

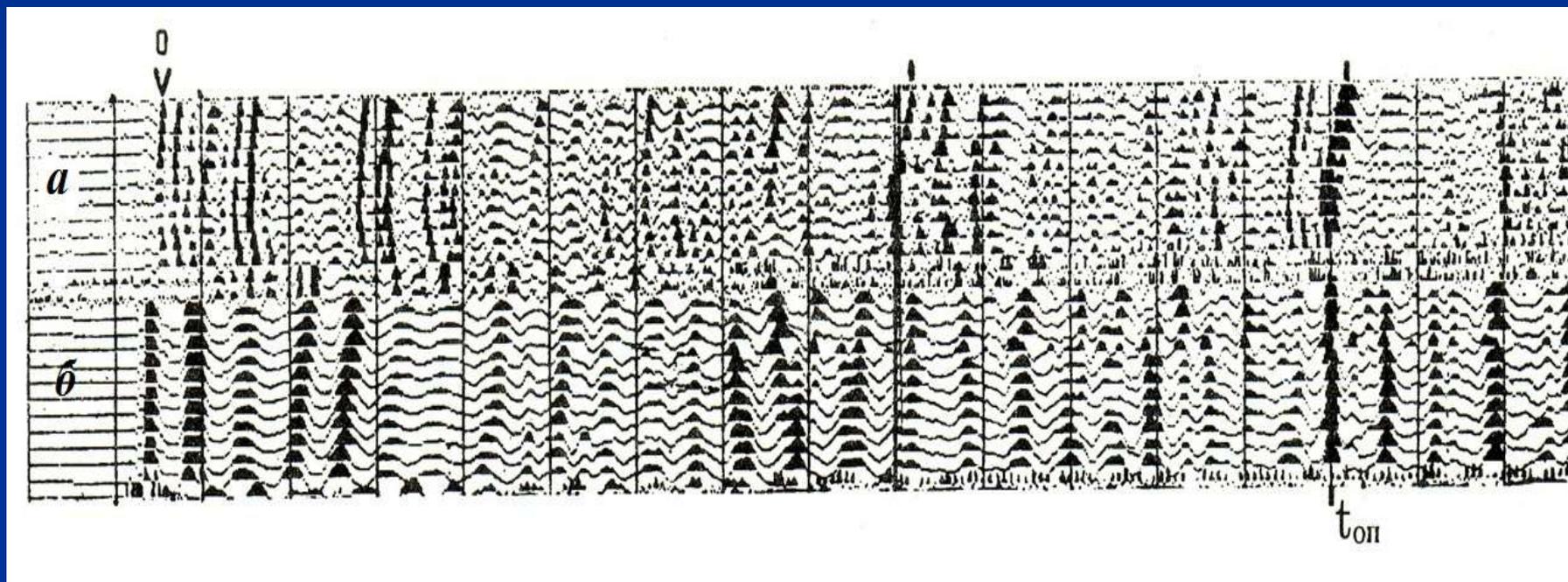
# ВОЛНЫ РАЗГРУЗКИ В СЕЙСМОРАЗВЕДКЕ

*Шехтман Г.А.*

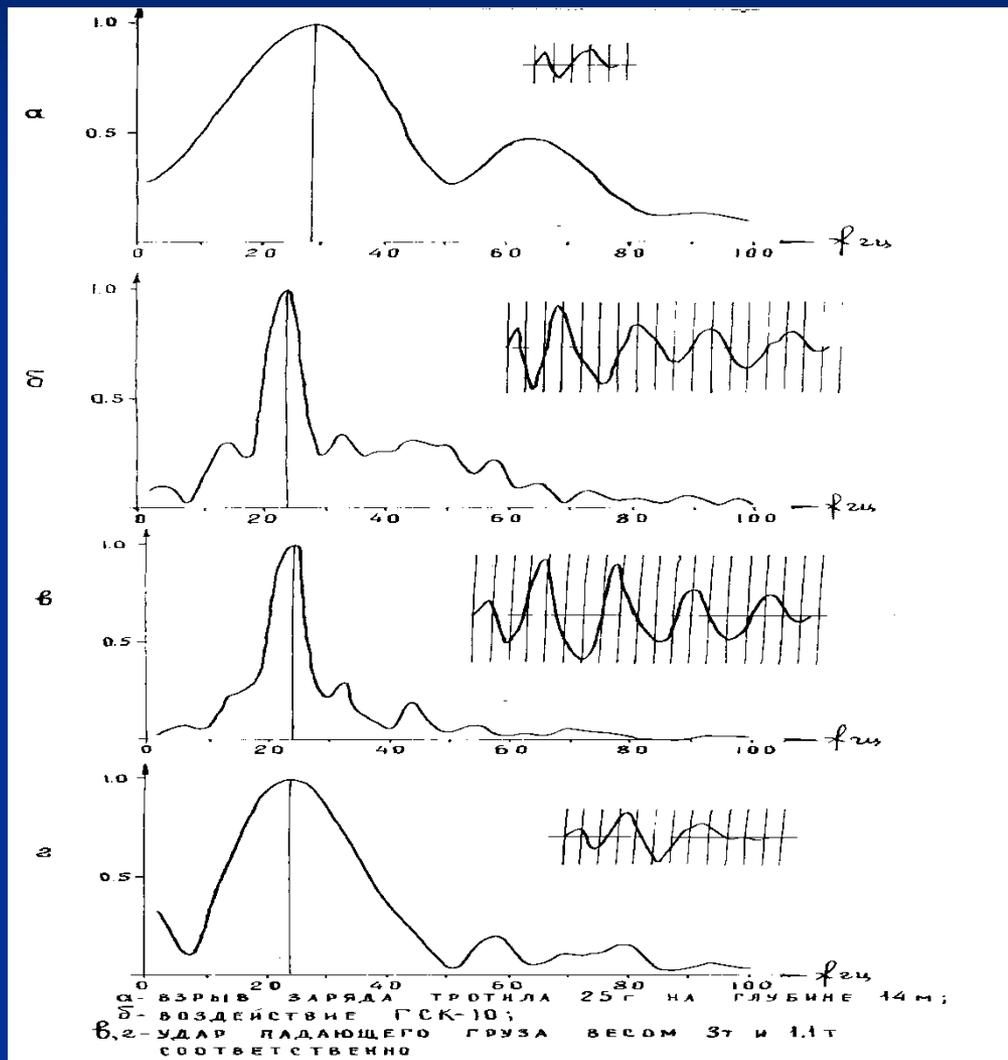
*АО «ВНИИГЕОФИЗИКА»*

Переход от формирования волн нагрузки к формированию волн разгрузки открывает новые возможности для повышения разрешающей способности сейсморазведки путем расширения спектра возбуждаемых колебаний. Идея формирования волн разгрузки состоит в том, что среда, предварительно сжатая, мгновенно освобождается от такого сжатия путем снятия нагрузки.

