

Тема 6. *Методика и технология сейсморазведочных работ*

8 часов, лекции № 16 и № 19

Лекция № 16

Системы наблюдений в сейсморазведке
Сети профилей

МЕТОДИКА И ТЕХНОЛОГИЯ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Методика сейсморазведочных работ включает в себя следующие элементы сейсморазведки: *системы наблюдений, сети профилей, условия возбуждения и приема сейсмических колебаний.*

Взаимное расположение пунктов возбуждения (ПВ) и пунктов приема (ПП) сейсмических волн в изучаемой среде принято называть системой наблюдений.

Последовательность взаимного перемещения ПВ и ПП на поверхности наблюдений называют технологией наблюдений.

Поскольку источники и приемники приурочены к отдельным точкам пространства, *общим свойством систем наблюдения является их дискретность.*

Системы наблюдений

Пункты возбуждения и приема колебаний располагаются на линиях, которые принято соответственно называть линиями пунктов возбуждения (*ЛПВ*) и линиями пунктов приема (*ЛПП*). Они могут совпадать и не совпадать в пространстве.

В зависимости от структуры, формы и взаимного расположения линий пунктов возбуждения (*ЛПВ*) и линий пунктов приема (*ЛПП*) сейсмических волн различают точечные, профильные и пространственные (площадные) системы наблюдений.

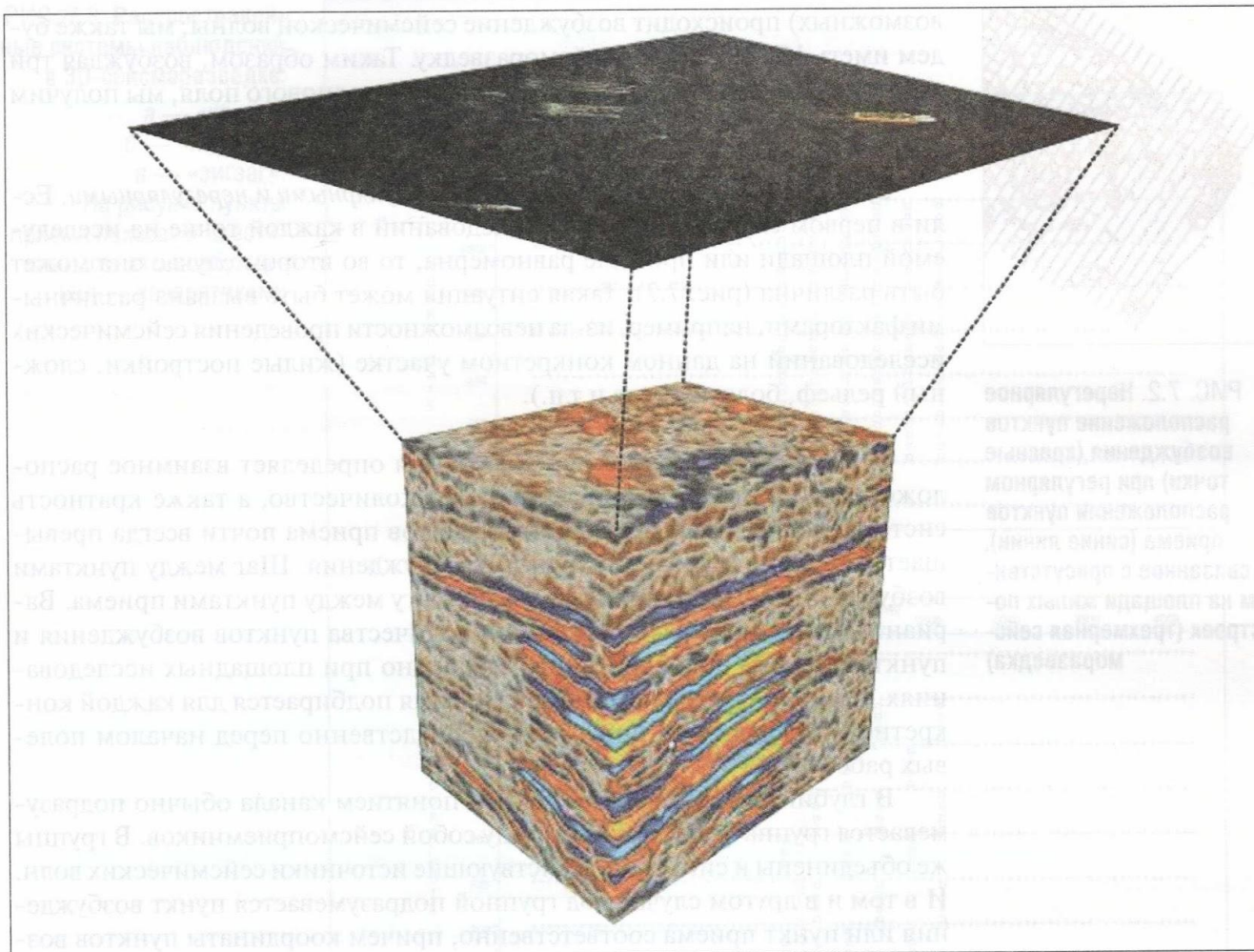
В сейсморазведке принята *индексация систем наблюдений*, характеризующая их размерность (*Dimension – D*) и компонентность (*Component – C*).

В соответствии с этим принято говорить об одномерной, двумерной и трехмерной сейсморазведке. Эти виды исследований соответственно называют *D, 2D, 3D* измерениями.

В обозначении *4D сейсморазведка* дополнительной размерностью является время, когда площадные наблюдения проводят на одном и том же объекте через некоторые интервалы времени при неизменной системе наблюдений, т. е. это *сейсмический мониторинг*.

Куб сейсмической информации

3D сейсморазведка



Компонентность систем наблюдений

Компонентность наблюдений:

1С – одна компонента, чаще всего вертикальная – z , характерна для большинства производственных работ на ***продольных волнах***.

2С – две компоненты, например горизонтальная - x и вертикальная – z , при совместных наблюдениях ***продольных и обменных волн*** типа ***SV***.

