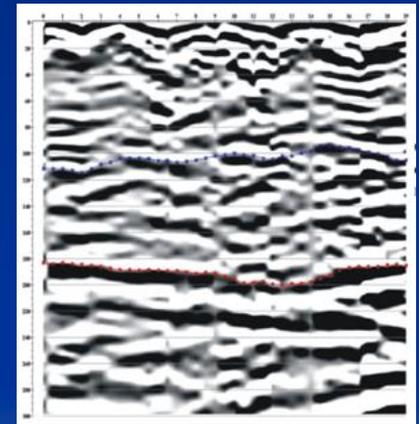
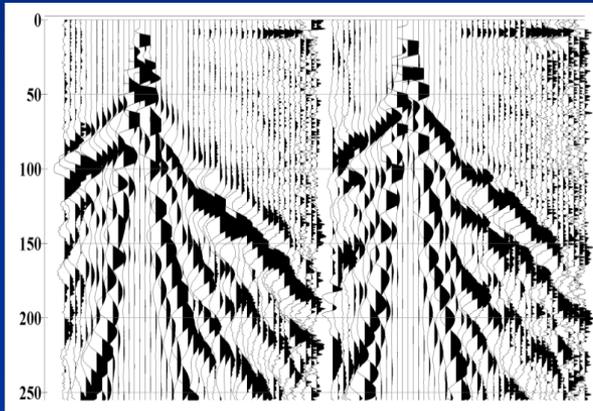


Владов М.Л., Капустин В.В.

О проблемах инженерной сейсморазведки



Проблемы инженерной сейсмозазведки

Технические

Высокий уровень помех, стесненные условия проведения работ, сложные поверхностные условия

Аппаратурные

Портативность, наличие большого числа каналов, широкий динамический и частотный диапазон, трехкомпонентные датчики, телеметрические и беспроводные установки

Методические

Измерение динамических характеристик: амплитуды виброскорости, виброускорения, поглощения. Высокая разрешающая способность

Теоретические

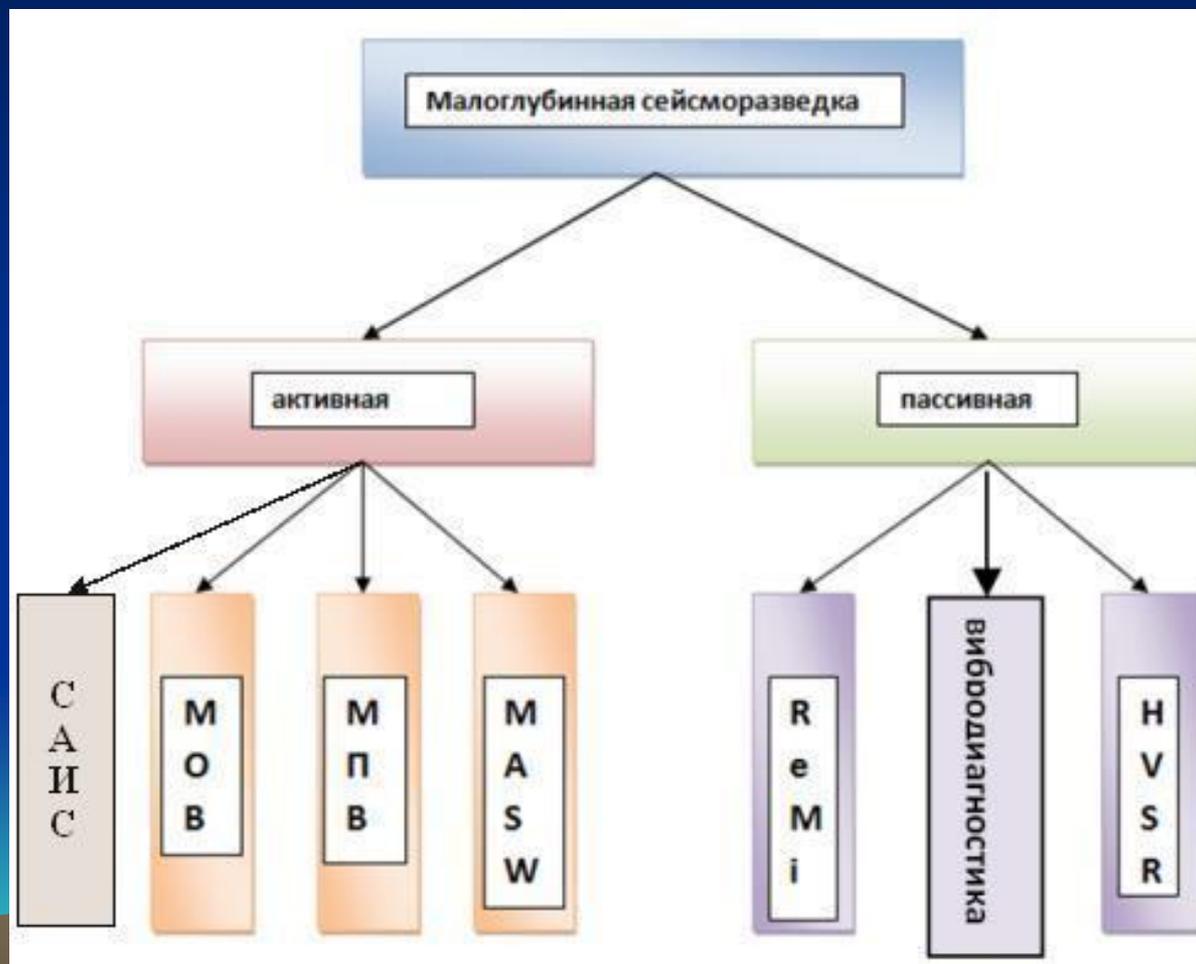
Теория однородной линейноупругой среды, блоковая модель среды, волновые движения в локальных телах