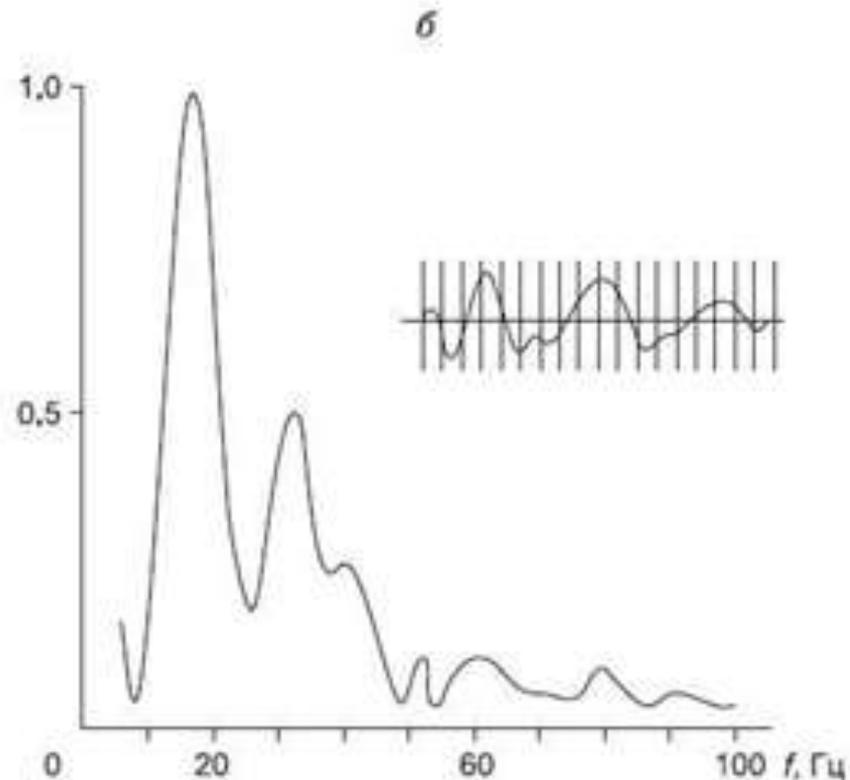
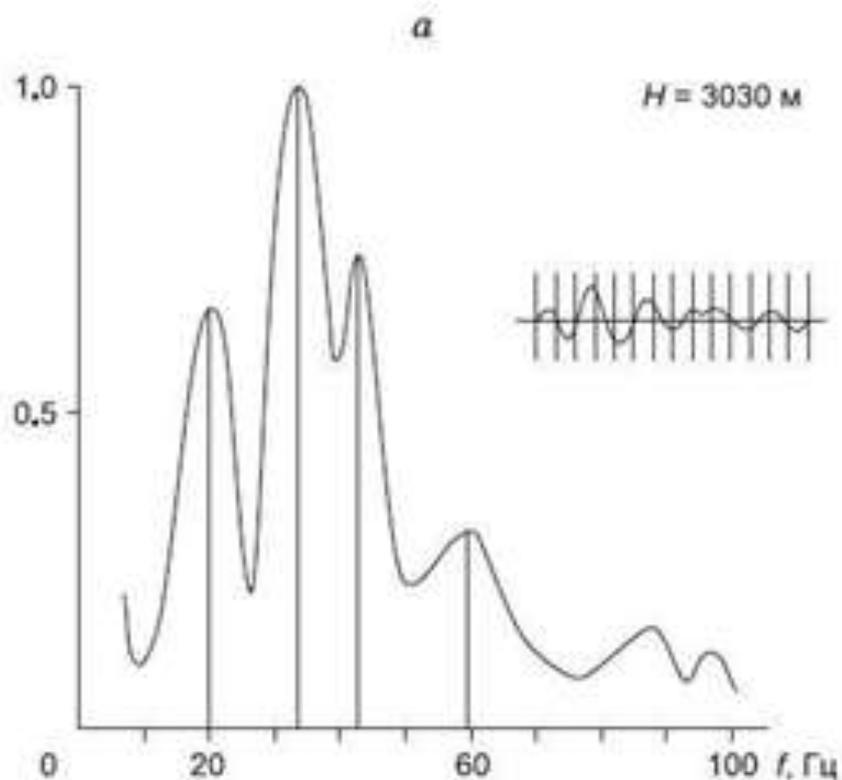
Сравнение сейсмограмм от источника «Джин» (а) и взрыва в скважине (б) на глубине 12 м заряда ВВ массой 0.4 кг (Машинский, 1994)



# СОПОСТАВЛЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ КОЛЕБАНИЙ

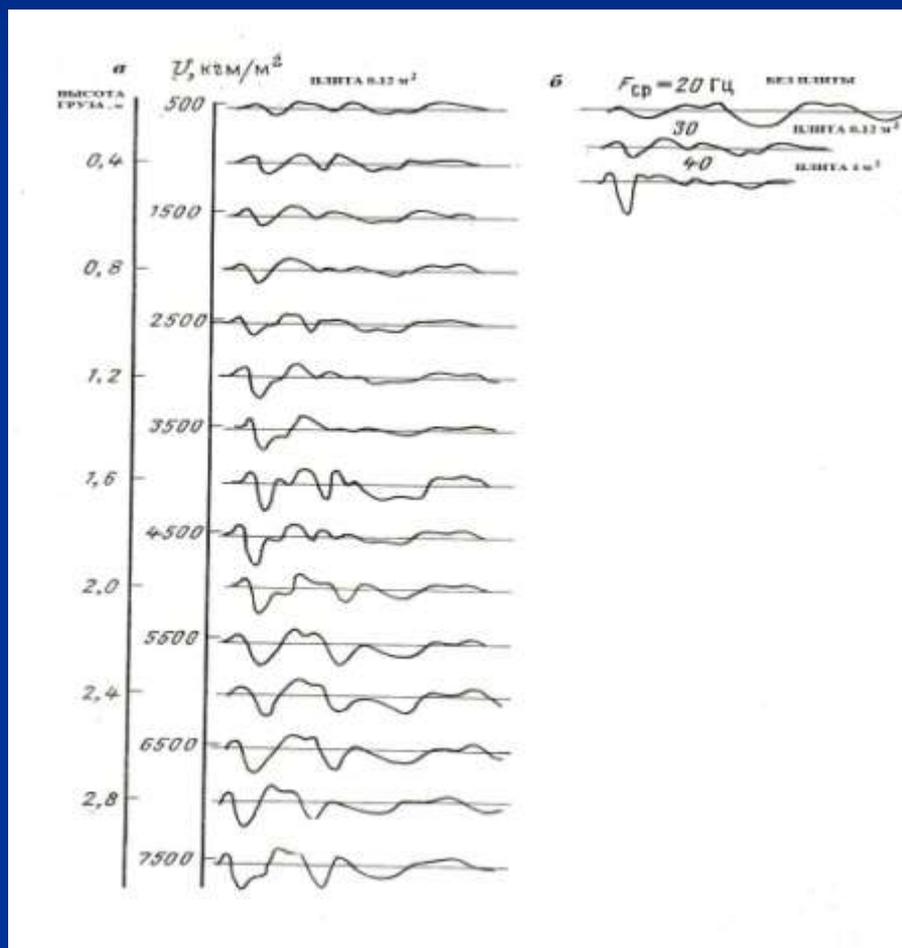


Форма и спектры импульсов, возбуждаемых при взрывах в мелких скважинах. Вынос ПВ 200 м, глубина приема 3030 м, взрывы зарядов тротила весом 0.4 кг на глубине 16 м (Белоруссия); а – при взрывах из вновь пробуренной скважины, б – после многократных взрывов в одной и той же скважине.



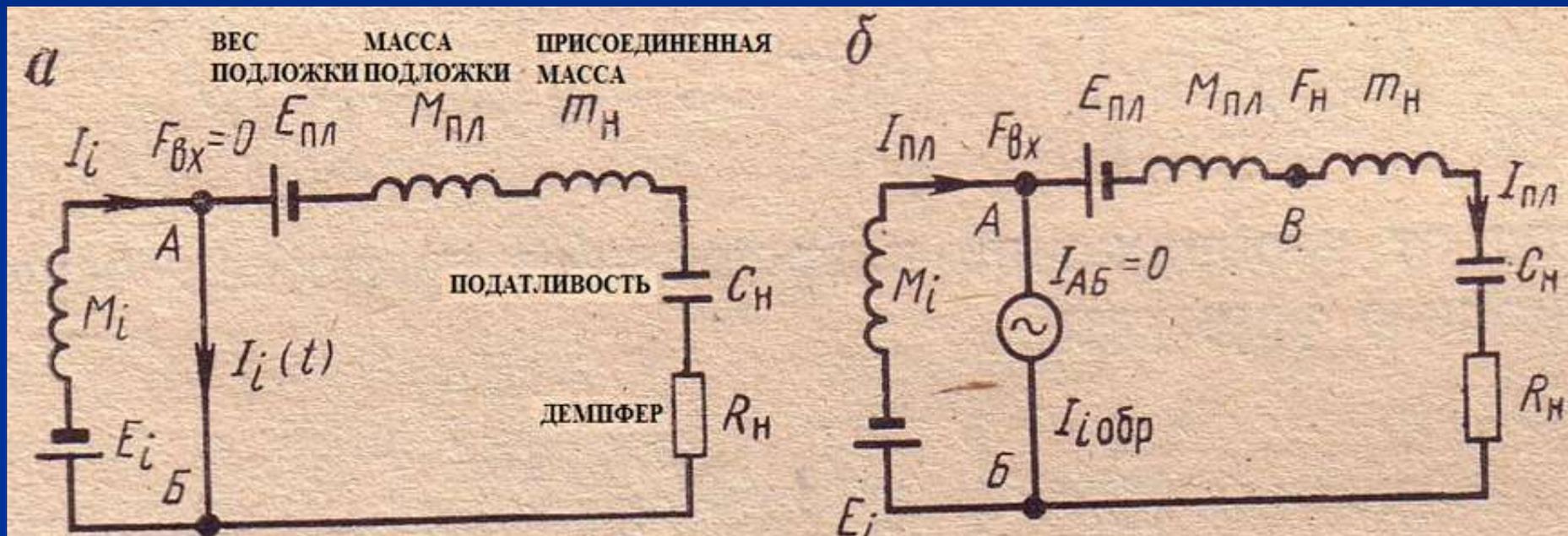
# Сейсмические импульсы, полученные с помощью установки «Падающий груз»:

*а* – для разной высоты груза; *б* – с плитой и без нее  
(Молоканов, 1979)



# Электрический аналог схемы работы источника типа падающего груза.

*a* – схема системы в интервале времени от момента отрыва груза до момента соприкосновения с подложкой; *б* – схема системы от момента соприкосновения массы с подложкой до отскока массы от подложки (Чичинин, 1984)



# Резонансная частота собственных колебаний присоединенного объема грунта (Шнеерсон, Майоров, 1988)

$$\omega_P = \frac{1}{\sqrt{M_{np} C}},$$

где  $M_{np} = (1 - (V_S/V_P)^2) \rho r_0^3$ ,  $r_0$  – радиус подложки (плиты)

Параметр	Тип грунта			
	Лед	Мел	Песок	Грязь, мягкая глина
$C$ , м/Н	$2.3 \cdot 10^{-10}$	$0.79 \cdot 10^{-10}$	$1.3 \cdot 10^{-9}$	$1.2 \cdot 10^{-8}$
$M_{np}$ , кг	520	770	1240	1500
Резонансная частота, Гц	460	640	130	38

## Новые возможности источника типа падающего груза (Шехтман, Баюк, 2015)

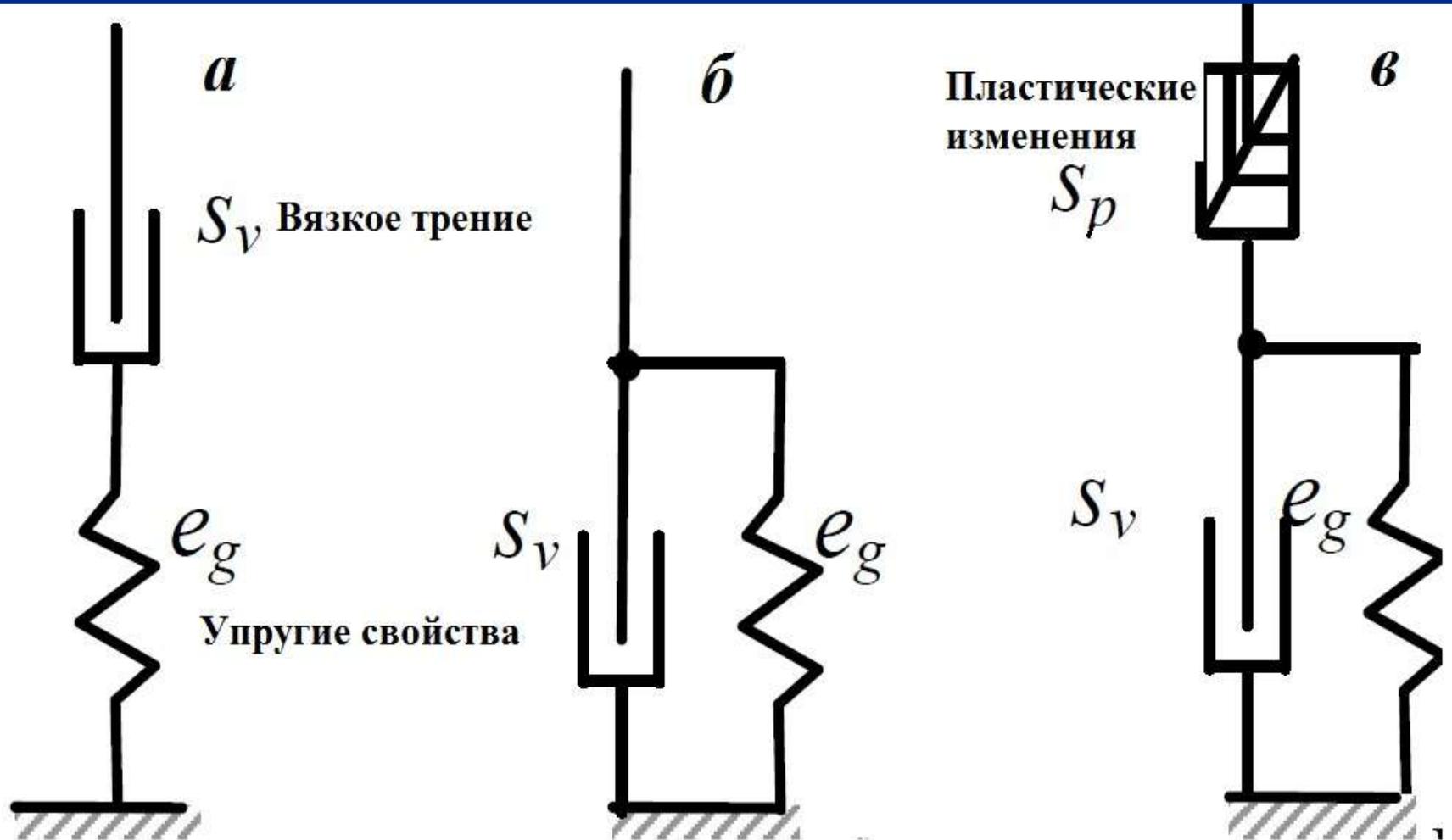
Предварительно сжать среду с целью накопления в ней потенциальной энергии можно посредством источника типа падающего груза. Перед отрывом груза мачта, на которой он подвешен, оказывает давление на подложку, которая передает это давление на грунт. Отрыв груза приводит к высвобождению потенциальной энергии предварительно сжатого грунта. Грунт при отрыве груза ведет себя подобно предварительно сжатой пружине, восстановление которой, после снятия с нее механической нагрузки, происходит мгновенно.