3С – все три компоненты (x, y, z), что реализовано например в Вертикальном сейсмическом профилировании – ***ВСП***.

Индексация систем наблюдений может указывать компоненты не только при приеме колебаний, но при их возбуждении, в твердой среде возможно генерировать колебания по различным направлениям.

В общем случае компонентность может достигнуть $3 * 3 = 9$, это можно обозначить как – ***9С***.

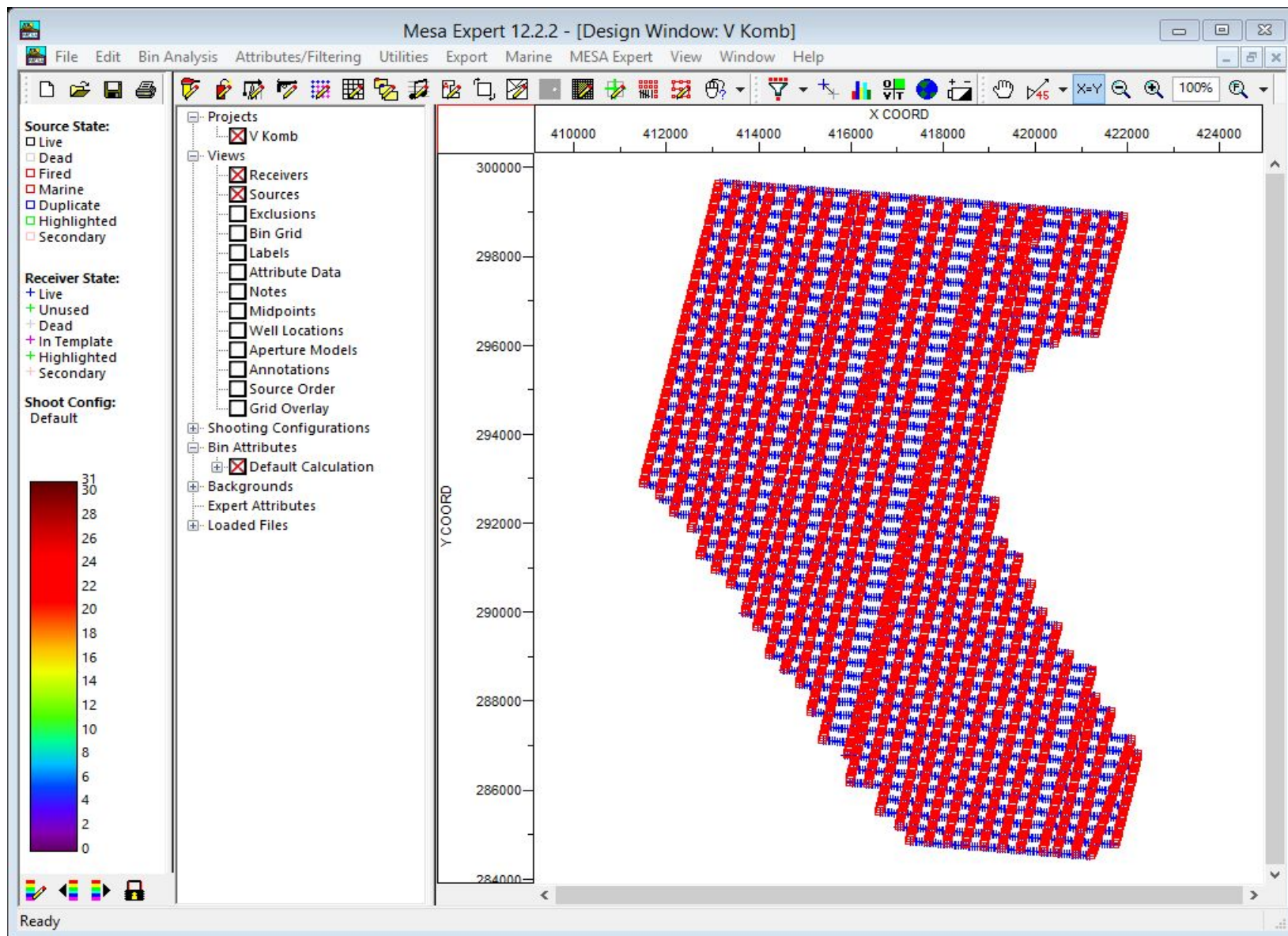
Регулярность системы наблюдений

Регулярность системы наблюдений – это постоянство её геометрии. Обычно используют *регулярные СН* которые обеспечивают равномерную плотность исследований. Однако на практике создать такую СН во многих случаях невозможно на данном конкретном участке из за наличия *водоемов, болот, резких форм рельефа, сельхозугодий, дорог, жилых застроек и.т.д.*

При работах на море регулярность нарушается из за флуктуаций курса судна и скорости его движения, а также воздействием течений и волнений воды.

Нерегулярность системы наблюдений приводит к различным сложностям при интерпретации данных сейсморазведки (пример такой системы ниже)

