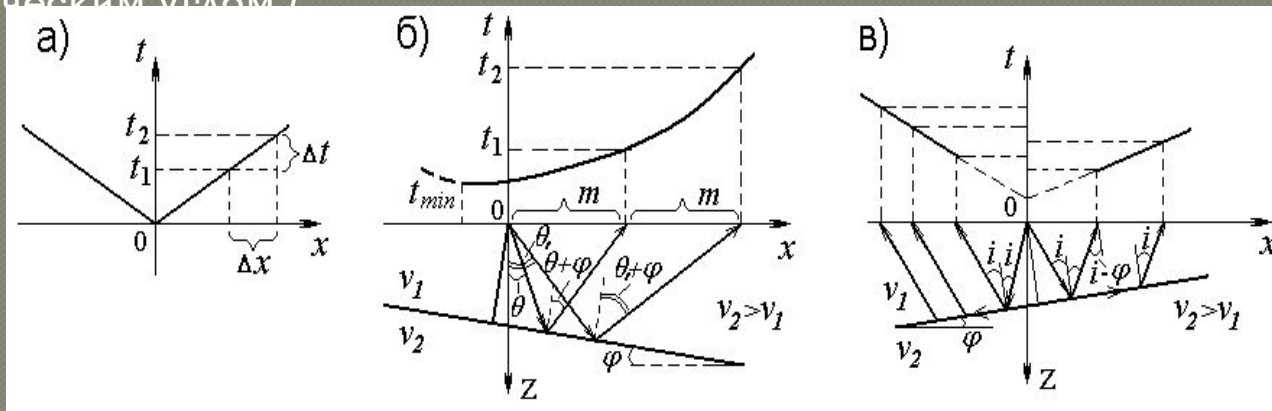


Графическое изображение полей сейсмических возмущений

При сейсморазведочных работах определяют времена t_j прихода волны в точки x_j дневной поверхности, определяемые как расстояние между пунктами возбуждения и приема. Зависимость t от x носит название годографа. Их построение для известных моделей геологической среды составляет прямую задачу сейсмической разведки, а процесс сравнения (подбора) годографов, построенных по наблюдаемым значениям, с таковыми для модельных сред – суть решения обратной задачи сейсморазведки.

Годограф

- Для поверхностной (прямой) волны годограф состоит из двух отрезков прямых линий, проходящих через начало координат, точку О. Уравнение годографа будет иметь вид:
- $u = \Delta x / \Delta t$ (67), где u_k – кажущаяся скорость.
- Для отраженных волн годограф представляет собой совмещенные отрезки гипербол. Их формула:
- $u = \sqrt{2m * (\Delta U / \Delta t)}$, где $U = t_2^2 - t_1^2$
- Для преломленных волн, как и для поверхностных, годографы являются линейными графиками, но при этом, не пересекаются с осью t по той причине, что преломленные волны образуются на определенном удалении от источника с критическим углом i



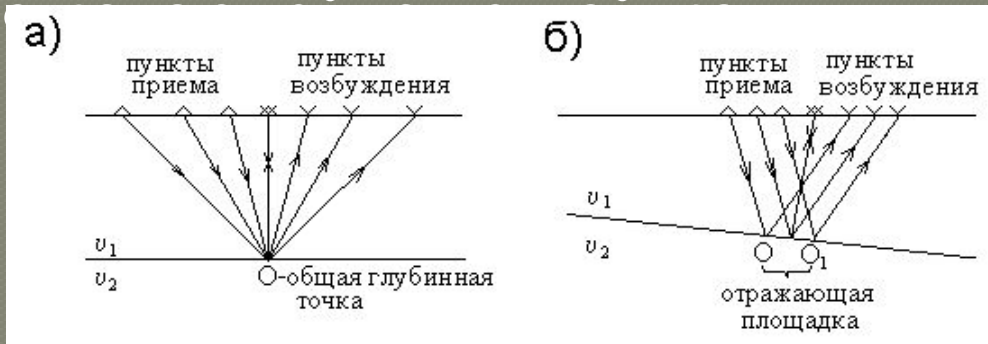
Годограф прямой (а), отраженной (б) и преломленной (в) волн

Основные методы сейсморазведки

- В сейсморазведке из полезных волн в основном используют отраженные и преломленные, и, в соответствии с этим, методы, основанные на их регистрации, получили название **МОВ** - метод отраженных волн и **МПВ** - метод преломленных (головных) волн.

