

Тема 6. *Методика и технология сейсморазведочных работ*

8 часов, лекции № 16 и № 19

Лекция № 17

*Метод общей глубинной точки (МОГТ)*

*Системы наблюдений в МОГТ-2D*

# ***Основы метода общей глубинной точки***

***Метод общей средней (глубинной) точки ОСТ (ОГТ)*** был предложен в 1950 г. ***Н. Мейном (США)*** в качестве ***эффективного средства ослабления многократных отраженных волн***, которые являются очень сильными и трудно устранимыми помехами.

Для подавления кратных волн-помех ***Мейном*** была предложена технология ***Common Depth Point Stacking CDPS*** - суммирование по общей глубинной точке. Для горизонтальных отражающих границ ***общие средние*** и ***общие глубинные точки*** совпадают в плане, поэтому правильное название метода ***МОСТ (по англ. Common Mid Point Stacking - CMPS - суммирование по общей средней точке)***.

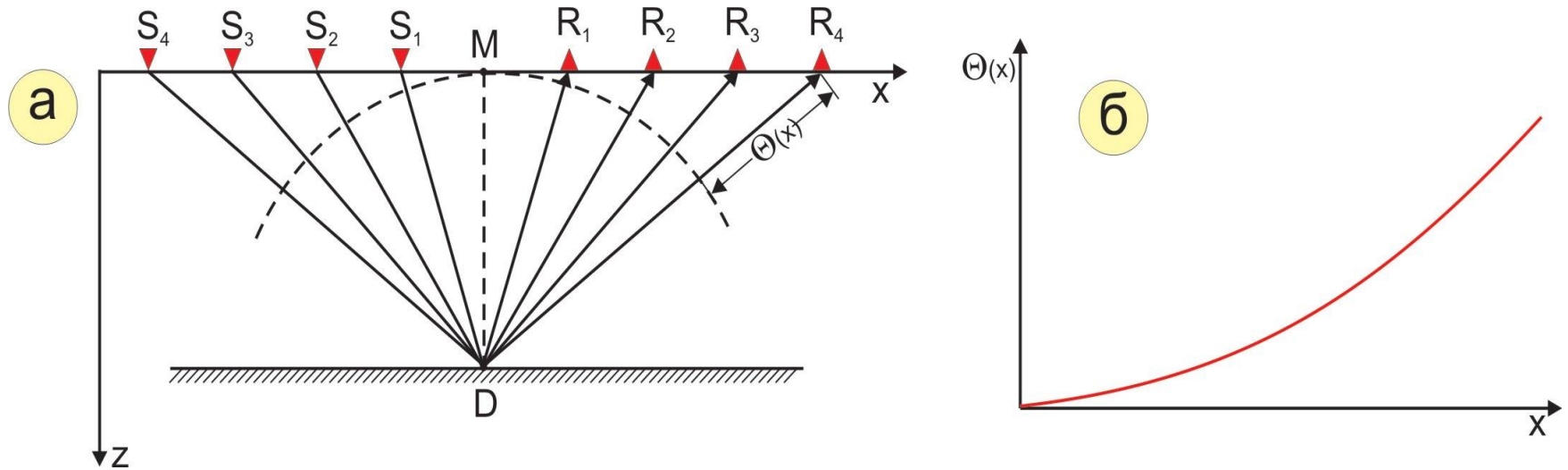
Широкое практическое использование этого метода началось после внедрения цифровой обрабатывающей техники. Основным методом исследований в сейсморазведке ***способ ОСТ*** стал после полного перехода на работу с цифровой регистрирующей аппаратурой.

# Сущность метода ОГТ

Принципиальную сущность метода **ОГТ (ОСТ)** составляет идея **многократного прослеживания** отражений от границы при различном взаимном положении источников и приемников упругих колебаний.

На рис. – **а** показаны четыре источника (**S**) и приемника (**R**) симметрично расположенные относительно **средней точки** – **M**, являющейся проекцией **глубинной точки** – **D**. Таким образом мы получили четыре отражения от одной точки – т. е. при перемещении всей установки по профилю **x**, получим четырехкратное прослеживание границы.

Времена пробега от источника до приемника увеличиваются с увеличением дистанции, увеличивается и разница времен пробега по косому и вертикальному лучам называемая **кинематической поправкой** и обозначаемая как -  $\Theta(x)$  или  $\tau(x)$  (рис **б**).