По отношению к физическим явлениям, происходящим на границах сред, сейсмические методы могут быть разделены на три группы:

Отражение и обмен сейсмических волн на границах раздела;

Преломление сейсмических волн на границах раздела;

Геометрическая дисперсия поверхностных волн на границах раздела



Применение различных методов инженерной сейсморазведки

способствует решению следующих задач:

- - определение скоростей распространения упругих волн в грунтовом массиве;
- - определение геометрии границ, на которых происходит резкое изменение акустической жесткости;
- - оценка деформационных и прочностных свойств грунтов;
- - оценка зависимости параметров упругого поля от действующих напряжений;
- - оценка зависимости параметров упругого поля от литологии, вещественного состава, структурных связей грунтов;
- - оценка неоднородности и анизотропии грунтового массива;
- - оценка частотных характеристик грунтовых массивов.

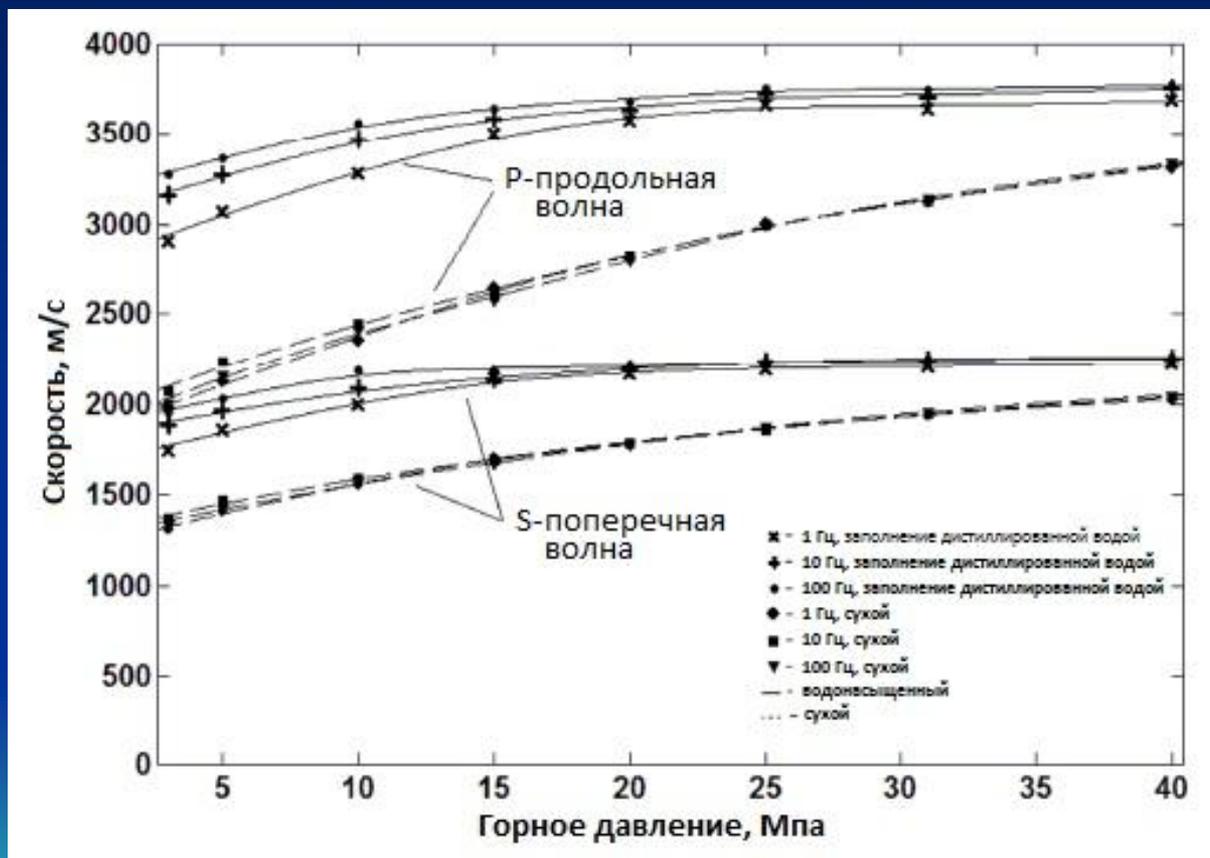


Нелинейные свойства грунтов

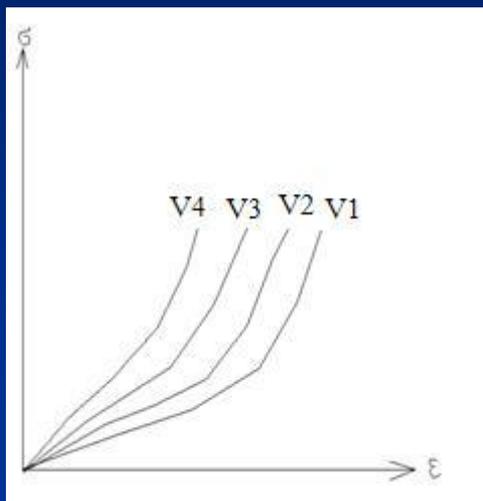
- Проявление нелинейных свойств грунтов при распространении динамических напряжений зависит от физико-механических свойств, деформационных и прочностных характеристик грунтов, от величины динамической нагрузки, скорости и цикличности ее изменения. Анализируя данные, получаемые в методах инженерной сейсморазведки можно столкнуться с различным видом проявления нелинейности. При наблюдении малоамплитудных волн наиболее часто приходится иметь дело со следующими проявлениями нелинейности:
 - взаимодействие волн различной частоты, приводящее к образованию колебаний с комбинационными частотами;
 - изменение формы волны в процессе распространения;
 - нелинейное поглощение волн;
 - способность среды передавать часть своей внутренней энергии в колебательный процесс.