# Отличия источника с отрывом груза от классического ударного источника:

- Вопрос о сокращении продолжительности воздействия на среду, крайне важный для повышения относительной интенсивности высокочастотных компонент в спектре возбуждаемого сигнала, решен радикально — путем мгновенного снятия нагрузки со среды, предварительно нагруженной поднятым над землей грузом.
- Отсутствие необходимости в непосредственном ударном воздействии на среду решает ряд проблем, возникающих из-за механического воздействия тяжелого груза при его ударе о свободную поверхность. При многократных воздействиях типа разгрузки поверхность земли практически не повреждается, в результате чего улучшаются условия для синхронного накапливания записей и не возникает препятствий экологического порядка, например, при работах в городских условиях.
- Высота подъема груза над землей определяется, главным образом, заданным временем его падения до соударения с подложкой: это время должно превышать время регистрации полезных волн, возбуждаемых путем разгрузки напряжения грунта в момент отрыва груза.

# Статические модели грунта:

*а* – модель Максвелла; *б* – модель Кельвина-Фойгта;  
*в* – модель Шведова (Певчев, 2011)



## Пределы Фойгта-Реусса

$$K_R \leq K^* \leq K_V \quad K_V = \langle K \rangle, \mu_V = \langle \mu \rangle$$

$$\mu_R \leq \mu^* \leq \mu_V \quad K_R = \left\langle \frac{1}{K} \right\rangle^{-1}, \mu_R = \left\langle \frac{1}{\mu} \right\rangle^{-1}.$$

## Пределы Хашина-Штрикмана

$$K_{HS} = \frac{f_2}{(K_2 - K_1)^{-1} + f_1(K_1 + \frac{4}{3}\mu_1)^{-1}}$$

$$\mu_{HS} = \mu_1 + \frac{f_2}{(\mu_2 - \mu_1)^{-1} + 2f_1(K_1 + 2\mu_1) / [5\mu_1(K_1 + \frac{4}{3}\mu_1)]}$$

**Пределы не зависят от формы включений**

«Физические свойства =  $F$ (параметры внутреннего строения)»