Пример нерегулярной системы наблюдений

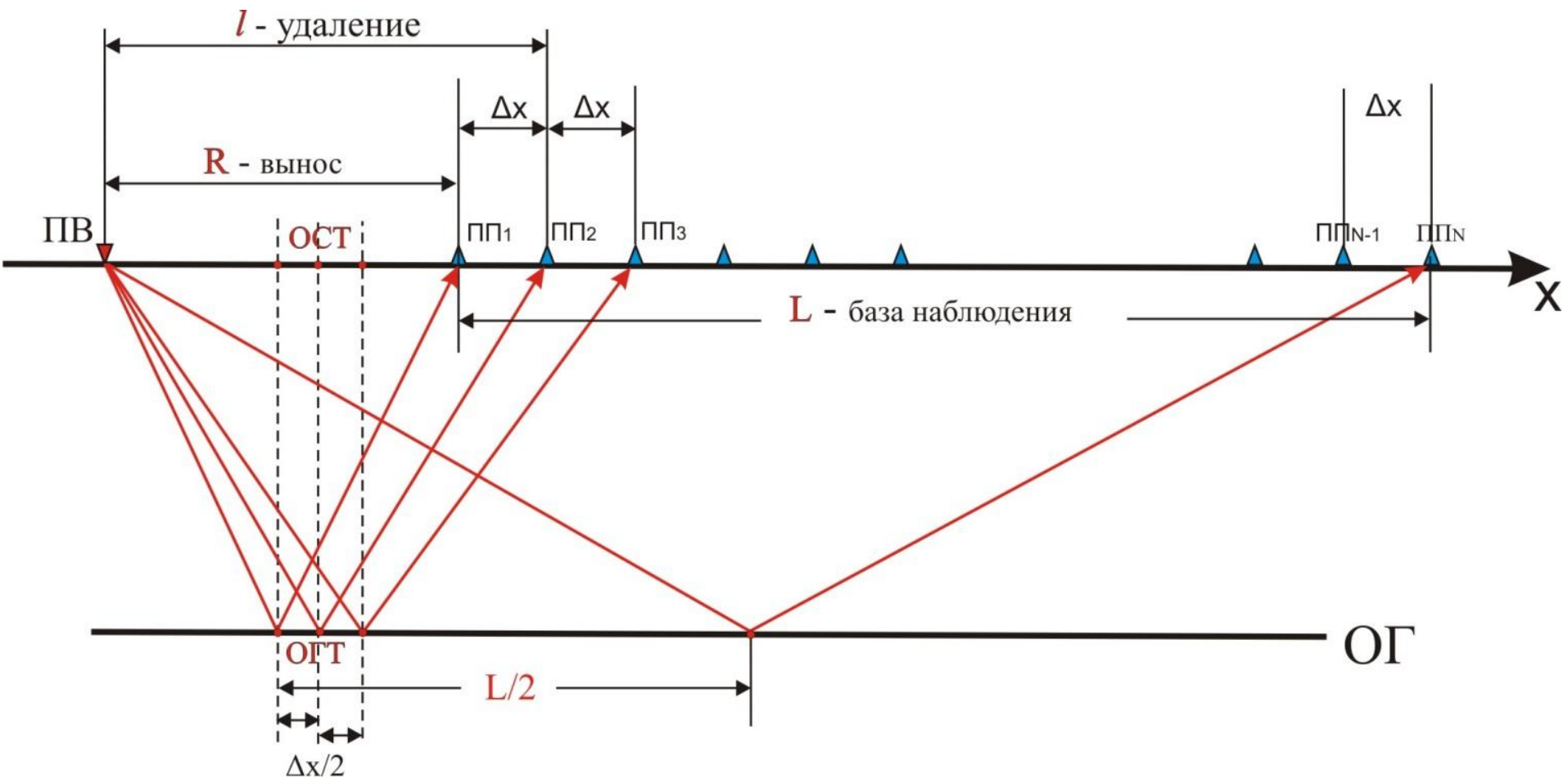


Типы систем наблюдений

В сейсморазведке при исследованиях по линейным профилям наиболее часто используются следующие системы наблюдений:

- * *фланговые* - с пунктами возбуждения, расположенными по одну сторону базы приема - *линии пунктов приема* (ЛПП) - на ее конце или за ее пределами (*фланговые с выносом*);
- * *встречные фланговые* - с пунктами возбуждения, расположенными на обоих концах базы приема (ЛПП) или с двух сторон за ее пределами (*встречные фланговые с выносом*);
- * *центральные* - с пунктом возбуждения в центре базы приема (*симметричные*) и с пунктом возбуждения, смещенным к одному из краев (*асимметричные*).

Параметры системы наблюдений



Параметры системы наблюдений

1. Расстояние l от пункта приема до пункта возбуждения – удаление или

дистанция (offset)

$$l = \sqrt{(X_{\text{ПП}} - X_{\text{ПВ}})^2 + (Y_{\text{ПП}} - Y_{\text{ПВ}})^2}$$

В нефтегазовой сейсморазведке удаления в среднем составляют **3 – 5 км**.

2. Длина расстановки – база наблюдения – L при количестве пунктов приема N

равна: $L = (N-1)\Delta x$

где Δx – шаг между пунктами приема.

В *методе отраженных волн (МОВ)* длина расстановки выбирается исходя из возможности прослеживания отраженных волн от целевых границ и как правило не превышают глубину *до самой глубокой ОГ*.

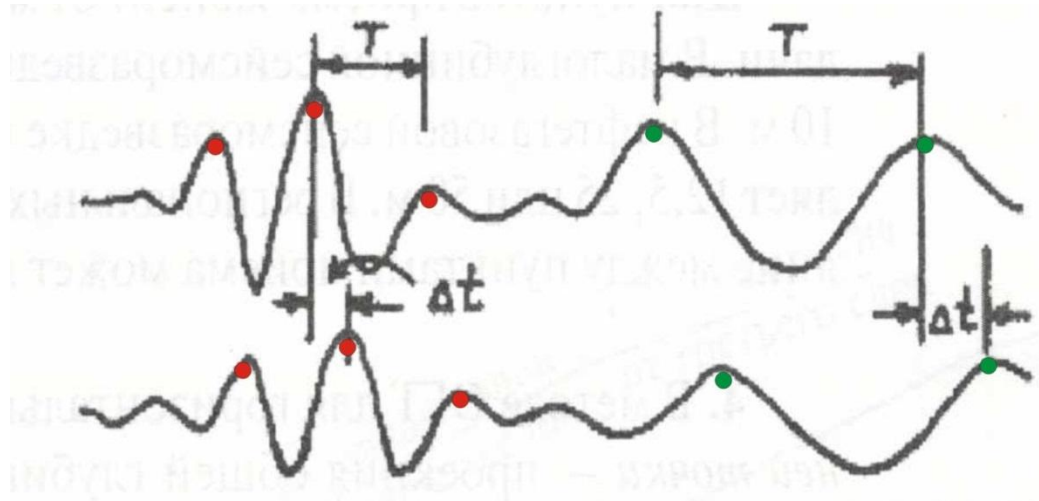
В *методе преломленных волн (МПВ)* так же длина расстановки выбирается исходя из возможности прослеживания преломленных (головных) волн от целевых границ. В зависимости от скоростной характеристики среды длину расстановки на практике выбирают в **5 – 10 раз большую заданной глубины** исследования среды.