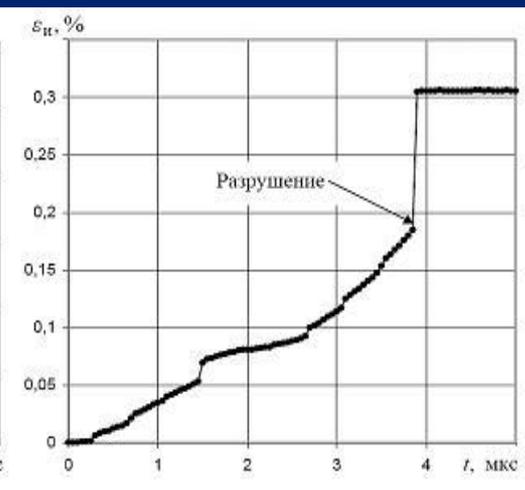
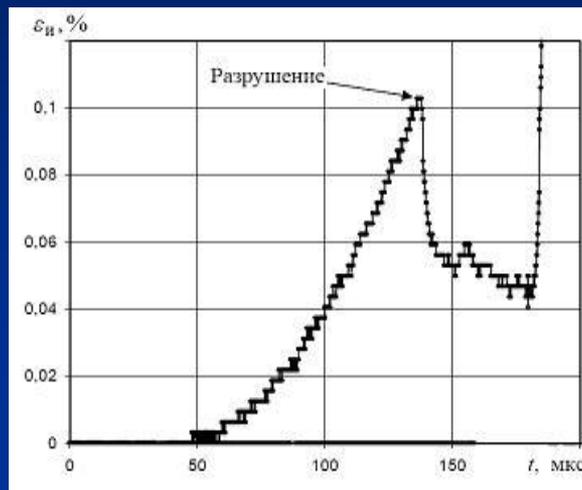
Значения продольных и поперечных скоростей полученные при различных нагрузках и частотах (1,10 и 100 Гц) для сухого и водонасыщенного песчаника



Влияние скорости деформирования на свойства материалов



Кривые зависимости напряжения от деформации (при различных скоростях приложения нагрузки ($V_1 < V_2 < V_3 < V_4$))



Примеры экспериментально зарегистрированных осциллограмм зависимости деформации от времени при скорости ударного нагружения соответственно 57 м/сек и 177 м/сек.

Характер связи между динамическим и статическим модулями по данным разных авторов