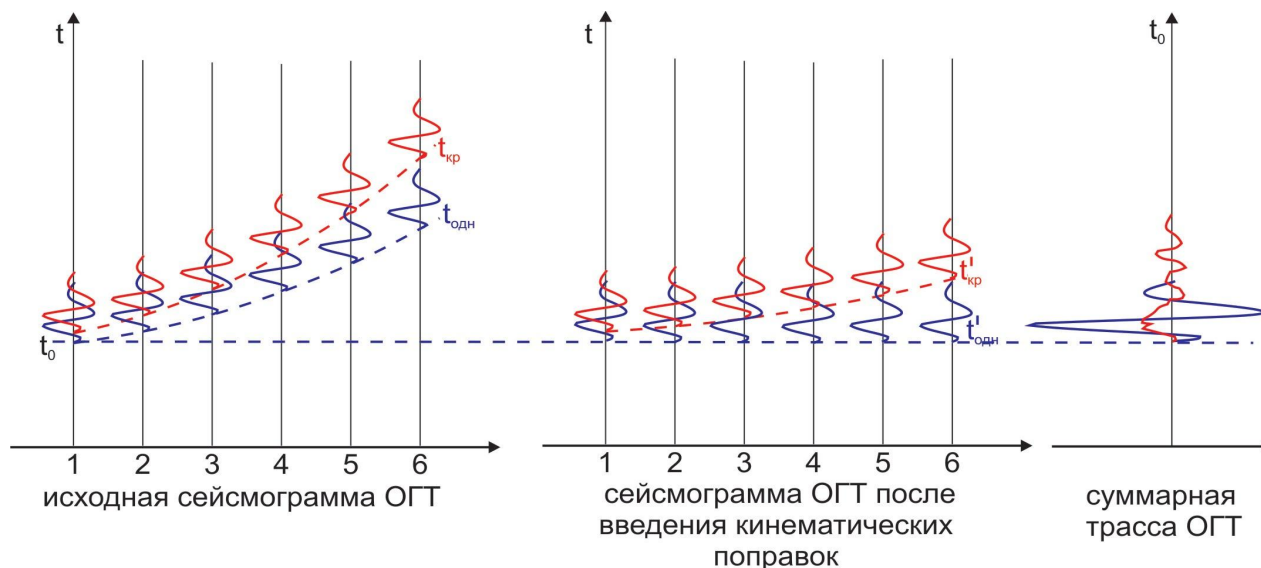


# Схематический пример ослабления многократного отражения при суммировании трасс 6 кратной системой ОГТ.

На исходной сейсмограмме присутствуют две волны равной интенсивности: однократное отражение с годографом -  $t_{одн}$  и многократное отражение имеющее более крутой годограф -  $t_{кр}$  (так как кратные волны имеют меньшие скорости)

После ввода кинематических поправок годограф однократной волны спрямляется в линию  $t_0$  а годограф многократной волны имеет остаточное запаздывание.

Суммирование исправленных трасс усиливает однократное отражение в 6 раз, а многократное отражение усиливается не так существенно.



# *Основные требования к методике ОГТ*

*Требования к базе наблюдения.* Годографы однократных и многократных отраженных волн по кривизне отличаются незначительно, эти различия становятся тем больше, чем больше базы наблюдения, следовательно, для эффективного подавления многократных волн-помех требуются большие базы, на практике это несколько км;

*Требования к поправкам.* Наблюдения на больших базах (при центральной системе наблюдения до 6 км. и более) накладывает высокие требования к точности введению статических и кинематических поправок.

# Годографы ОГТ однократных и многократных отраженных волн

Для **однократных отраженных волн** от плоской границы, ранее нами было получено уравнение годографа **ОТВ** в виде:

$$t(x) = \frac{1}{V} \sqrt{x^2 \pm 4hx \sin \varphi + 4h^2}$$

где  $h$  – глубина до границы по нормали,  $V$  – скорость,  $\varphi$  – угол наклона границ, знак  $+$  под корнем берется в случае направления по падению границы. Начало координат этого годографа находится в точке возбуждения (**ОТВ**), а сам он имеет форму гиперболы, смещенную в сторону восстания границы.

Полученное выражение используем для вывода уравнение годографа **ОГТ** однократной отраженной волны. Рассмотрим симметрично расположенные относительно начала координат источник **S** и приемник **R** (рис. на следующем слайде). Выразим глубину под источником  $h$  через  $h_0$ :

$$h = \left( h_0 - \frac{x}{2} \cdot \sin \varphi \right)$$

Подставив это выражение в уравнение годографа **ОТВ**, после преобразований получим годограф ОГТ в виде:

$$t(x) = \frac{1}{V} \sqrt{4h_0 + x^2 \cdot \cos^2 \varphi}$$

Или используя формулу

$$t_0 = \frac{2h}{V}$$

окончательно получим

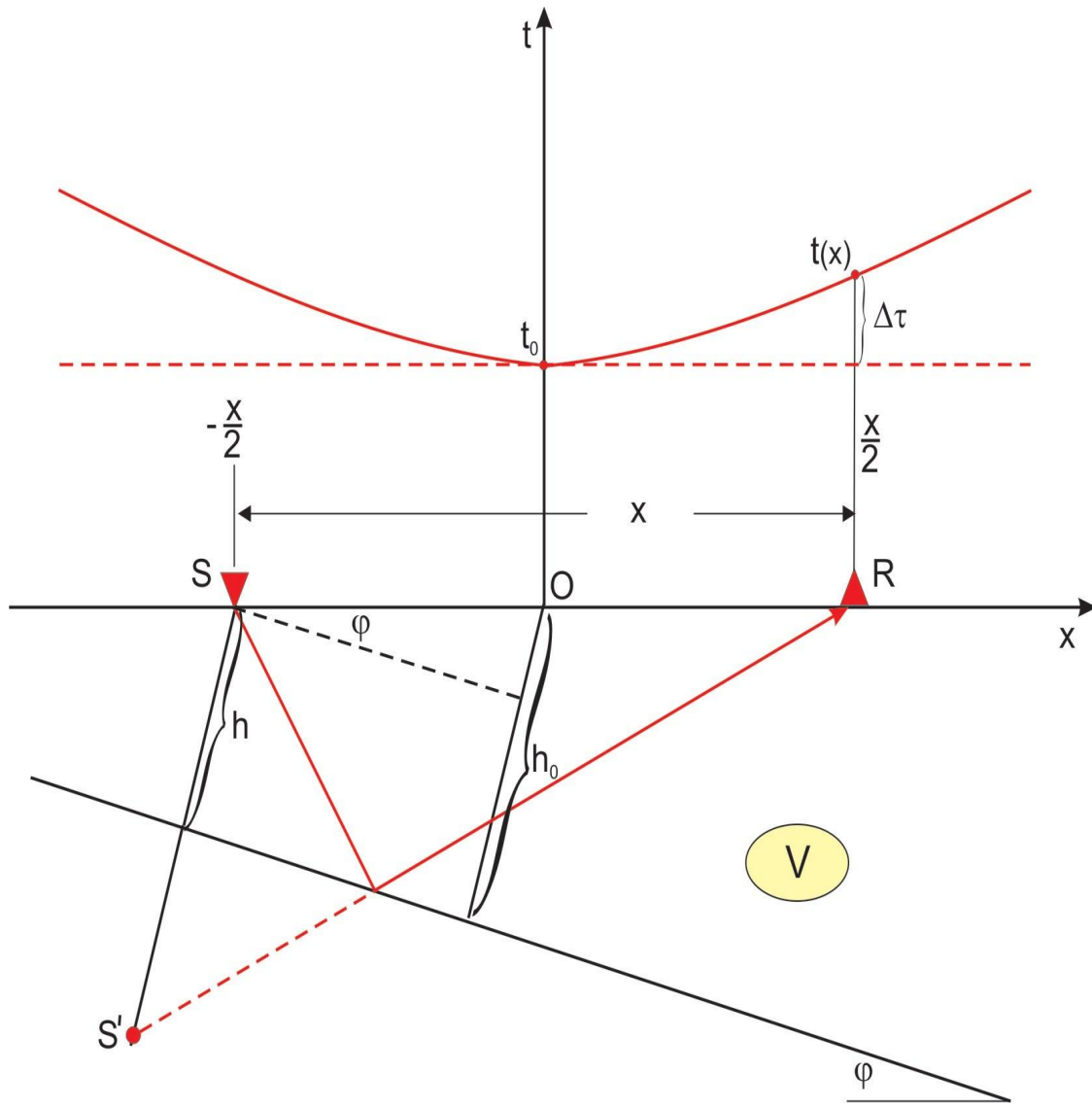
$$t(x) = \sqrt{t_0^2 + \frac{x^2}{V^2} \cdot \cos^2 \varphi}$$

Полученный годограф имеет так же форму гиперболы, но симметричен относительно начала координат. Кривизна годографа определяется не только скоростью  $V$ , но углом наклона границы  $\varphi$ .  
 Отношение скорости к углу наклона называется **скоростью ОГТ** или **скоростью суммирования**.

$$V_{\text{ОГТ}} = \frac{V}{\cos \varphi}$$

При  $\varphi = 0$ , годограф называется **нормальным годографом ОГТ**

$$t_H(x) = \sqrt{t_0^2 + \frac{x^2}{V^2}}$$



# Годографы ОГТ кратных отраженных волн

Для кратных волн от горизонтальных границ (это уравнение наиболее часто используется при проектировании ИС, когда обычно полагают, что  $\varphi = 0$ ) можно записать уравнение:

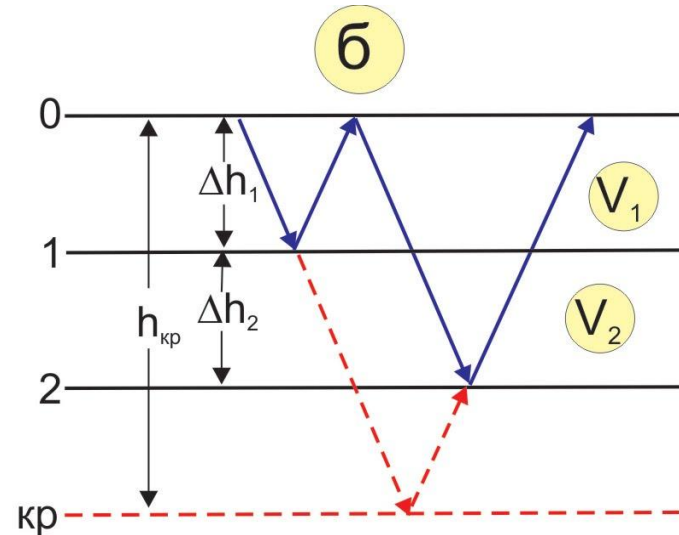
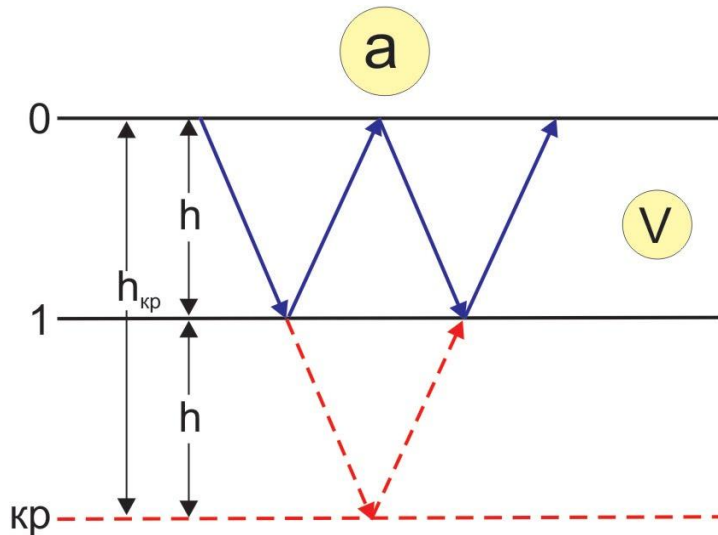
$$t_{кр}(x) = \sqrt{t_{0кр}^2 + \frac{x^2}{V_{кр}^2}}$$

Для полно кратной волны,  $m$  – кратность волны,  $V_{кр} = V$ .

В общем случае (для полно кратных и частично кратных волн) используются формулы:

$$t_{0кр} = \sum_i \frac{\Delta h_i}{V_i}$$

$$V_{кр} = \frac{\sum_i \Delta h_i}{t_{0кр}}$$



Схемы лучей для полно кратных (а) и частично кратных волн (б)



# ***Количественные характеристиками системы наблюдений***

**N - (*Fold*) - кратность** прослеживания отражающих горизонтов. Часто для краткости ее называют просто кратностью системы наблюдений;

**L- база наблюдений** - участок профиля, занимаемый совокупностью пунктов приема при записи сейсмических волн от одного пункта возбуждения;

**S (N) - (N0) - число каналов** регистрирующей аппаратуры;

**l – удаление (дистанция)**, расстояние от пункта приема до пункта возбуждения;

**$\Delta l$  - интервал возбуждения (*SI – Source Interval*)** упругих волн - расстояние по профилю (по линии пунктов возбуждения ) между двумя соседними пунктами возбуждения упругих волн;

**$X_{\max}$ ,  $X_{\min}$  - минимальное и максимальное** удаление пунктов приема колебаний от пункта возбуждения упругих волн;

**$\Delta x$ - шаг наблюдений (*RI – Receiver Interval*)** - расстояние между двумя соседними пунктами приема колебаний (по линии пунктов приема);

**R - вынос (*offset*)** - расстояние от ближайшего пункта приема колебаний до пункта возбуждения упругих колебаний;

# ***Системы наблюдения МОГТ 2Д***

Ранее нами выяснено что для ***многократного прослеживания*** отражений от границы уменьшить интервал возбуждения (***SI – Source Interval***) -  $\Delta l$  по сравнению с базой наблюдения –  $L$ . Для обеспечения непрерывного, однократного прослеживания границы интервал возбуждения  $\Delta l$  должен быть в два раза меньше базы наблюдения  $L$

$$\Delta l = L/2$$

Если база наблюдения  $L$  будет в **4** раза превышать интервал возбуждения  $\Delta l$ , то каждая точка границы будет прослежена дважды, и система наблюдения будет называться двукратной

$$\Delta l = L/4$$

Для прослеживания границы  $N$  раз должно соблюдаться условие:

$$\Delta l = L/2N$$

Очевидно что для соблюдения технологичности, ***максимальная кратность*** достигается при шаге между ***ПВ*** равном шагу наблюдения