Изотропные породы – наиболее популярные методы

## Учет формы включений-эллипсоидов

Метод Кастера-Токсоза

Энергетические  
методы Эшелби

Включения изолированы

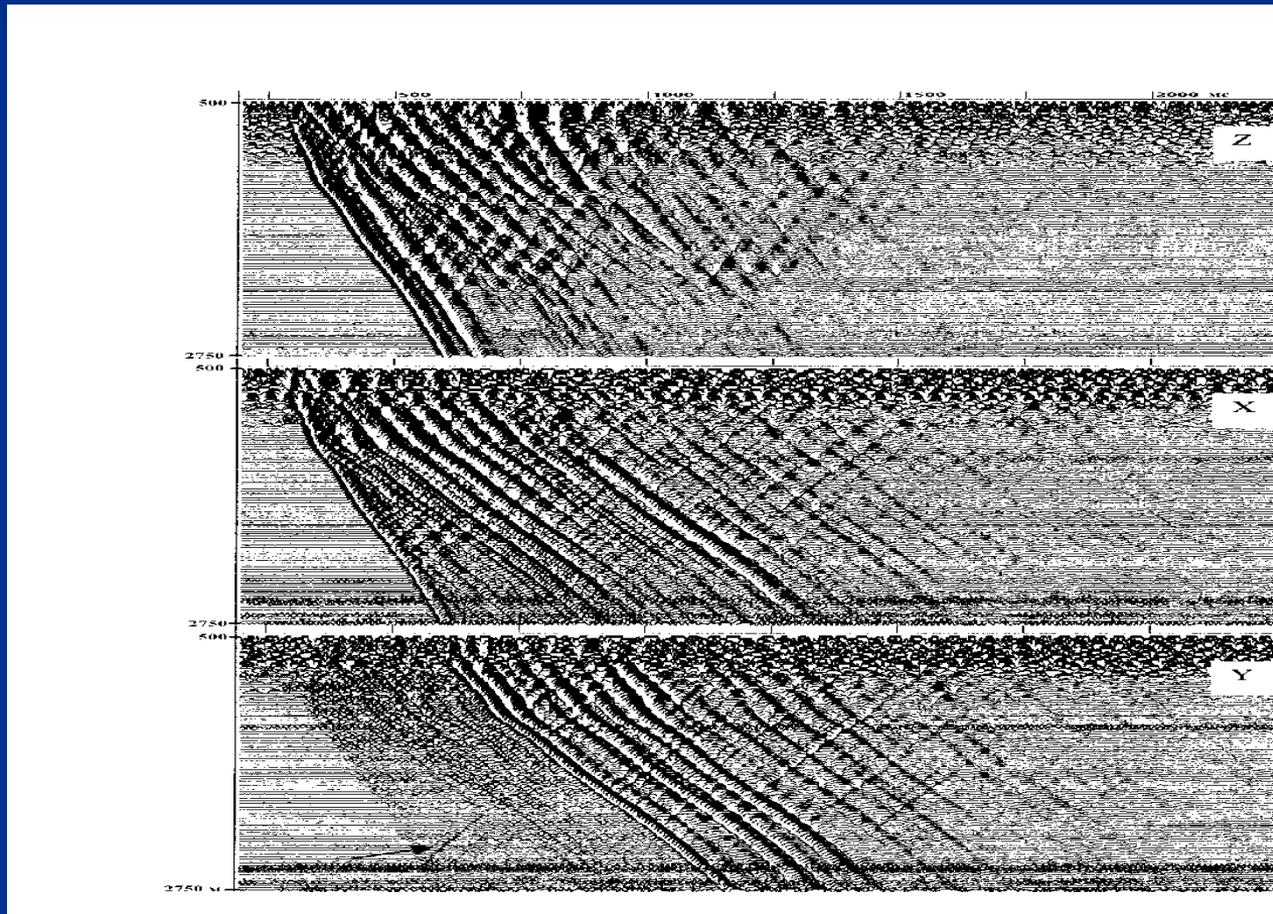
Флюидозамещение Гассмана

Дифференциальные  
схемы (Нишизавы,  
DEM)

Метод  
самосогласования

Связность включений  
учитывается неявно и не  
контролируется, нет  
извилистых каналов

Волновые поля, полученные при ВСП от ненаправленного источника. Уверенное прослеживание  $SH$ -волн на  $u$ -компоненте предположительно вызвано проявлением гиротропии.



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2596241

**СПОСОБ ВОЗБУЖДЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ  
КОЛЕБАНИЙ**

Патентообладатель(и): *Шехтман Григорий Аронович (RU), Баюк  
Ирина Олеговна (RU)*

Автор(ы): *Шехтман Григорий Аронович (RU), Баюк Ирина  
Олеговна (RU)*

Заявка № 2015126893

Приоритет изобретения **06 июля 2015 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре  
изобретений Российской Федерации **10 августа 2016 г.**

Срок действия патента истекает **06 июля 2035 г.**



*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Г.П. Илизов* Г.П. Илизов

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**