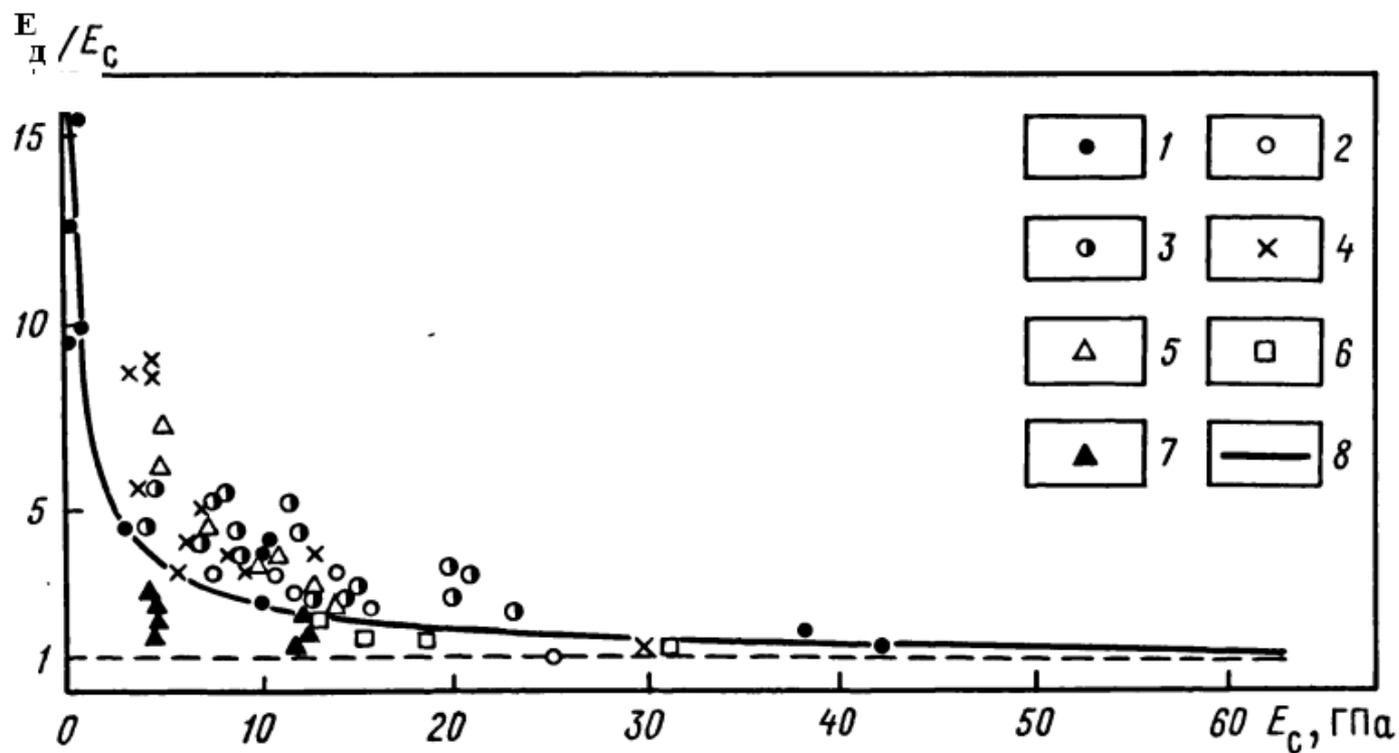
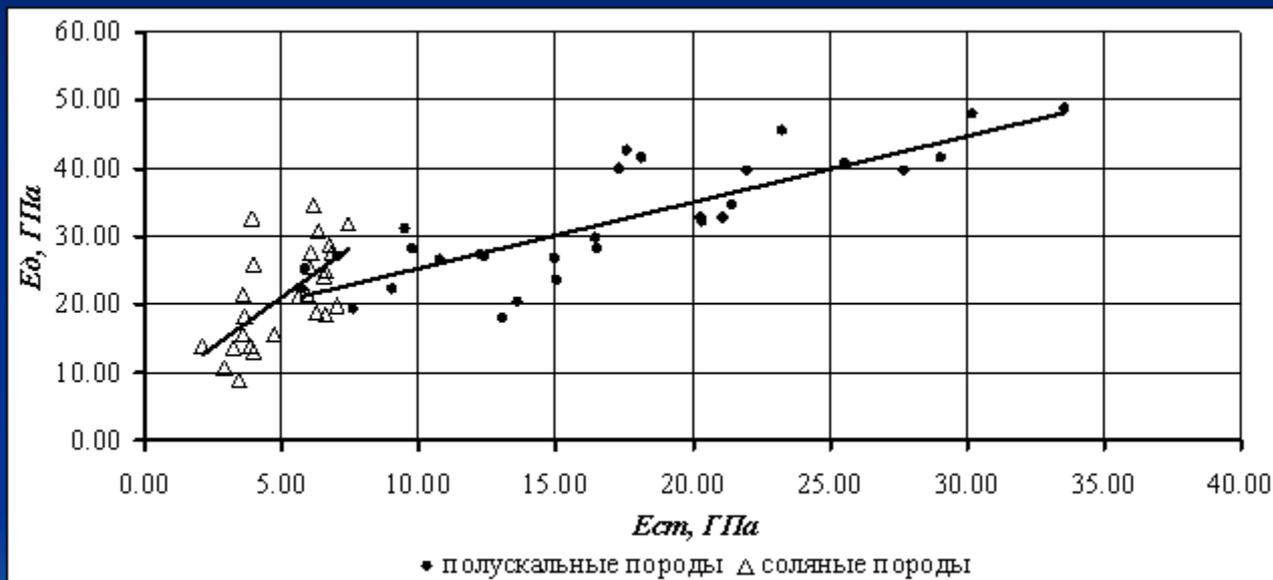


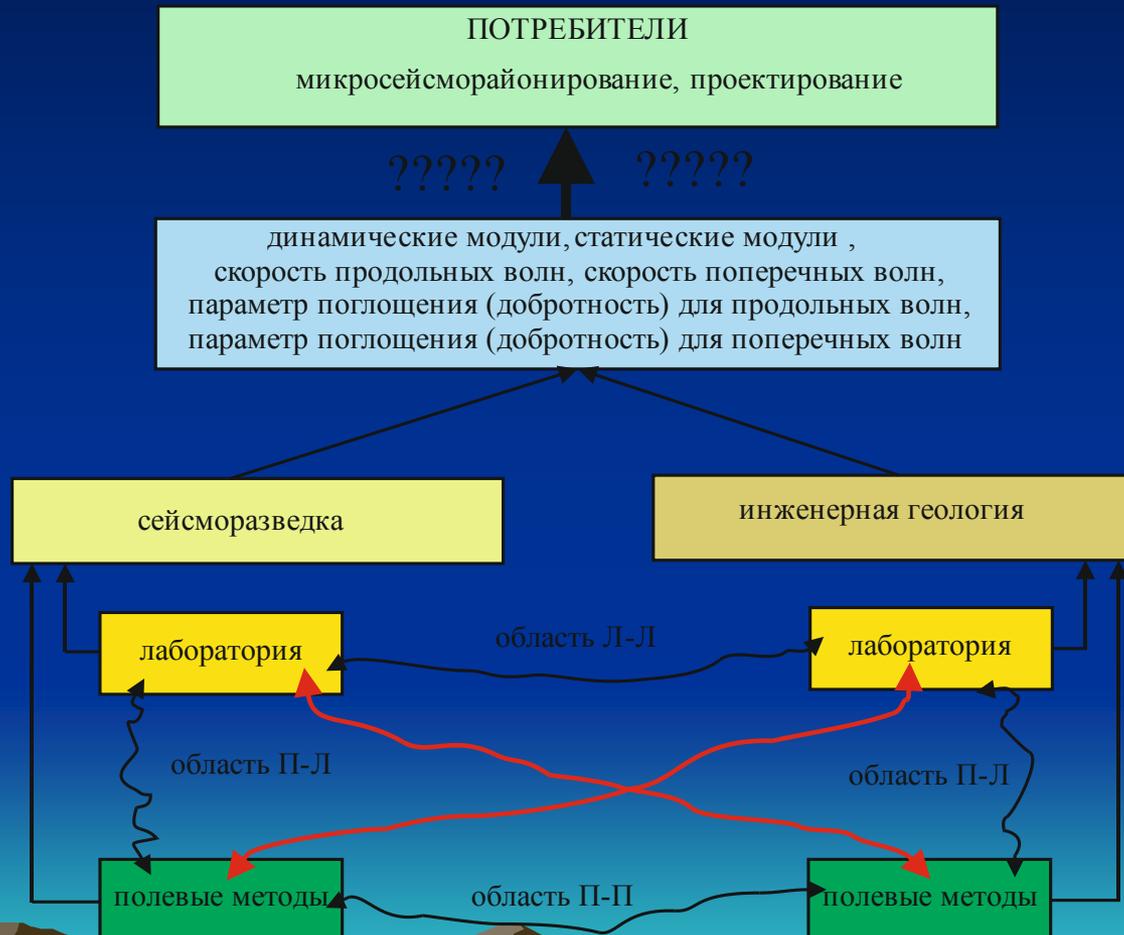
График зависимости $E_d/E_c = f(E_c)$.