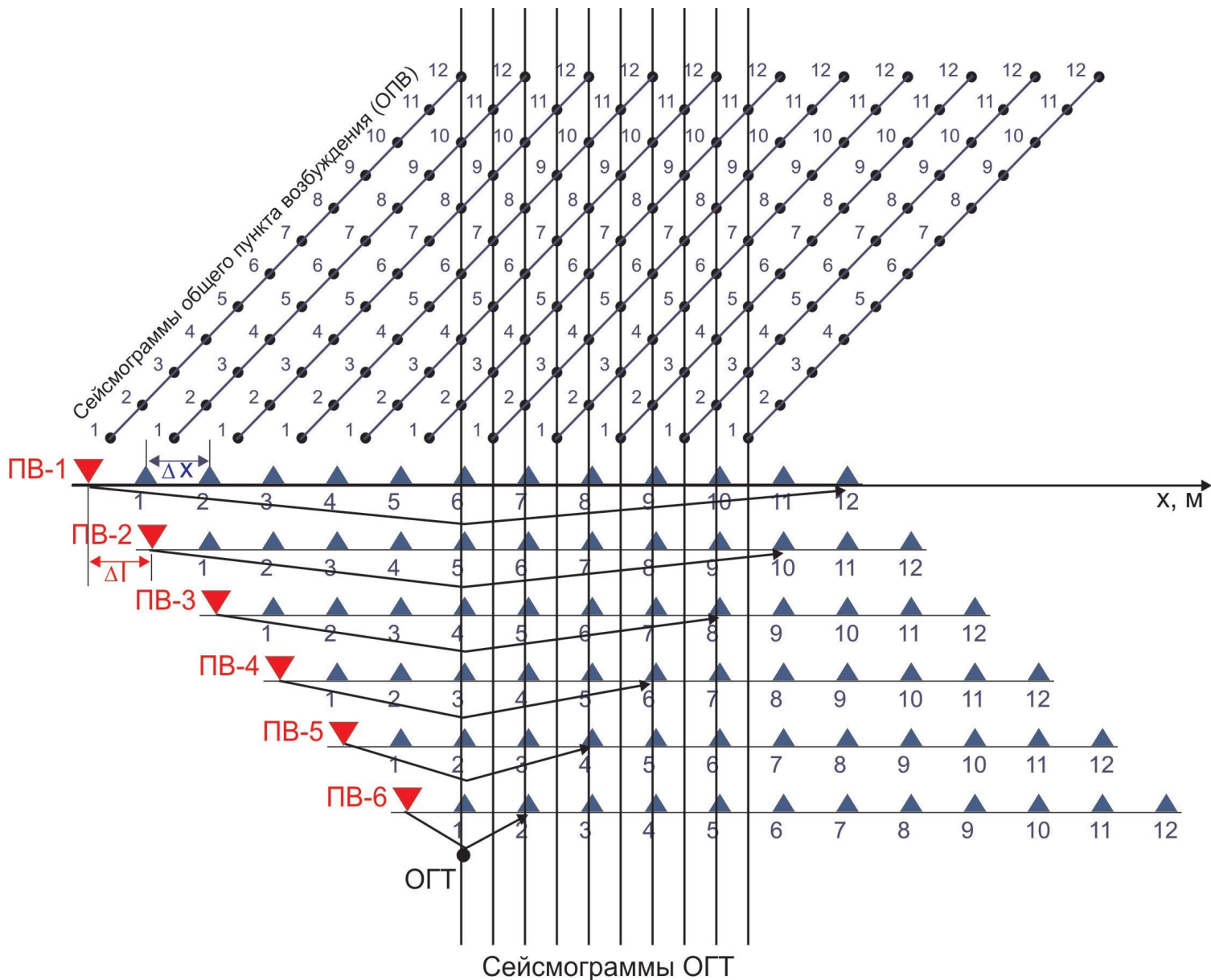
$$(RI – Receiver Interval) - \Delta l = \Delta x.$$

Также очевидно что ***максимальная кратность*** в два меньше числа каналов регистрации -  $S$

По многоканальным сейсмограммам полученным для ОПВ возможно путем выборки каналов (сортировки) получить сейсмограммы ОГТ.

Шаг между общими глубинными точками -  $\Delta x_{ОГТ}$  в два раза меньше шага наблюдения –  $\Delta x$