Параметры системы наблюдений

3. Шаг между пунктами приема – Δx определяется возможностью фазовой корреляции полезной волны на сейсмограмме от трассы к трассе.

Временные сдвиги Δt между *фазами (максимумами)* полезной волны не должны превышать половину видимого периода волны т.е. $\Delta t \leq T/2$.

Из этого условия следует, что шаг между пунктами приема не должен превышать половину видимой длины волны т.е. $\Delta x \leq \lambda/2 \leq T \cdot V_k/2$



Шаг между пунктами приема зависит от масштаба съемки и решаемой геологической задачи.

В малоглубинной сейсморазведке $\Delta x = 2 - 5$ реже 10 м.

В нефтегазовой сейсморазведке $\Delta x = 12,5 - 25$ или 50 м.

При региональных сейсмических наблюдениях Δx может достигать $2 - 5$ км.

Параметры системы наблюдений

4. Координаты *точек отражения – глубинных точек (ГТ)* в горизонтально слоистой среде и их проекции на линию наблюдения – *средние точки (СТ)* определяется как:

$$X_{ГТ} = X_{СТ} = \frac{X_{ПП} - X_{ПВ}}{2}$$

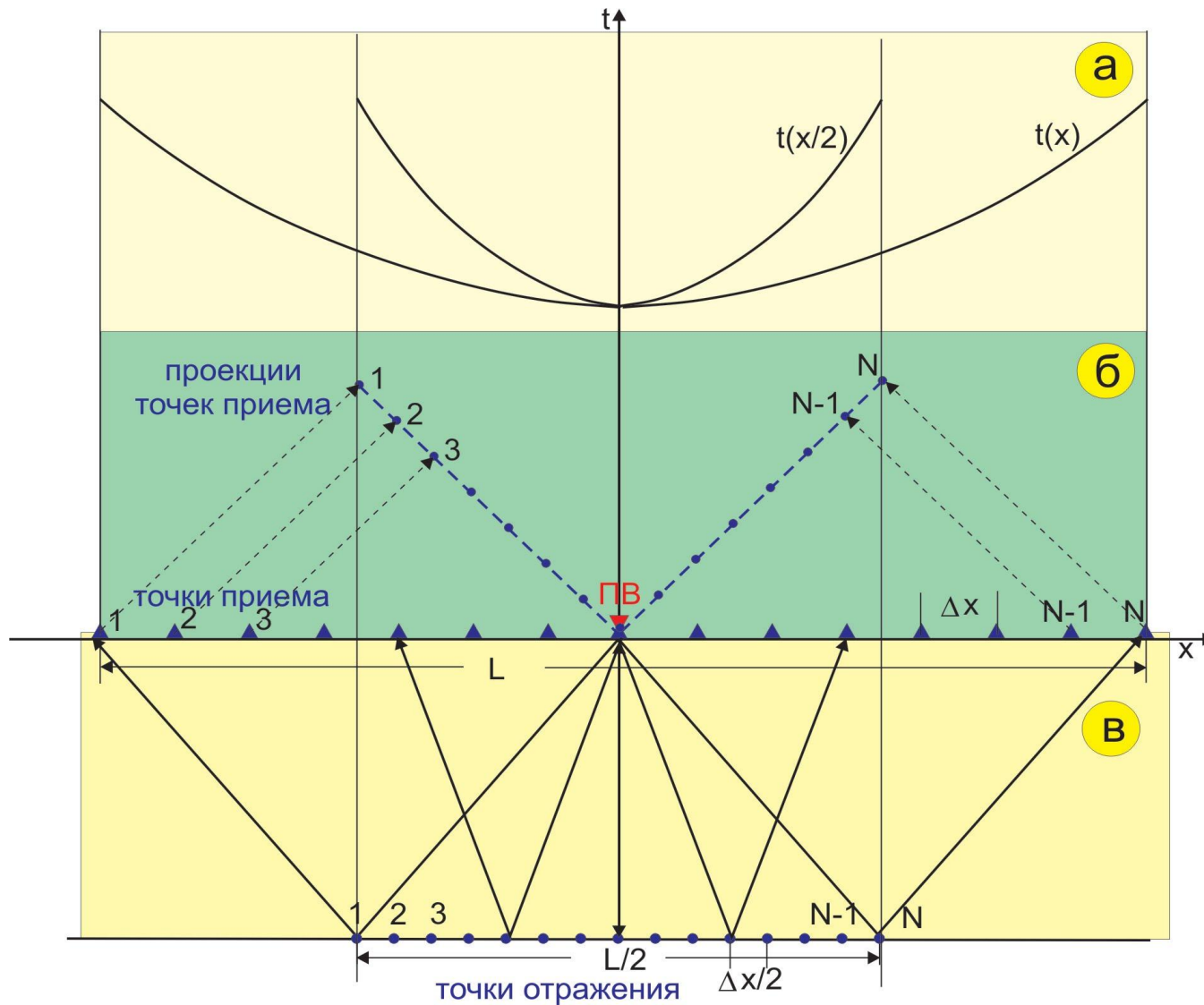
5. Шаг *точек отражения – глубинных точек (ГТ)* всегда равен половине шага между пунктами приема и не зависит от других параметров системы наблюдения:

$$\Delta X_{ГТ} = \frac{1}{2} \Delta X_{ПП}$$

Тогда *интервал прослеживаемости* для отраженной волны равен половине *длины расстановки – базы наблюдения – L/2*