Экспериментальные данные: 1—А. Дворака, 2—Ф. Эвисона, 3—Б. Куянджича, 4—Х. Линк, 5—Г. Линовски, 6—В. Никитина, 7—А. Савича; 8—теоретическая кривая

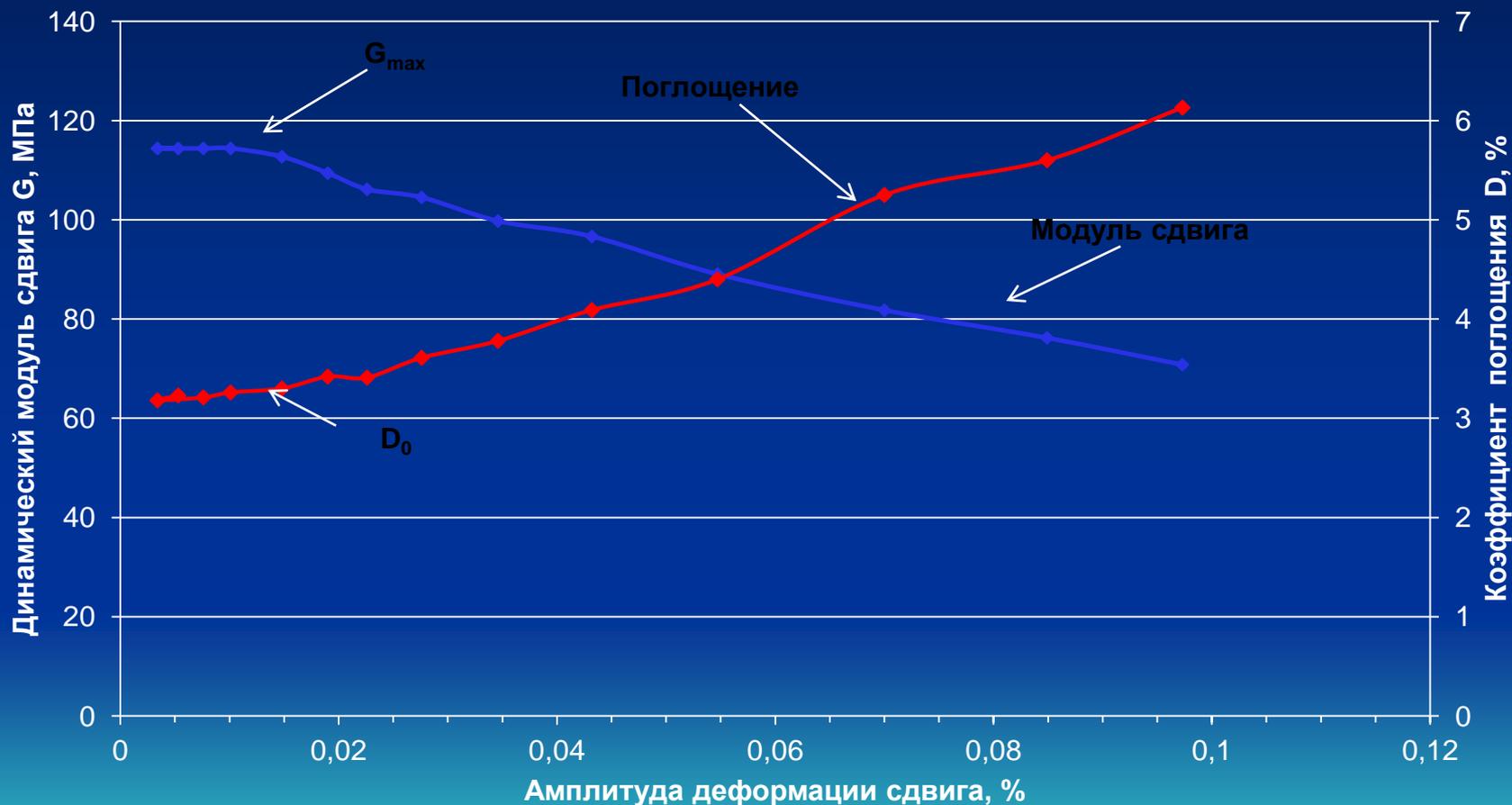
Взаимосвязь между динамическим и статическим модулями упругости полускальных пород надсолевой толщи и соли