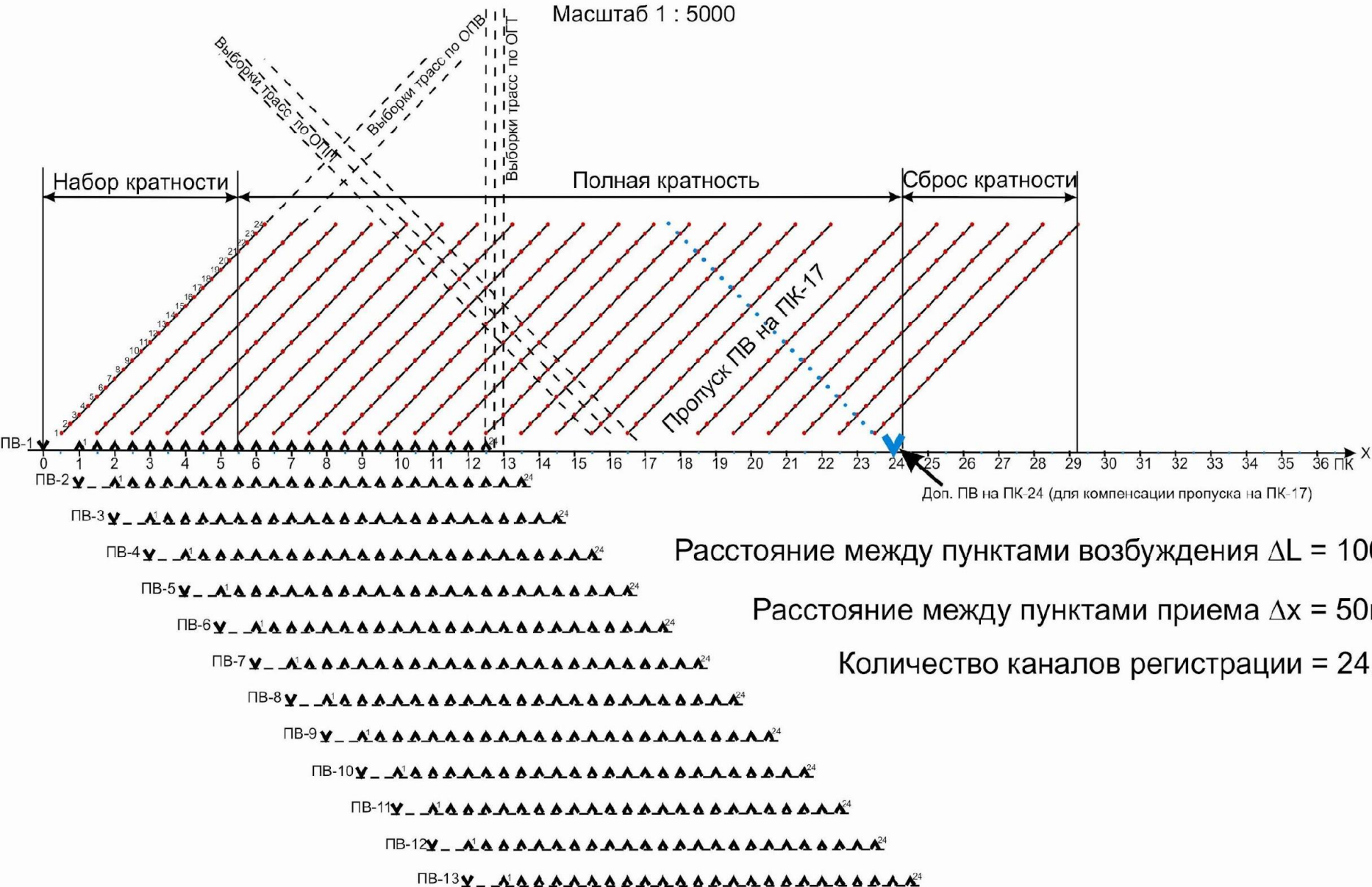
# Схема формирования сейсмограммы ОГТ – сортировка трасс многоканальной сейсмограммы (пример)



# Система наблюдения ОГТ - 2Д

Фланговая, кратность = 6

Масштаб 1 : 5000



Расстояние между пунктами возбуждения  $\Delta L = 100\text{м}$ .

Расстояние между пунктами приема  $\Delta x = 50\text{м}$ .

Количество каналов регистрации = 24.

# ***Выводы по рис. На слайде 12***

***Системы наблюдения (СН)*** в методе ***Общей Глубинной Точки (МОГТ)*** характеризуются следующими особенностями:

1 – Полная кратность ( в примере  $N = 6$ ) может быть получена только для точек профиля, находящихся правее начала профиля (в примере - ПК 5).

2 - Кратность наблюдений в начале и конце профиля различна и меняется от единицы до полной. Эти части профиля называют ***участком набора (сброса) кратности*** .

3 – Если при обработке данных ***МОГТ*** необходимы сейсмограммы, для которых общим является пункт приема – ***сейсмограммы ОПП***, они также получаютс<sub>я</sub> выборкой трасс из сейсмограмм ***ОПВ***.

4 – Если при производстве работ в сложных поверхностных условиях приходится пропускать некоторые пикеты (на рис 6.4 это ПК-17), то этом на участке профиля падает кратность.

5 - Для недопущения падения кратности производится замещение попущенных пикетов.