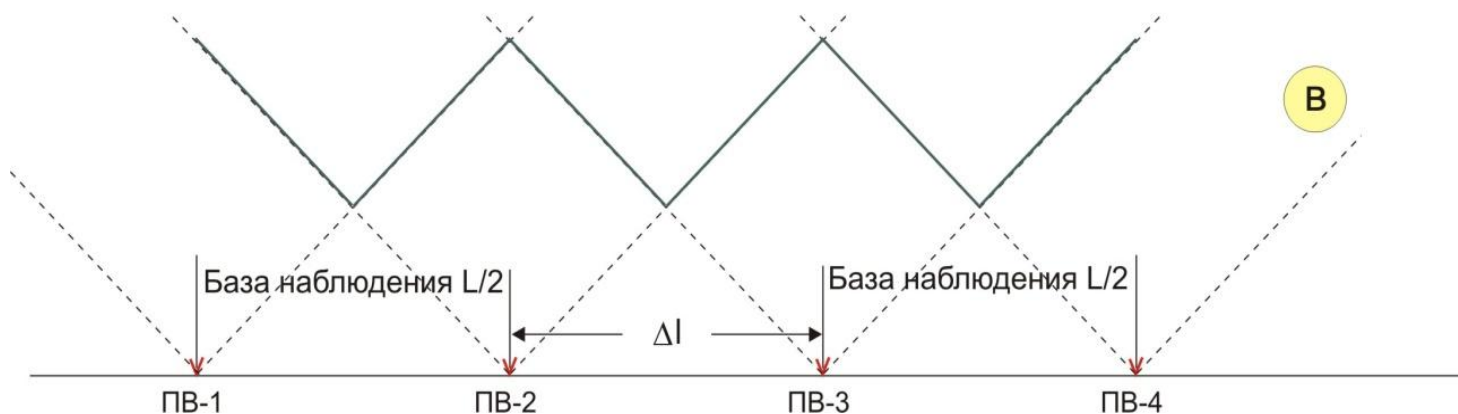
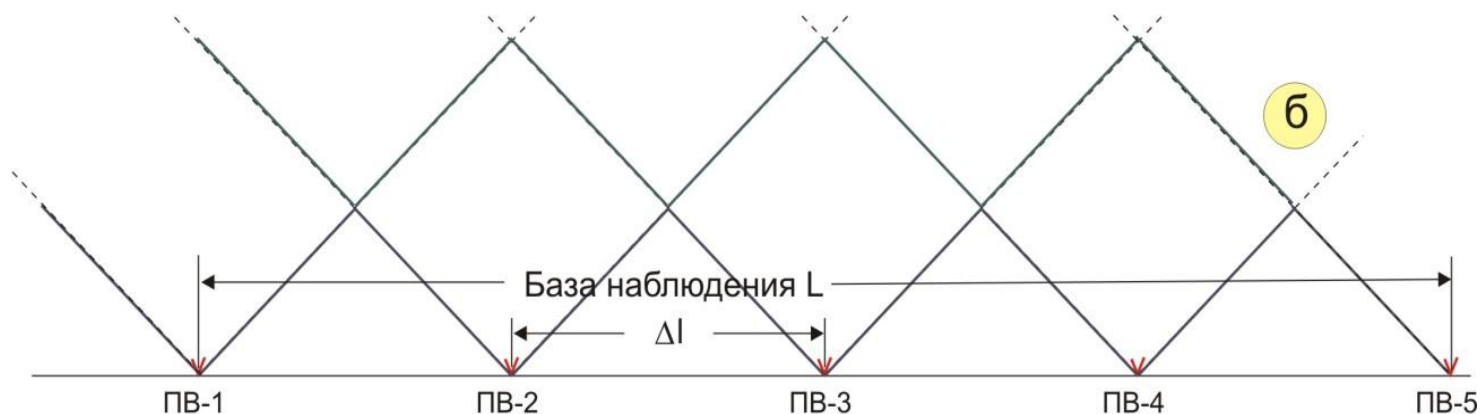
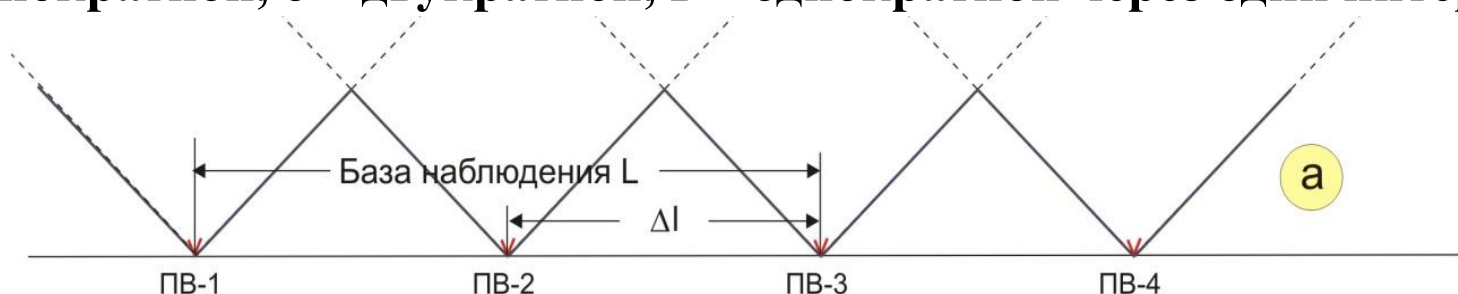
Изображение систем наблюдений

на плоскости годографа - (а);
на обобщенной плоскости (б);
схема лучей отраженной волны (в)



Изображение линейных систем наблюдений

а – однократной, б – двукратной, в – однократной через один интервал



Соотношение между базой наблюдения – L и интервалом возбуждения - Δl

Для обеспечения непрерывного, *однократного* прослеживания границы интервал возбуждения Δl должен быть в два раза меньше базы наблюдения L

$$\Delta l = L/2$$

Если база наблюдения L будет в 4 раза превышать интервал возбуждения Δl , 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:

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

Такие Системы Наблюдения (СН) применяются в настоящее время в *Методе общей глубинной точки (МОГТ)*, при этом N обычно равно от *30* до *60*

Сети наблюдений в сейсморазведке

Расположение сети наблюдений определяется задачами работ, глубинными и поверхностными сейсмогеологическими условиями. Сети наблюдений должны быть увязаны со скважинами, расположенными на площади исследований. В сеть проектных профилей могут включаться специальные профили, проходящие через скважины.