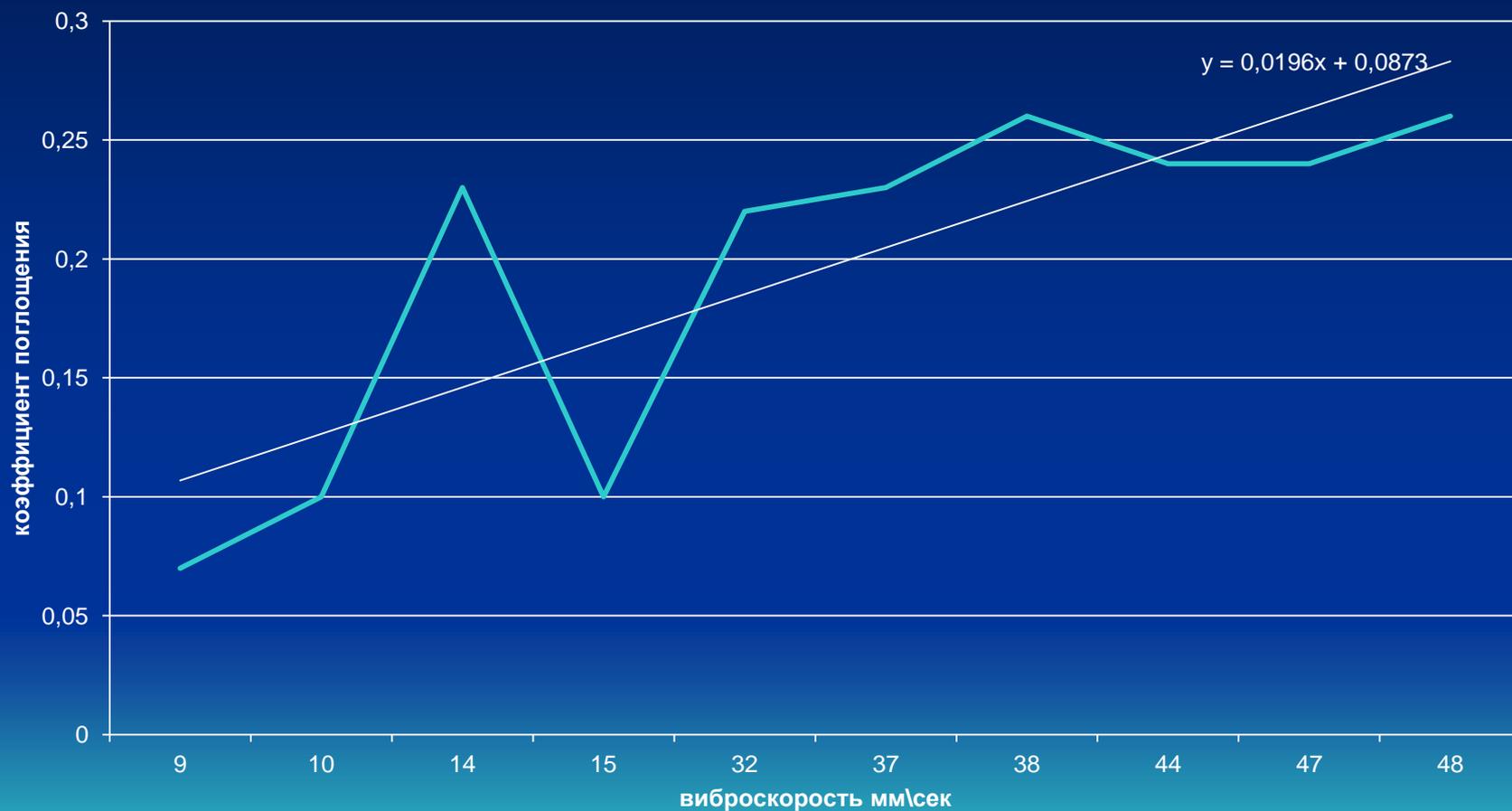
Схематическое изображение различных групп данных и связей между ними



Изменение коэффициента поглощения и динамического модуля сдвига глины $V_1 kt$ в функции амплитуды деформации сдвига ($s'=487$ кПа, $\rho=2.11$ г/см³, $We=18\%$, $e=0.536$, $S_r=0.94$)