## ***Выбор параметров системы наблюдений МОГТ 2D***

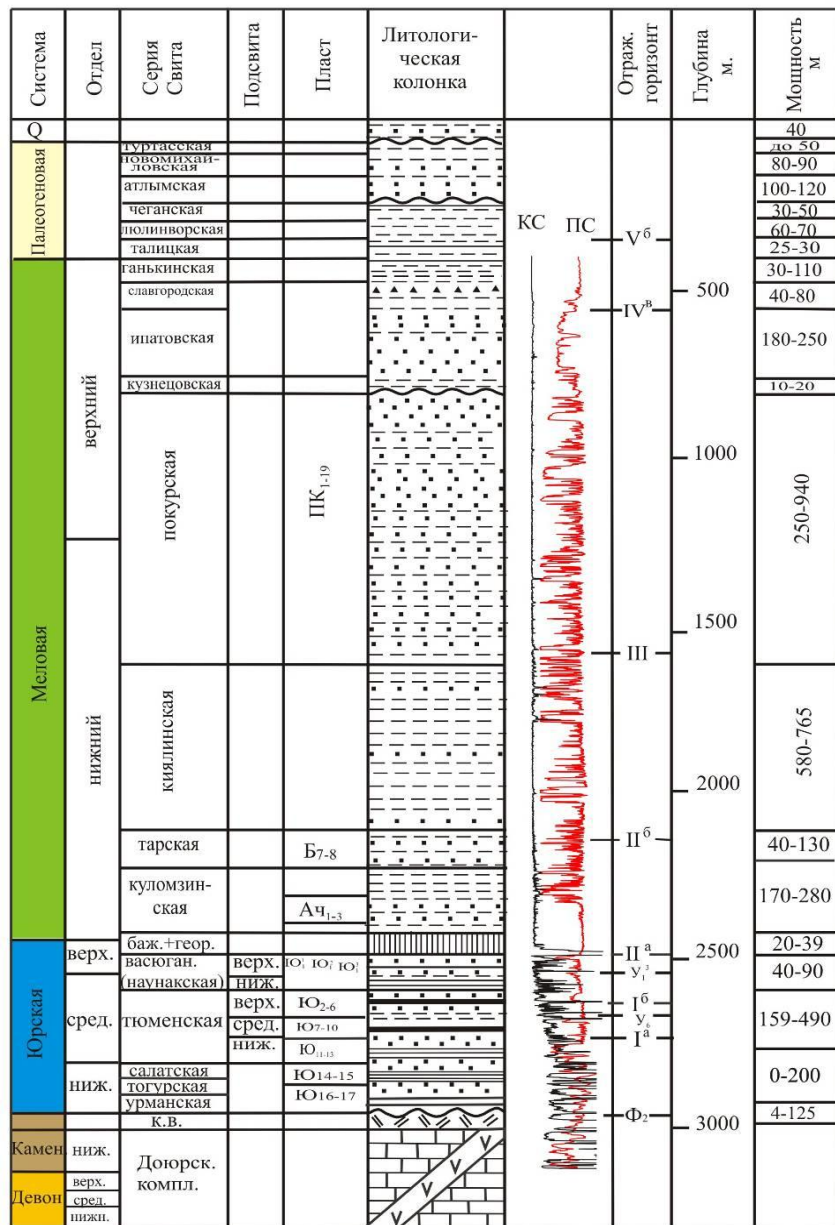
Для целей проектирования должна быть составлена ***сейсмогеологическая модель среды***.

Идеальными данными для её составления являются результаты ***Вертикального Сейсмического Профилирования – ВСП***, при отсутствии таких данных модель может быть составлена по результатам ранее проведенных наземных работ ***МОГТ***.

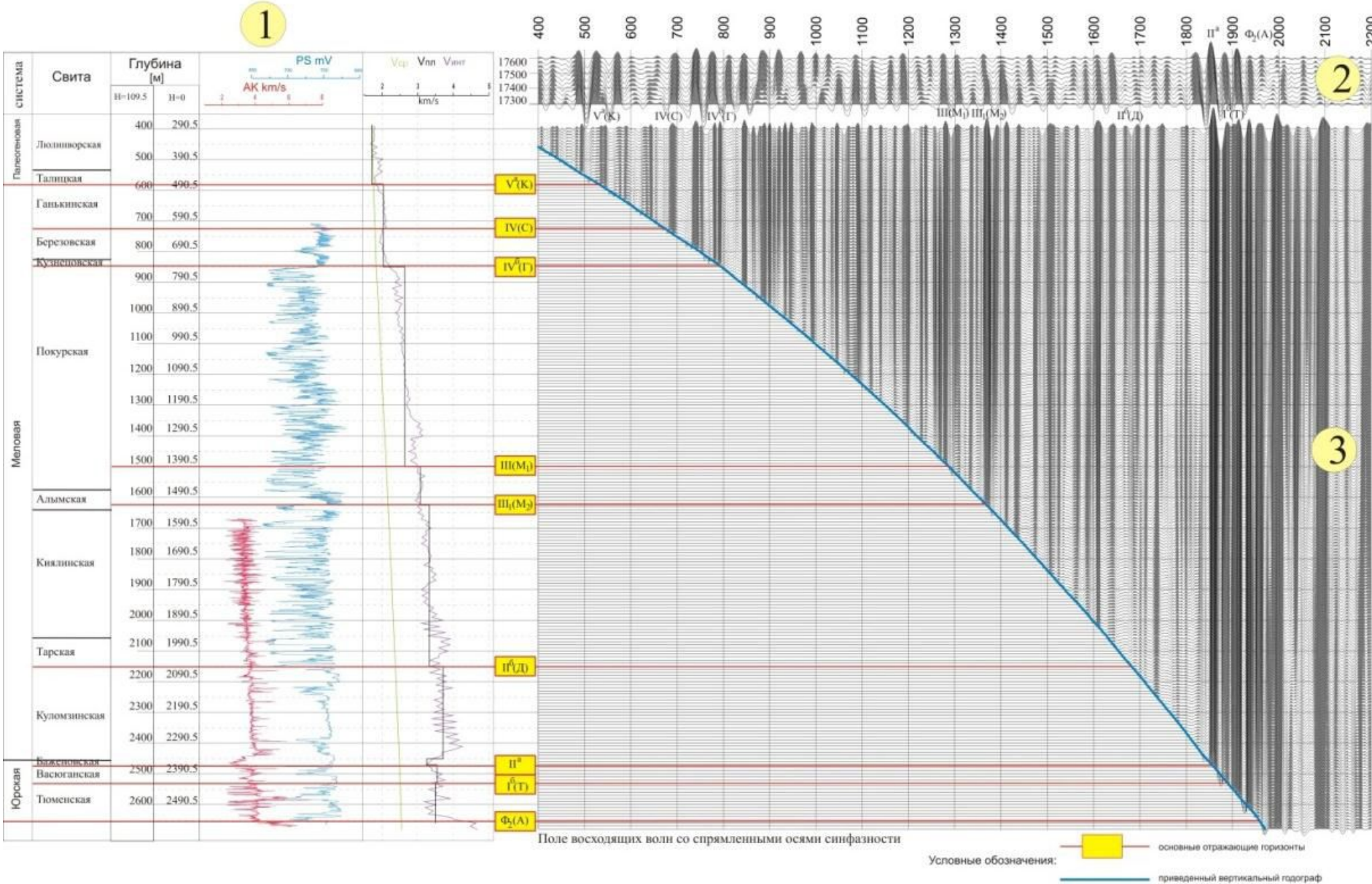
Для целей проектирования ***сейсмогеологическая модель среды строится в сильно упрощенном варианте*** обычно это пластовая модель, границами пластов являются основные отражающие горизонты.