Профильные работы рекомендуется вести по прямолинейным профилям вне зависимости от рельефа местности. Излом прямолинейных профилей и работа по криволинейным профилям допускаются лишь при наличии участков местности, непреодолимых по разным причинам (требования безопасности, экологии, наличие населенных пунктов и промышленных территорий).

Точки излома сейсмических профилей, как правило, рекомендуется совмещать с пунктами возбуждения. Углы излома профилей не должны, как правило, превышать 5° - 15° .

При наличии глубоких скважин следует связать с ними сеть профилей

Сети наблюдений в сейсморазведке

Сейсморазведочные работы **2D** проводятся для целей изучения строения земной коры по отдельным профилям или сети профилей с целью решения геологических задач на

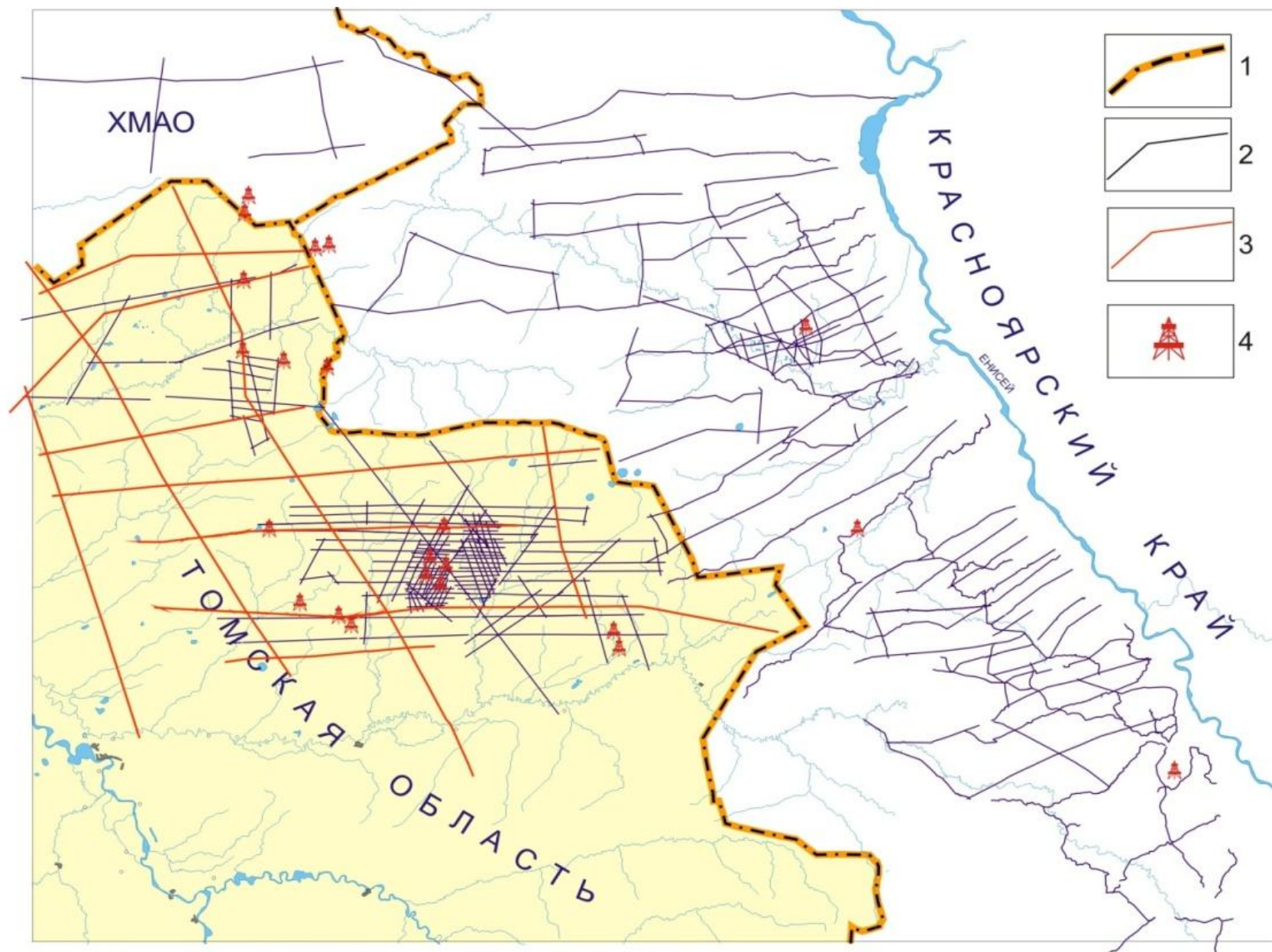
региональном;

поисково – оценочном;

детальном, этапах геологоразведочного процесса.