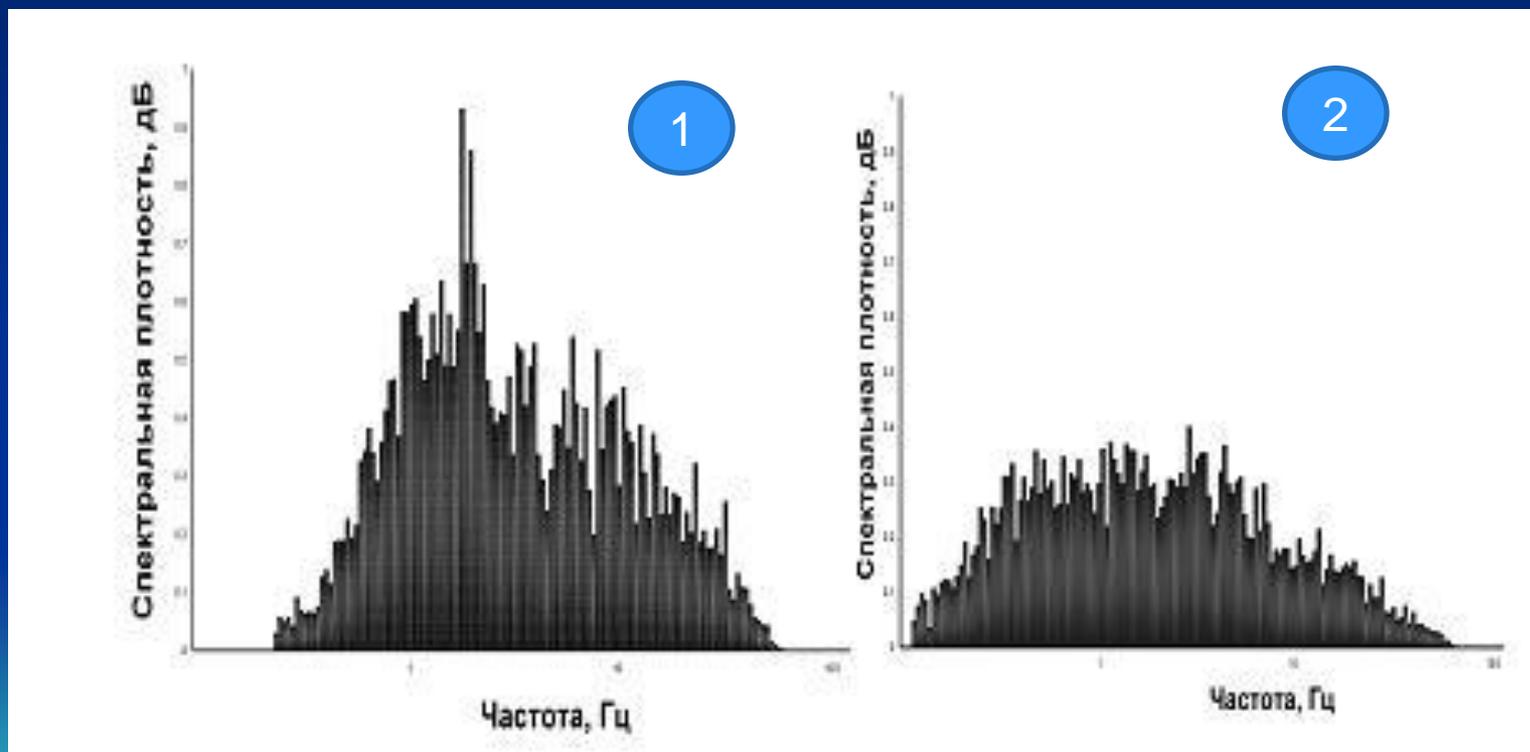
Зависимость коэффициента поглощения от величины действующего значения виброскорости для высокой насыпи



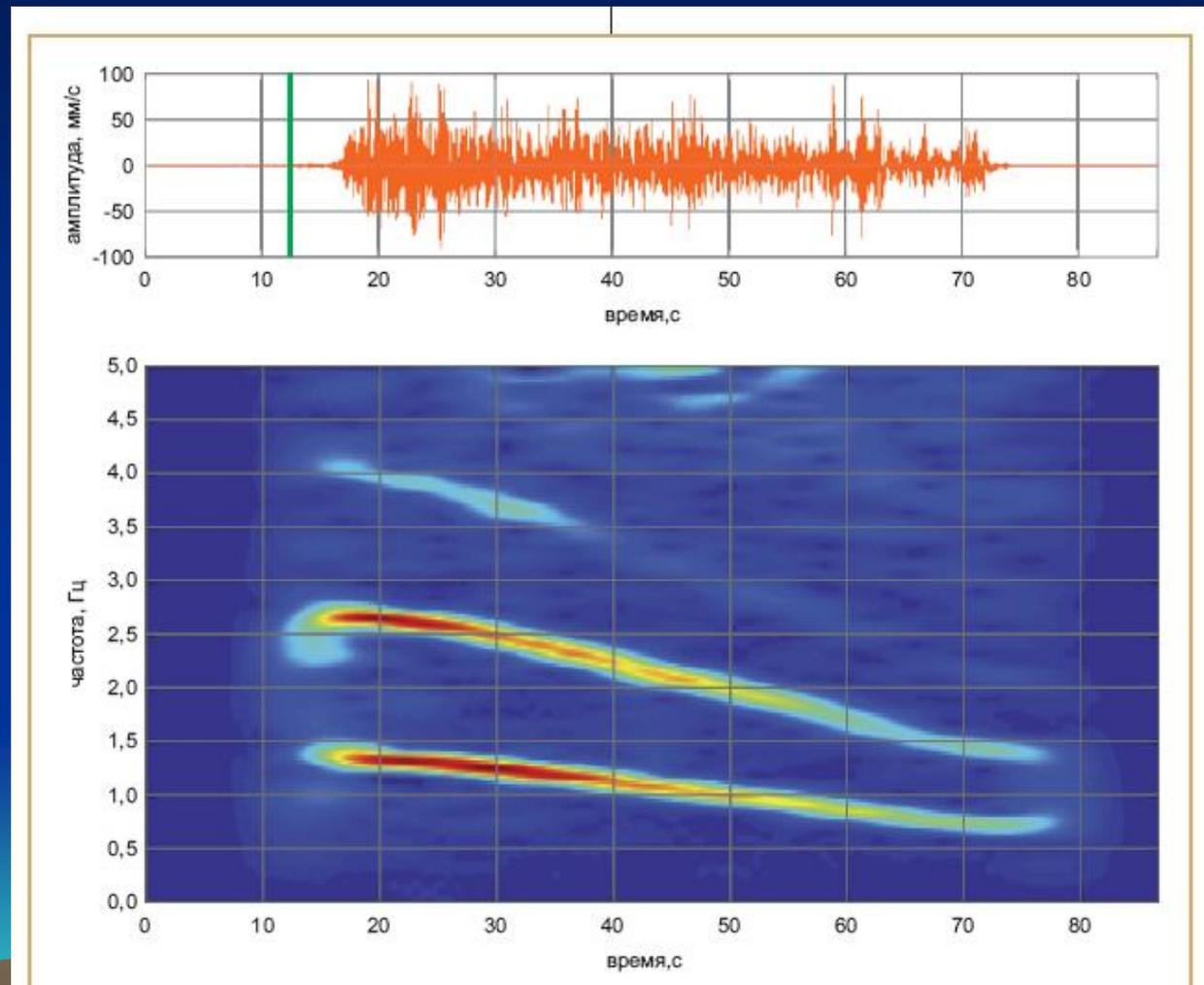
Зависимость преобладающей частоты сдвиговых колебаний от величины виброскорости на бровке неустойчивого участка железнодорожной насыпи