Для каждого пласта (с номером  $i$ ) должны быть известны:  $h_i$  - мощность пласта,  $V_i$  - скорость в пласте,  $\rho_i$  – плотность.

# Сводный литолого-стратиграфический разрез осадочного чехла для одного из районов Томской области



# Сводный монтаж ВСП и ГИС





# *Скоростная модель*

№ пласта	Скорость Впл (км/с)	Глубина до подошвы	Индекс отражающего горизонта
1	1,6	500	V
2	2,0	750	IV
3	2,6	1500	III
4	3,3	2000	II <sub>б</sub>
5	3,7	2400	II <sub>а</sub>
6	3,2	2550	I <sub>б</sub>
7	3,5	2700	Φ <sub>2</sub>
8	4,6	Не определен	

# Выбор базы наблюдений

Выбор параметров системы наблюдений следует начинать с определения *базы наблюдений* -  $L$  и *шага наблюдений* -  $\Delta x$ .

База наблюдений –  $L$  выбирается в зоне уверенного прослеживания полезных волн, её стремятся выбрать максимальной, т. к. при этом будет лучшее подавление кратных волн.

База наблюдений –  $L$  связана с максимальным расстоянием -  $X_{max}$ , которое выбирается на уровне *(0.8- 1.2) H*, где  $H$ - глубина самого нижнего горизонта представляющего геологический интерес.

Для избавления от сильных поверхностных и звуковых волн при наблюдениях иногда применяют вынос (офсет). Его величина выбирается опытным путем и обычно лежит в пределах от 100 м до 1000 м.

Для нашего примера  $X_{max}$  можно принять равным 3000 м, тогда база наблюдений –  $L$ , для фланговой СН равна или меньше 3000 м, а для центральной – 6000 м.

## ***Выбор шага между пунктами приема – $\Delta x$ в МОГТ-2D***

В работах по методу **ОГТ**, где корреляция сейсмических волн проводится, как правило, уже после введения априорных кинематических поправок, и требованиями фазовой корреляции волн (см. выше) можно и пренебречь.

Шаг между каналами  $\Delta x$  обычно составляет **25 – 50** м, и главным условием его выбора становятся геологические и экономические аспекты.

Современные тенденции таковы, что шаг наблюдения уменьшается, иногда до 5 метров.

,

# **Выбор кратности наблюдения в МОГТ-2D**

Кратность профилирования  $N$  в **МОГТ** определяется целым рядом факторов. Прежде всего, необходимо принимать во внимание соотношение средних значений амплитуд кратных волн  $A_{кр}$  и однократных  $A_{одн}$ , их соотношение будем называть отношением сигнал – помеха на входе **ИС ОГТ**  $(A_c/A_n)_{вх}$ . Оно может быть определено по результатам **ВСП**, результатам ранее проведенных работ **МОГТ** или по теоретическим расчетам.

Отношением сигнал – помеха на выходе **ИС ОГТ**  $(A_c/A_n)_{вых}$  определяется решаемыми геологическими задачами, для решения большинства ставящихся сегодня задач требуется, чтобы это отношение было не менее **10**.

Таким образом, зная отношение,  $A_c/A_n$  на входе и выходе **ИС ОГТ** вычисляем требуемую степень ослабления кратных волн – помех.

Теоретически можно рассчитывать кратность для ослабления наиболее интенсивной кратной волны – помехи, мешающей прослеживанию целевых (полезных) волн, или для ослабления случайных волн-помех.

Реальные значения кратности профилирования  $N$  в **МОГТ -2D** в Западной Сибири (наиболее благоприятном для проведения сейсморазведочных работ регионе) – 30 – 60, в других регионах выше.