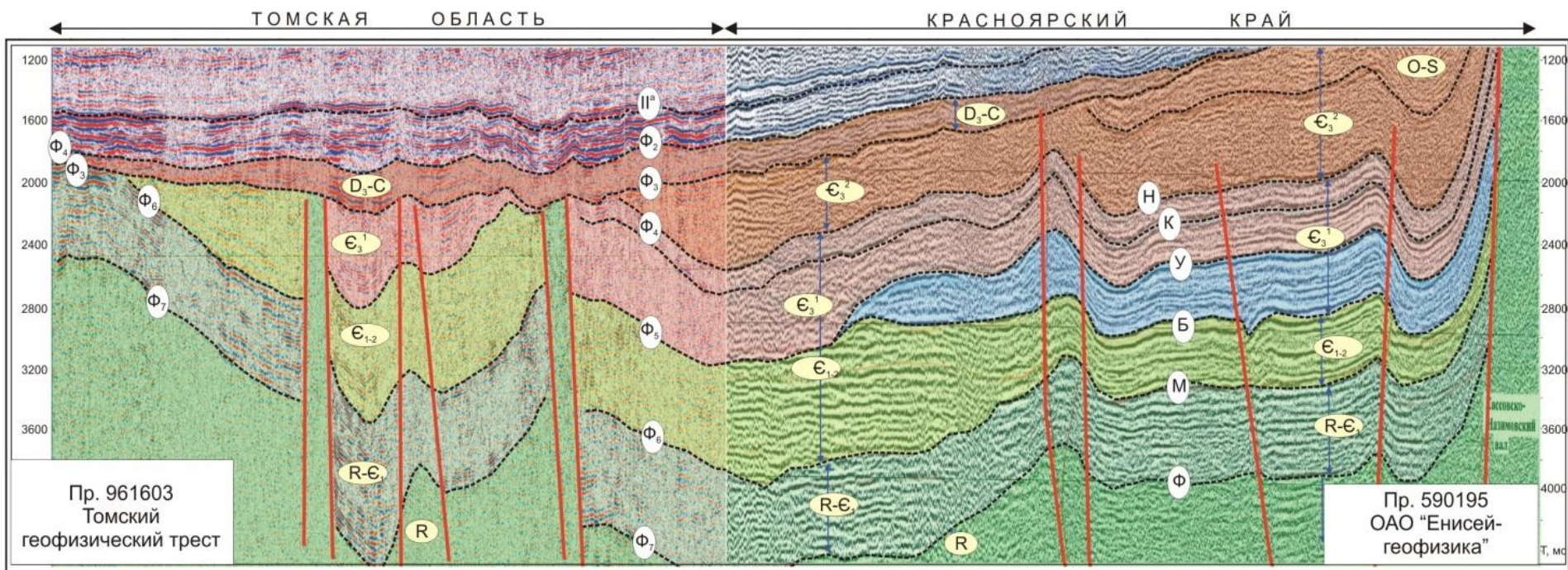
На региональном этапе сейсморазведочных работ изучается по отдельным протяженным профилям общее геологическое строение обширных территорий, производится оценка перспектив нефтегазоносности, выявляются и прослеживаются нефтегазоперспективные комплексы пород, определяются по различным горизонтам конфигурации крупных поднятий и прогибов, выделяются районы, представляющие интерес для постановки поисковых работ.

Схема региональных сейсморазведочных профилей на востоке Томской области



Временные сейсмические разрезы

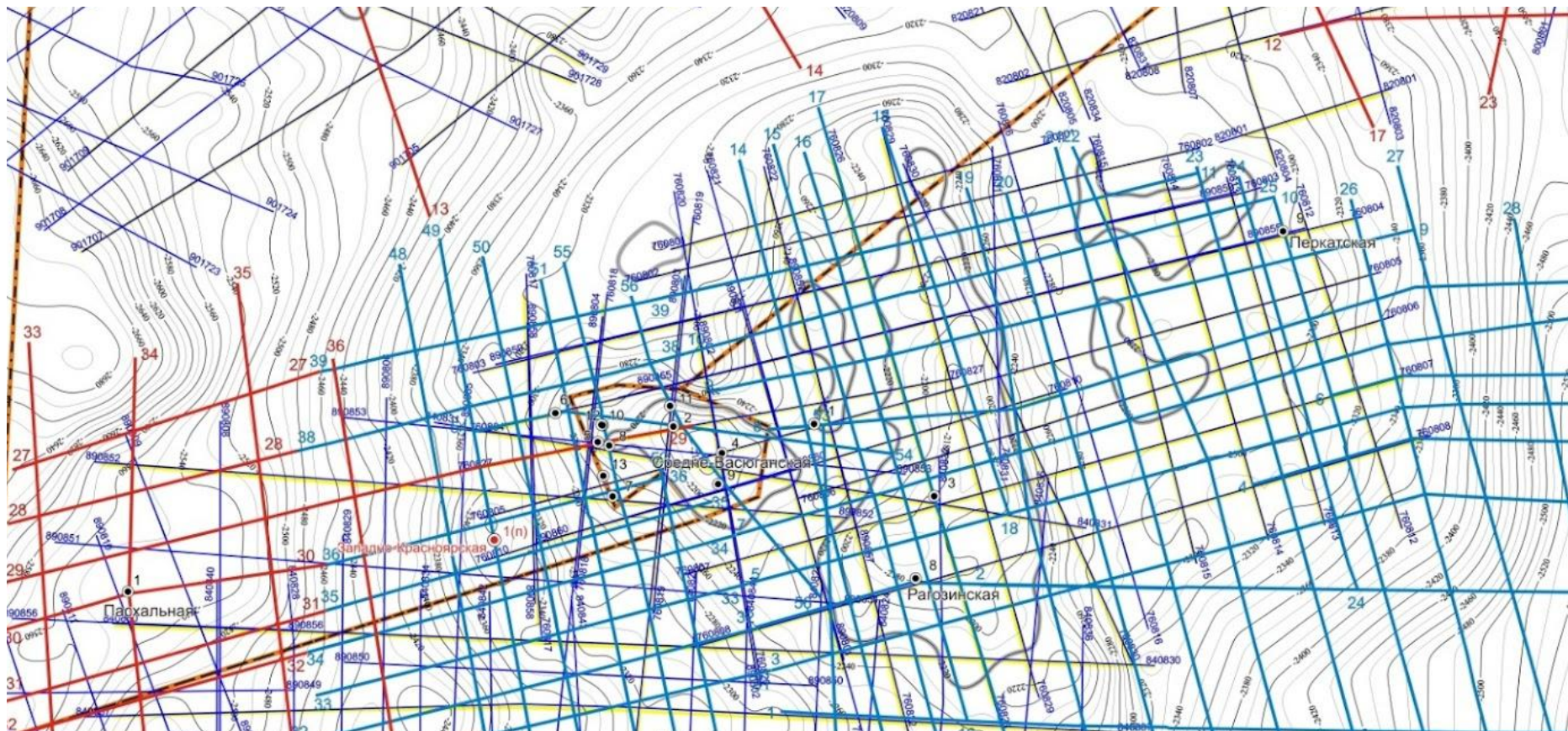
по региональным профилям Предъенисейской нефтегазоносной провинции



Результаты региональных сейсморазведочных работ представляются как правило по отдельным профилям, в виде временных разрезов.

Рекомендуемые расстояния между профилями при региональных работах 5-20 км.

Поисковая сеть сейсморазведочных профилей МОГТ-2Д



На поисковом (поисково-оценочном) этапе сейсмической разведкой выявляют перспективные на нефть и газ площади или отдельные зоны, представляющие интерес для проведения последующих детальных работ.

Густота сети сейсмических профилей на поисковом этапе

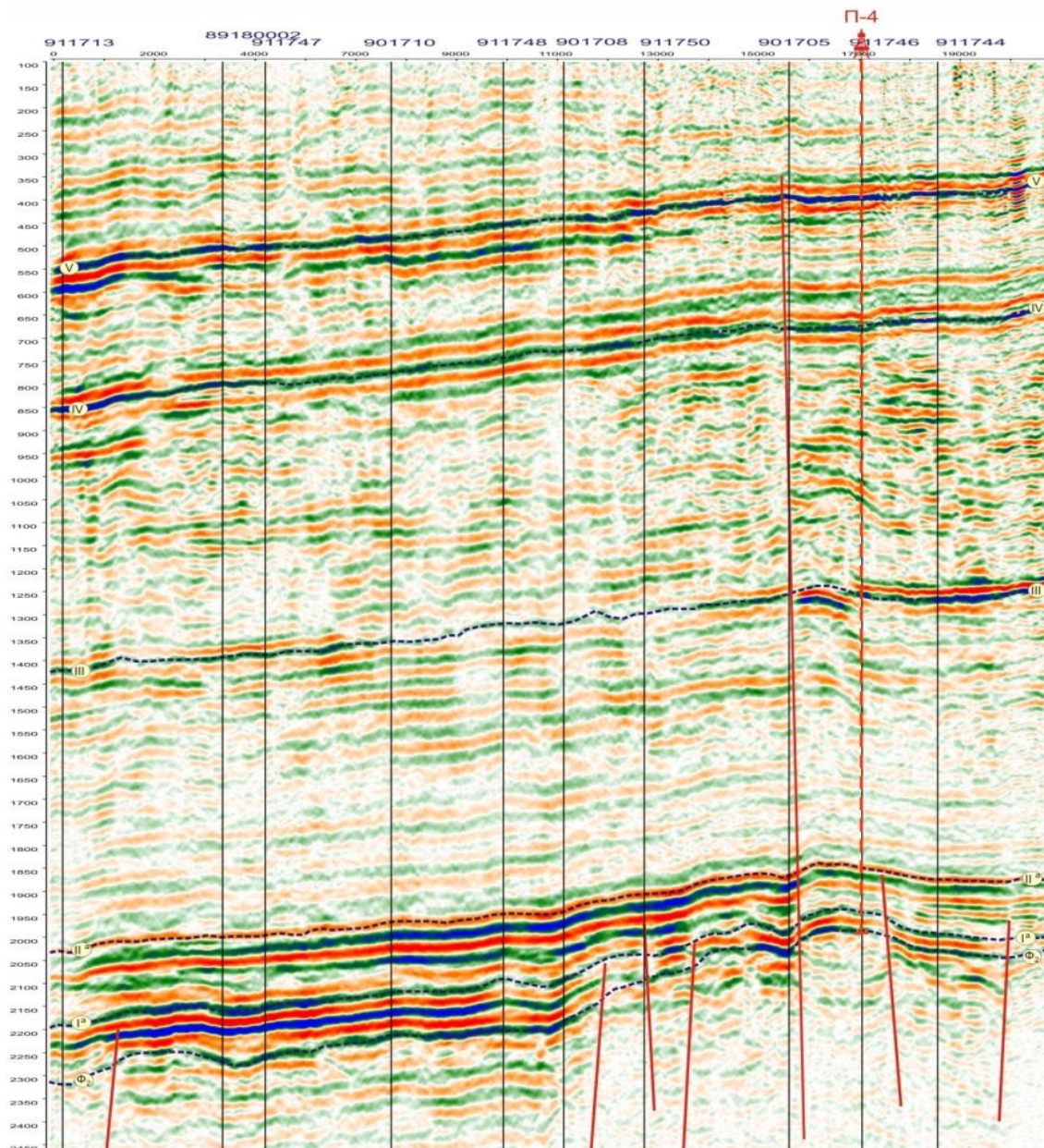
В сейсморазведке нет жесткой связки между густотой сети и масштабом съемки.

Густота сети профилей на второй стадии поискового этапа выбирается такой, чтобы обеспечивалась достаточная точность структуры (объекта) в плане и в разрезе.

На основании теоретических исследований и обобщения материалов практики рекомендуются следующие количественные показатели сети наблюдений для разных масштабов съемки

Масштаб итоговых карт	Поисковые сети, достаточные для оконтуривания структур	Оптимальные сети для подготовки структур	Предельно допустимая густота сети
1:50000	2 x (4 - 6) 0.66 - 0.75	1 x (2 - 4) 1.25 - 1.50	0.25 x (0.5 - 1.0) 5 - 6
1:100000	4 x (8 - 12) 0.33 - 0.37	2 x (4 - 6) 0.66 - 0.75	0.5 x (1 - 2) 2.5 - 3

Временной сейсмический разрез по профилю 2Д и рекомендованная глубокая скважина (П-4)



Сети наблюдений на детальном этапе

На этапе детальных работ целью сейсмических исследований является выявление и уточнение положения отдельных залежей углеводородов, прослеживание их пространственного положения, оценка свойств коллекторов интересующих нас пластов на основе совместной интерпретации сейсмических материалов и данных геофизических исследований в скважинах.

В настоящее время работы на этом этапе, как правило, выполняются с использованием ***пространственных систем наблюдений 3D***. По материалам этих работ выполняется корректировка ранее составленных проектов разработки месторождений углеводородов

Сейсмическая разведка в настоящее время все успешнее применяется и для целей изучения ***процесса изменения конфигурации залежей углеводородов*** в ходе разработки месторождений путем проведения повторяющихся во времени сейсмических работ.

Выбор сети профилей для решения конкретных геологических задач будет Вами произведен при ***выполнении курсовой работы***.