Метод отраженных волн

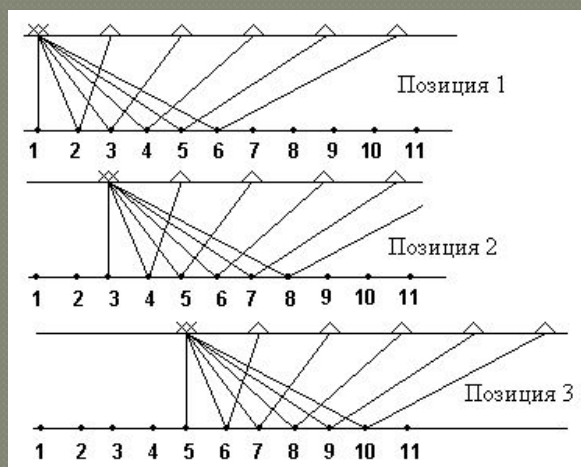
Для эффективного использования МОВ подбирают мощность источника таким образом, чтобы упругие колебания, то есть сейсмические волны в результате отражения имели достаточную амплитуду для преимущественного выделения однократных волн на фоне многократно отраженных. В практике полевых работ применяются схемы с отнесением точки записи к пункту возбуждения (ПВ) или приема (ПП). При этом, распространенным является способ, получивший название **ОГТ** - общей глубинной точки (центру между ПВ и ПП). При таких схемах размещения ПВ и ПП имеется возможность «привязывать» наблюдения на отражающей горизонтальной границе к каждой конкретной ее точке или к площадке, образуемой вместо точки по восстанию



**Схемы
размещения ПВ и
ПП в методе ОГТ**

Метод общей глубинной точки

- ОГТ еще называют методом перекрытий, Суть его в том, что всю линию источник-приемник последовательно «сдвигают» (перемещают) по профилю с заданным шагом (рис. 72). При этом системой перекрытий ОГТ не охватываются только первые и последние расстановки сейсмоприемников (нет перекрытия). Преимущества метода ОГТ в том, что осуществляется накапливание и суммирование сигналов, а, следовательно появляется возможность фильтровать полезные сигналы (однократные волны) на фоне волн помех.



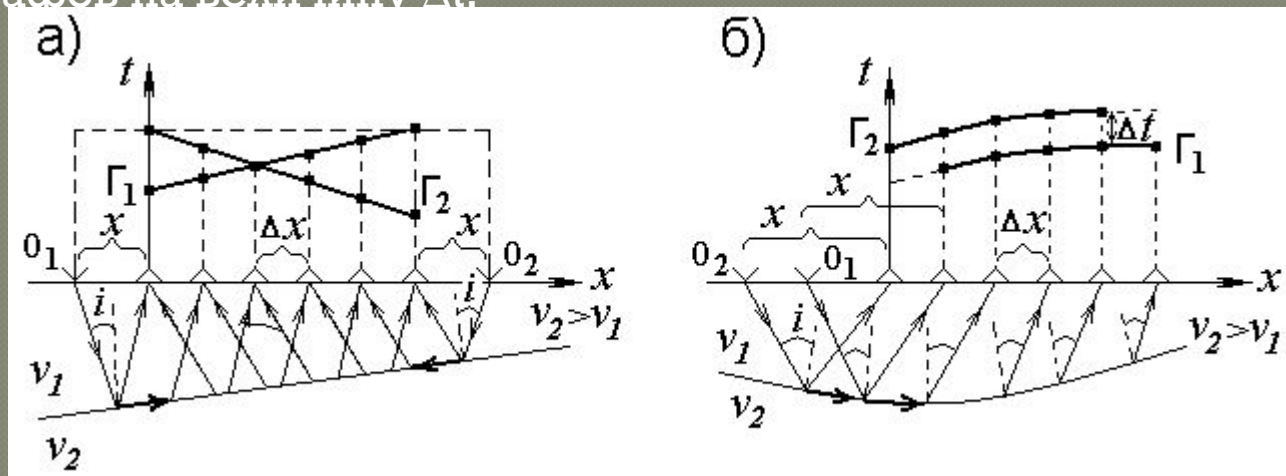
Система наблюдений ОГТ способом перекрытий

Метод преломленных волн

- Методика работ МПВ учитывает факт возникновения преломленных волн на определенном удалении от источника (см. рис. 70). Расстояние x между источником и первым сейсмоприемником оценивают по формуле:
- $x \geq h_o * \operatorname{tg} i$ (69), где i - критический угол, h_o - толщина слоев до отражающе-преломляющей границы (кратчайшее эхорасстояние).
- Величина x может составлять от первых до нескольких десятков и даже сотен метров, в зависимости от глубины залегания преломляющей границы раздела.

Метод преломленных волн

- При работах МПВ различают расстановку сейсмоприемников с расположением пунктов возбуждения на двух или одном флангах. По результатам наблюдений в первом случае строятся встречные, а во втором нагоняющие годографы. Система встречных годографов за счет их увязки во взаимных точках, соответствующих пунктам возбуждения O_1 и O_2 , позволяет уверенно распознавать волны от преломляющих границ и их прослеживание по площади. Система нагоняющих годографов, построенных по данным возбуждений в двух односторонних пунктах, дает возможность проследить непрерывность преломляющей границы по признаку параллельного смещения годографов на величину Δt .



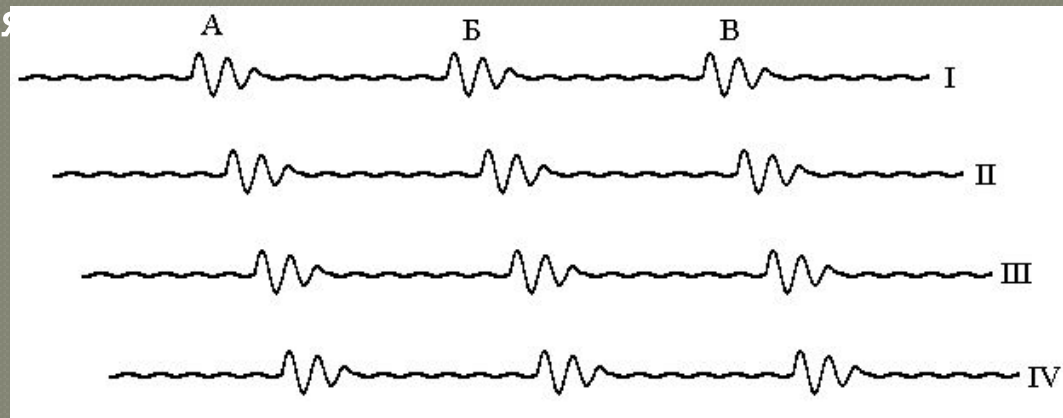
Системы встречных (а) и нагоняющих (б) годографов преломленных волн

Интерпретация сейсморазведочных данных

- Этот процесс многоуровневый и, как для других геофизических методов, разделяется на два этапа:
- 1) собственно сейсмическая интерпретация (интерпретация сейсмотрасс),
- 2) геологическая интерпретация, то есть решение обратной задачи сейсморазведки.

Интерпретация сейсморазведочных данных

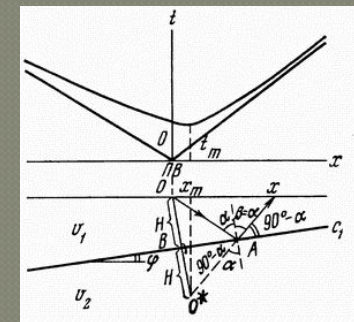
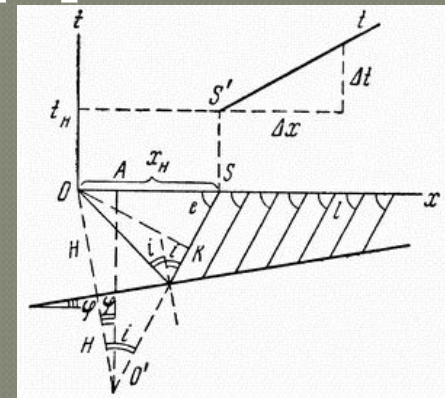
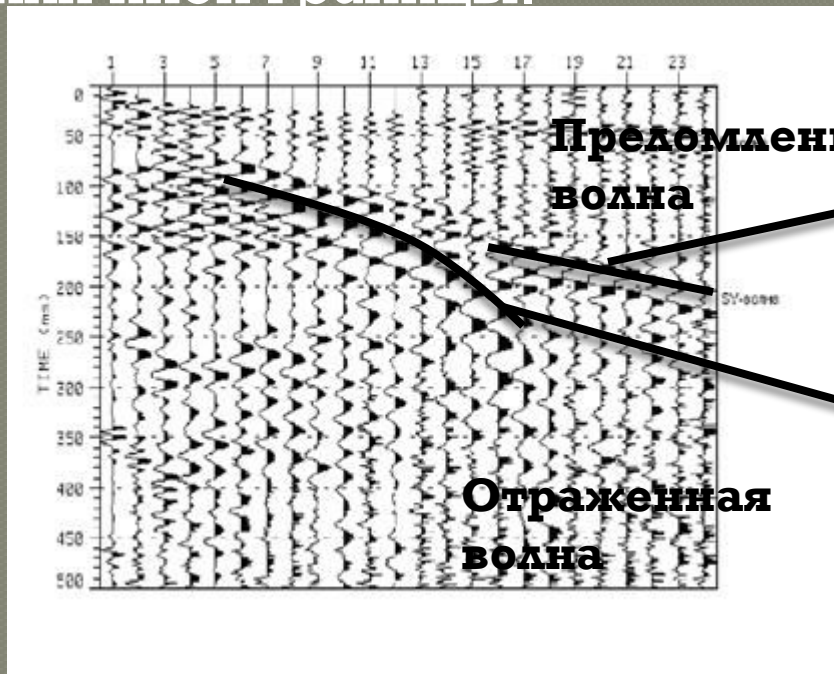
- Сейсмическая интерпретация состоит из воспроизведения записей (на бумажном носителе или на экране дисплея) с их последующим нормированием (выравниванием) и фильтрацией в различных частотных диапазонах по сейсмотрассе.
- Основная задача сейсмической интерпретации - выделить однократные волны, которые несут полезную информацию на фоне многократных волн-помех. Далее производится сопоставление отфильтрованных сейсмотрасс, то есть их корреляция.



Корреляция сейсмотрасс отфильтрованных однократных волн
I – IV – сейсмотрассы, А,Б,В – пакеты однократных волн маркирующих горизонтов

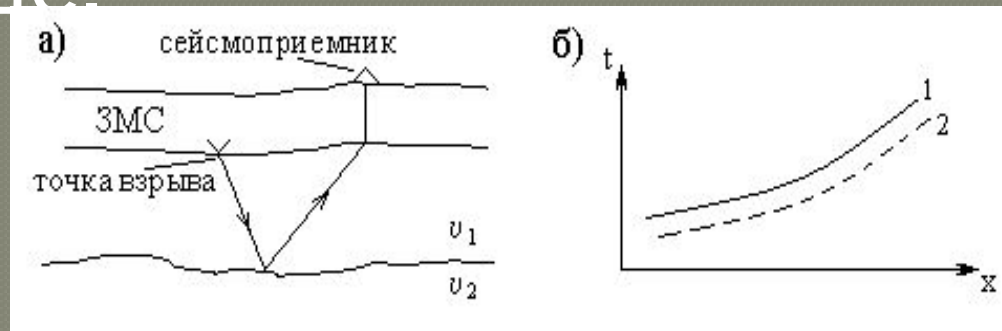
Интерпретация сейсморазведочных данных

- Последующий процесс многоуровневой интерпретации сейсмических записей сводится к анализу годографов, то есть по сеймотрассам в каждой точке приема анализируются, годографы и таким образом прослеживается непрерывность той или иной границы.



Интерпретация сейсморазведочных данных

- Обязателен учет влияния ЗМС, который позволяет привести сейсмотрассы к некой условной границе.



Влияние ЗМС на кинематику отраженных волн (а) и пример приведения годографа, построенного по экспериментальным данным, к исправленным значениям (б)

1,2 - годографы, построенные по экспериментальным (1) и исправленным значениям (2)

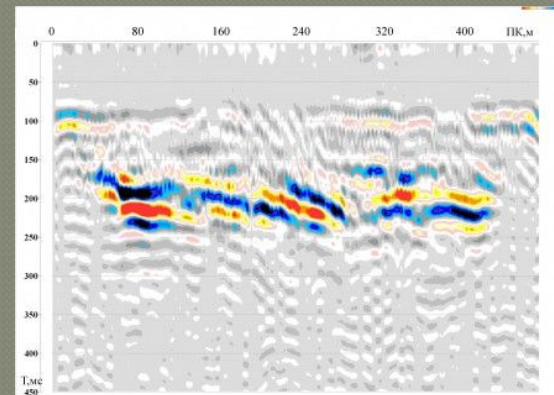
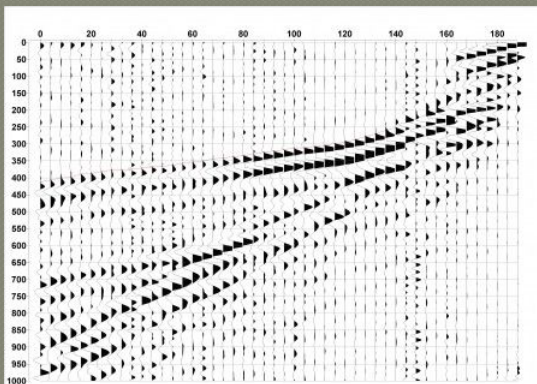
Интерпретация сейморазведочных данных

- Временной разрез – определенным образом подобранные и преобразованные сейсмограммы, на которых записи отнесены к нулевому времени t_0 , вместо обычного времени регистрации.
- При многоканальной записи для получения временных разрезов сейсмограммы преобразуются следующим образом:
 1. В каждый канал вводится т.н. «кинематическая поправка», полученная из ф-лы годографа над двухслойной средой (для отраженной волны)

$$\Delta t_k = \frac{\cos^2 \varphi}{2V_{cp}^2 \cdot t_0} \quad \text{далее рассчитывается нулевое время}$$

$$t_0(x/2) = t(x) - \Delta t_k$$

2. Значение $t_0(x/2)$ относится к середине расстояния между пунктами возбуждения и приема. Т.е. для пункта $x/2$ определяется время, которое могло бы быть измерено, если бы над ней находился пункт возбуждения.



Временной разрез

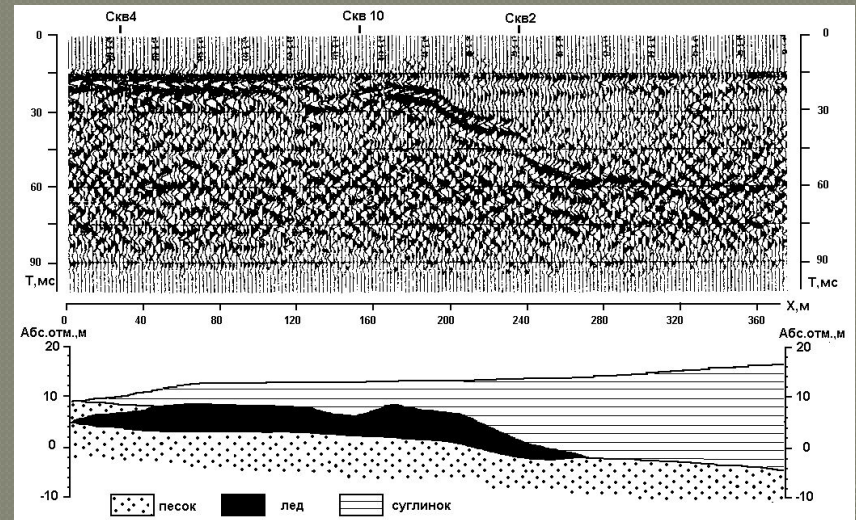
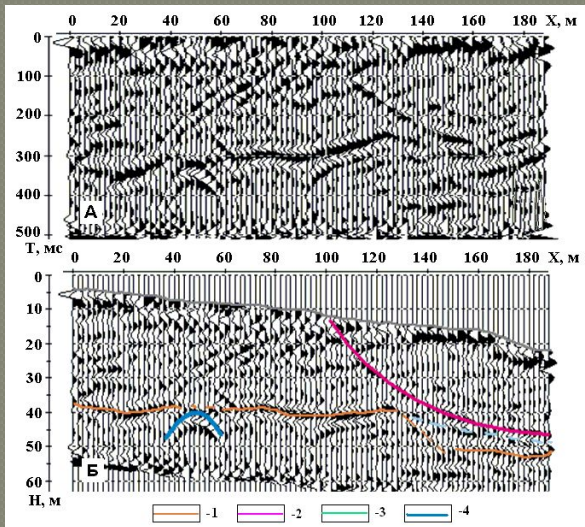
Конечным результатом сейсмической интерпретации является восстановление волновой картины. Выполняется монтаж сейсмотрасс, который дает качественную картину о строении геологического разреза исследуемого участка земной коры. Этот монтаж сейсмотрасс носит название временного разреза. Следует отметить, что временный разрез не позволяет оценить глубины залегания тех или иных пластов. Поэтому последующей операцией сейсмической интерпретации является перевод временного разреза в глубинный, на котором расстояние между точкой наблюдения и отражающей границей соответствует толщине по вертикали. Перевод временного разреза в глубинный требует машинной обработки. Используется формула:

$F(t) \cdot t = \Phi(t)$, где $\Phi(t)$ – функция глубинного разреза $F(t)$ – функция сейсмотрасс однократных волн. При построении глубинных разрезов обязателен учет априорных данных, к которым относятся в первую очередь результаты бурения и других геофизических методов.

Временной (А) и глубинный (Б) разрезы ОГТ на оползневом участке

1 – кровля карбонатных отложений, 2 – поверхность смещения, 3 – кровля глин, 4 – дифракционная волна

Временной сейсмический разрез на участке распространения ледовых



сейсморазведка при решении геологических задач

- В наибольших объемах сейсморазведка применяется для изучения структурных форм геологических разрезов. Особое внимание уделяется геологическим структурам и зонам, где можно предполагать наличие нефти и газа. При этом, ввиду высокой стоимости сейсморазведочных работ принято их планировать для решения только таких задач, которые не могут быть решены другими методами.
- При изучении глубинных геологических структур, перспективных на нефть и газ, основное значение имеет МОВ-ОГТ. Наиболее эффективны эти технологии на акваториях, где бурение скважин обходится очень дорого, а качество сейсмических данных значительно лучше, чем на суше.
- Применение сейсморазведки помимо структурной и нефтегазовой геологии эффективно в рудной и угольной геологии. С помощью как МПВ, так и МОВ удается регистрировать волны, возникающие в ослабленных зонах, связанных с тектоническими нарушениями. Последние важны для изучения в рудной геологии в связи с приуроченностью к тектоническим зонам рудных скоплений, а, в угольной геологии опережающий прогноз тектонических разрывов, особенно малоамплитудных, необходим при проектировании строительства и в процессе эксплуатации шахт и карьеров, поскольку непредвиденная встреча тектонических нарушений резко снижает эффективность добычи углей.
- В инженерной геологии и гидрогеологии сейсморазведкой изучают особенности строения верхней части разреза, в связи с чем наблюдают преимущественно проходящие и преломленные волны, реже – отраженные. С помощью МПВ решаются задачи отбивки границ между покровными и коренными отложениями, определения уровня грунтовых вод, оценки карстово-суффузионной опасности, строения дна водоемов и т.д.

Объемная (3-D) сейсморазведка

Сейсморазведка 3D – изучение строения геологического разреза с помощью системы датчиков и взрывных устройств, направленное на получение трехмерной модели залежи. Сейсморазведка 3D предполагает распределение датчиков по поверхности исследуемой площади. Это один из самых точных геофизических методов, однако он требует больших вычислительных и материальных ресурсов. Поэтому, как правило, компании проводят разведку по двумерной технологии, по результатам чего выделяются зоны для более детального обследования с помощью 3Dсъемки.