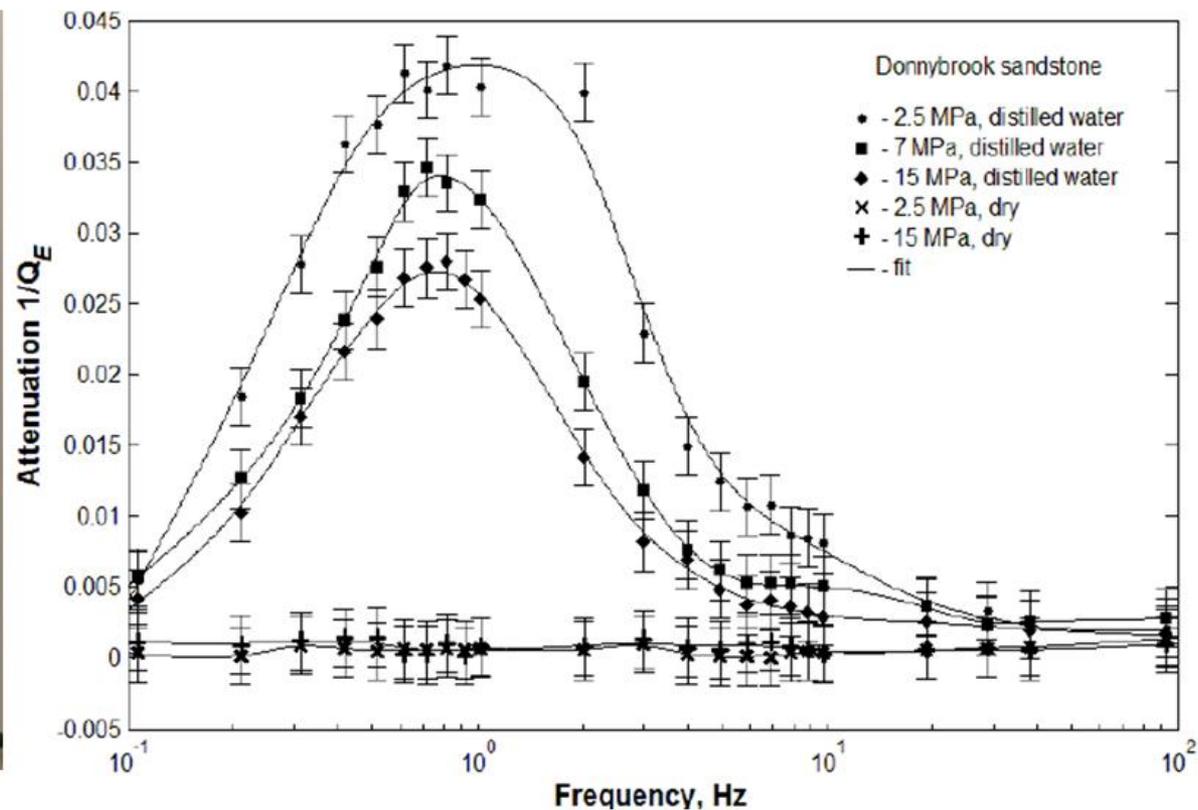
Спектр сигнала-отклика динамически устойчивого-1 и неустойчивого-2 грунта



Спектрограмма записи колебаний от проходящего жд состава на участке насыпи, сложенной динамически неустойчивыми грунтами



Внешний вид образца песчаника, подготовленного к измерениям, и пример полученных зависимостей поглощения от частоты из работы



Выводы:

- изучение проявления нелинейных эффектов при инженерных сейсмических исследованиях как физически обоснованной необходимой информации для оценки состояния грунтов, вещественного состава, структурных связей, анизотропии, текстуры и т.п.;
- необходимость поиска обоснованного перехода от оценки свойств грунтов при малых и быстрых деформациях с помощью инженерной сейсморазведки к таким же оценкам при конечных и долговременных воздействиях. Для сейсморазведки это означает инструментальный и методический переход в ближнюю зону хотя бы при наблюдениях во внутренних точках среды (САИС и др.), а также массовые пассивные измерения в зонах воздействия волн напряжения конечных амплитуд и циклических нагрузок, например, на железных дорогах, плотинах и т.д.;
- заполнение существующего междисциплинарного разрыва в частотном диапазоне, также диапазонах напряжений и деформаций при изучении физико-механических свойств грунтов. Спектр современных лабораторных исследований твердых тел разной степени консолидации позволяет двигаться в этом направлении;
- при оценке состояния и физических свойств грунтов необходима возможность максимально подробного изучения динамических характеристик сейсмических записей, в том числе и в абсолютных значениях. Последнее обстоятельство требует проведения калибровок источников и сейсмических каналов сбора информации.
- необходимость перехода в описании физических моделей к математическим моделям, построенным на основе нелинейной теории упругости

