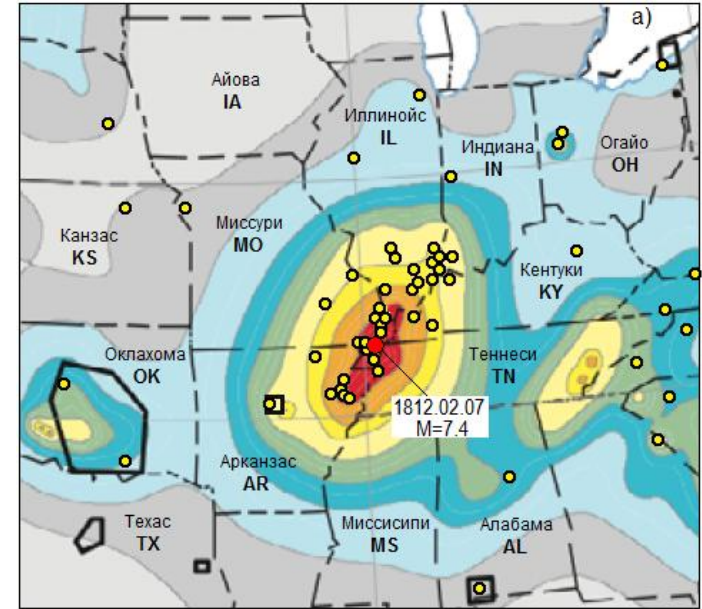


## Влияние разработок сланцевого газа на подготовку катастрофического землетрясения в разломной зоне Нью-Мадрид (штаты Миссури, Иллинойс, Арканзас)



Скачок кумулятивной энергии из-за наведенной сейсмичности за **2000-2015** гг. ничтожный, составляет **0.077%**.

При сохранении темпа роста энтропии, без наведенной сейсмичности, энтропия достигнет критического значения к **2060** году, а с учетом наведенной сейсмичности **этот срок сократится на полгода**



## Выводы

- Влияние наведенной сейсмичности с магнитудами  $M = 4.5-5.3$  на подготовку разрушительных землетрясений с  $M > 7.0$  ничтожно, однако, возникновение самой наведенной сейсмичности в локальных участках разработок сланцевого газа может нанести большой хозяйственно-экономический ущерб.
- Наведенную сейсмичность с  $M = 4.5-5.3$  можно контролировать и технологически предотвратить в малых СС, на основе регистрации микросейсмичности с  $M < 3.0$ .
- Модификации метода можно применить, для контроля микроземлетрясений (естественного и техногенного) происхождения, для разработки *локальных систем* контроля возникновения техногенных деформаций, разрывов, смещений, связанных с промышленными объектами и нефтегазовыми разработками.
- Метод может быть использован для решения технологических задач контроля динамики развития *гидроразрыва пласта* на месторождениях углеводородов.

Техногенные эффекты, возникающие в результате вмешательства человека в жизнь земных недр при разработке нефти и газа незначительны по сравнению с теми массами пород, которые движутся на границах разломов. Тем не менее, они, накапливаясь, могут нарушить тонкий «баланс сил», существующий на линии столкновения пластов, и спровоцировать высвобождение накопившегося напряжения в виде землетрясений. Эти добавочные эффекты можно контролировать методами энтропийной сейсмологии, снижая экологический риск и повышая эффективность разработки.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !