

7М07202 «Геология и разведка месторождений  
полезных ископаемых»

Дисциплина МТРІК 7306

# Месторождения твердых полезных ископаемых Казахстана

Маусымбаева Алия Думановна

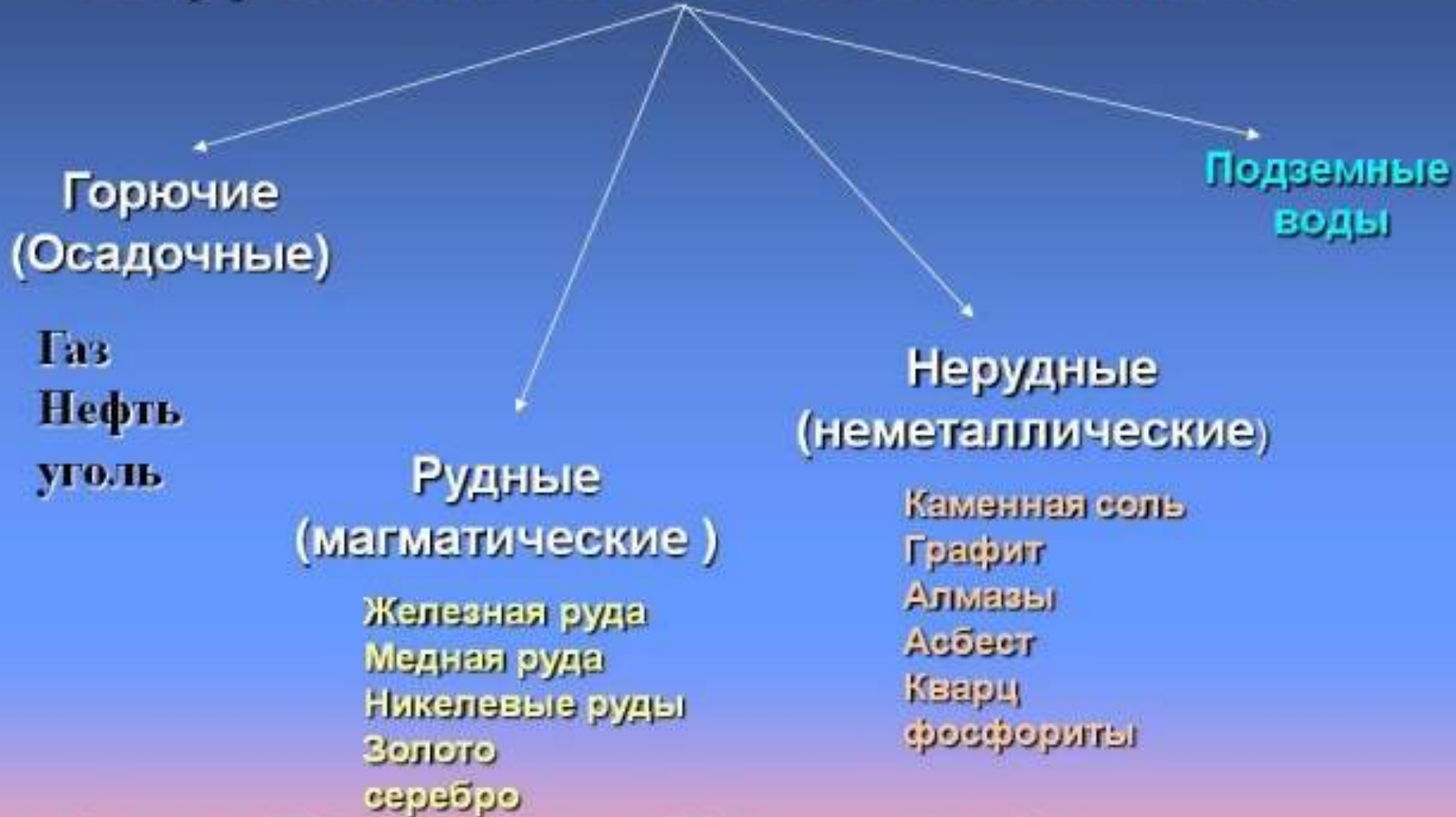
Ассоциированный профессор кафедры ГРМПИ: доктор PhD, к.т.н.



# Тема 7: Фосфор – Апатиты Фосфориты Соли Асбест

- Цель: Детально изучить сырьевую базу неметаллических полезных ископаемых, сформировать у магистрантов комплексное представление о видах, составе, геологическом строении, условиях образования, размещения и промышленной значимости неметаллических ресурсов, а также о современных подходах к их оценке, разведке и рациональному использованию.

# Виды полезных ископаемых



## Фосфор (Р)

Среднее содержание фосфора в земной коре немногим менее 0,1% (или 0,25% оксида фосфора  $P_2O_5$ ). Наиболее высокие концентрации  $P_2O_5$  отмечаются для магматических щелочных (0,6-1,0%) и основных (0,4%) пород, несколько меньше – в кислых породах (0,23%). Содержание  $P_2O_5$  для осадочных пород колеблется в интервале 0,04-0,1%.

Фосфатное сырье представлено двумя главнейшими типами руд: апатитовыми и фосфоритовыми; в первых апатит образует яснокристаллический агрегат, во-вторых – фосфаты кальция из группы апатита представлены скрыто- или микрокристаллическими образованиями.

Месторождения апатитов связаны с изверженными и метаморфическими породами, образуясь в результате эндогенных процессов, в то время как месторождения фосфоритов – с осадочными породами, формируясь в результате экзогенных процессов.

Гуано – продукты выделений морских птиц, приуроченные главным образом к островам и прибрежным районам низких широт. Свежие экскременты содержат около 22% N и 4%  $P_2O_5$ . В результате их быстрого разложения доля фосфата возрастает, а азота уменьшается. Современное гуано содержит 10-12%  $P_2O_5$ , а выщелоченное – 20- 32%. Последнее состоит в основном из монетита  $H_4CaPO_4$ , витлокита  $Ca_3(PO_4)_2$  и др. Крупнейшие месторождения гуано имели первоначальные запасы в сотни тыс. т; большинство их уже выработано.

**Монацит** –  $(Ce, La, Nd, Th)PO_4$

**Ксенотим** –  $YPO_4$



## Апатиты

**Апатиты** –  $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$

- Промышленные концентрации апатита в земной коре устанавливаются среди магматических, контактово-метасоматических, карбонатитовых (сложных магматически- метасоматических), гидротермальных, метаморфических и экзогенных (коры выветривания) образований.

- Апатитовые руды разнообразны. По своему минеральному составу они подразделяются на силикатно-оксидные, силикатные, карбонатно-силикатные, карбонатные и гидросиликатно- гидрооксидные.

- По средним содержаниям  $\text{P}_2\text{O}_5$  (мас. %) среди них выделяют убогие (до 4%), бедные (4- 8%), средние (8-16%) и богатые (свыше 16%).

- В зависимости от минерального состава апатитовые руды могут быть легко-, удовлетворительно- и труднообогатимыми. В первых извлечение  $\text{P}_2\text{O}_5$  в апатитовый концентрат превышает 90%, во-вторых – находится в пределах 70-90%, в-третьих – составляет менее 70%. Наиболее легко обогащаются силикатные (apatит-нефелиновые и др.) руды, наиболее трудно – карбонатные и гидросиликатно-гидрооксидные.

- Для обогащения методом флотации размер зерен апатита в рудах должен быть не менее 40 мкм. Апатитовый концентрат с содержанием  $\text{P}_2\text{O}_5$  более 35% может быть получен практически из всех минеральных типов руд. В комплексных рудах апатит может присутствовать либо как один из главных компонентов, либо как второстепенный компонент, либо как сопутствующая (обычно незначительная) примесь.

- Главнейшими геолого-промышленными типами месторождений, с которыми связаны подавляющая часть запасов и добычи этого сырья, являются апатит-нефелиновый в агпайтах, апатит-редкометалльно-магнетитовый (и апатит-редкометалльный) в карбонатитах и апатит-франколит-редкометалльный в корах выветривания карбонатитов.

### Фосфориты

- Среди промышленных скоплений (залежей) фосфоритов различают микрозернистые, зернистые, желваковые, ракушечные, галечниковые, а также рыхлые и каменные в корях выветривания, связанные с определенными формациями горных пород. В мировом балансе запасов фосфоритов резко преобладают зернистые руды (свыше 60%), доля микрозернистых - около 30%, а желваковых – около 7%.

- **Микрозернистые руды** состоят из мельчайших (0,01-0,1 мм) фосфатных зерен – оолитов, сцементированных фосфатно-карбонатным или фосфатно-кремнистым микрокристаллическим веществом. Главный фосфатный минерал – франколит, помимо которого, как в оолитах, так и в цементе фиксируются кварц, халцедон, кальцит, доломит, гидрослюда и др. минералы. Сод.  $P_2O_5$  21-28%. Макроскопически они напоминают окремненные известняки, доломиты, яшмы, кремни и другие породы. Такие фосфориты характерны для древних геосинклинальных фосфоритовых бассейнов (Салинский в России, Каратауский в южном Казахстане, Фосфория в США, Джорджия в Австралии и др.) в полях развития кремнистой и кремнисто-карбонатной осадочных формаций.

- **Зернистые руды** сложены округлыми фосфатными зернами (пеллетами, оолитами и пр.) и фосфатными органогенными обломками размером от 0,1 до 10 мм, сцементированными скрытокристаллическими фосфатами (франколитами), кварцем, халцедоном, кальцитом и др. минералами. Сод.  $P_2O_5$  23-32%. Нередко в этих рудах в качестве попутных компонентов присутствуют U и V. Внешне напоминают разнотернистые светлоокрашенные песчаники. Наиболее широко они развиты в крупнейшей Североафриканской провинции, входя в состав верхнемеловых-палеогеновых карбонатных и терригенно-карбонатных формаций. Такие фосфориты найдены в Центрально-Кызылкумском районе Узбекистана.

- **Желваковые фосфориты** состоят из конкреций, стяжений фосфатного вещества, фосфатизированных органических остатков размером 0,5-5 см, иногда до 15 см. Вмещающий материал – глауконит-кварцевые пески, глины, аргиллиты. Иногда такие желваки-конкреции срастаются, образуя фосфоритную плиту. По составу выделяют глинистые и песчаные желваки. Фосфатный материал – курскит, Сод.  $P_2O_5$  в исходной руде 8-14%, в первичном концентрате (желваки) – 16-22%. Это платформенные образования, связанные с терригенной глауконитовой формацией. Наиболее широко они развиты среди верхнеюрско-нижнемеловых осадочных толщ Восточно-Европейской платформы (Вятско-Камское, Егорьевское и др. месторождения).



## Соли

В химии к минеральным солям относят соединения, образованные в результате замещения атомов водорода в молекуле какой-либо кислоты атомами металла.

В геологии понятие «минеральные соли» (и соответственно «месторождения солей») применяют лишь для хлоридов и сульфатов Na, K, Mg, Ca, карбонатов Na, нитратов K и Na, а также сравнительно редких боратов, бромидов и йодидов.

Соли в земной коре связаны главным образом с ее осадочной частью, встречаясь либо в виде минералов кристаллического строения, либо в виде водных растворов. Они могут слагать значительные массы специфических горных пород (галолитов), или находиться в рассеянном (твердофазовом или жидком) состоянии.

## Асбест

Термин «асбест» объединяет различные по своему составу и свойствам минералы: хризотил, крокидолит, амозит, антофиллит, иногда тремолит, актинолит, резикит (близок магнезиорибекиту и магнезиоарфведсониту), родусит (разновидность магнезиорибекита) и др., обладающие способностью разделяться на тонкие волокна.

Последние отличаются весьма высокой прочностью, эластичностью и прядильными свойствами, термостойкостью, низкой электропроводностью, кислото- и щелочестойкостью. По своей атомной структуре хризотил принадлежит к минеральной группе серпентина, а все остальные – к группе амфиболов.

### Применение асбеста

- В промышленности используется волокно длиной более 0,5 мм высокой и пониженной прочности. Оно широко применяется в различных областях промышленности как в чистом виде, так и в соединении с другими материалами (цементом, тканями, картоном и др.). Номенклатура асбестовых изделий насчитывает свыше 3000 наименований.

- Основное количество хризотил-асбеста идет на производство всевозможных асбоцементных (трубы, кровельная плитка, шифер), асбестобитумных и асбестополиэфирных изделий, как заполнителя при производстве асфальта и бетона, изготовление различных фрикционных прокладок, дисков сцепления, трансмиссионных и приводных ремней, всевозможных картонно-бумажных изделий. Хризотил-асбест, не содержащий железа, является электроизолятором и используется в промышленности. Лучшие длинноволокнистые сорта хризотил-асбеста применяются в текстильной

Существует множество классификаций методов сейсморазведки по различным признакам и категориям. Рассмотрим некоторые из них.

1. По классу целевых (изучаемых) волн выделяют:

- Метод отраженных волн МОВ,
- Метод преломленных волн МПВ,
- Сейсмический каротаж СК
- Вертикальное сейсмическое профилирование ВСП

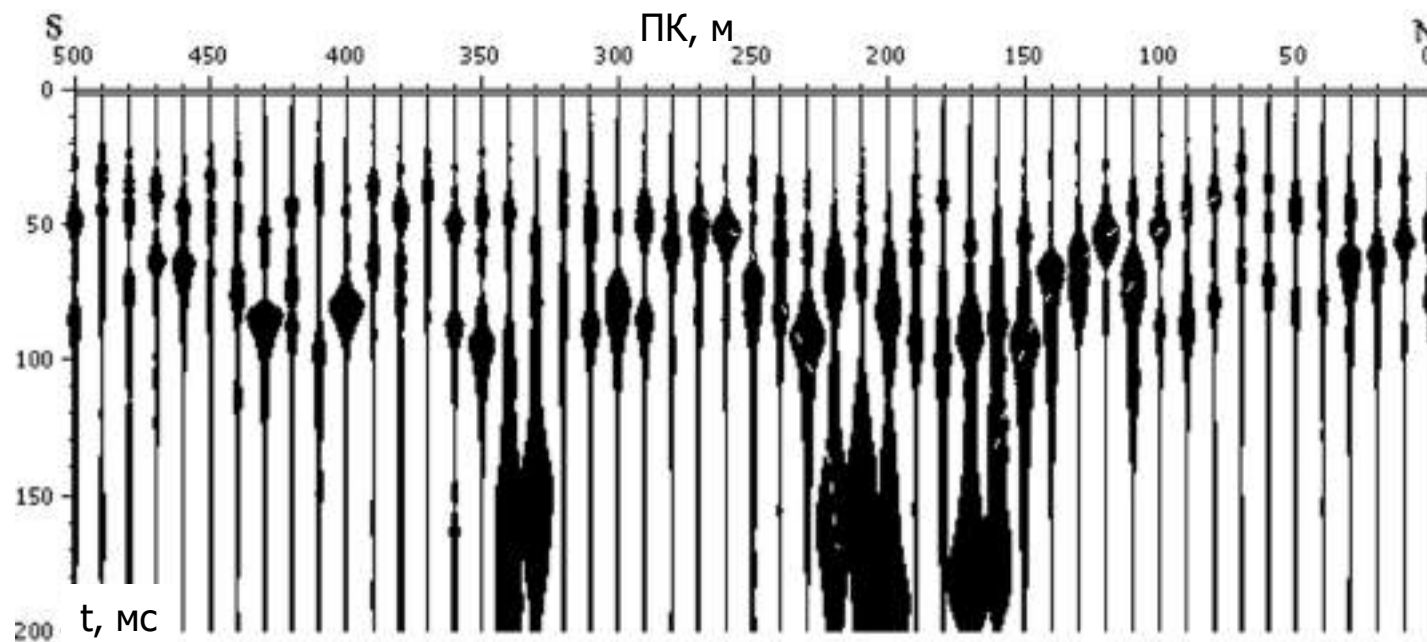
2. По типу целевых волн различают методы:

- продольных волн
- поперечных волн
- обменных волн



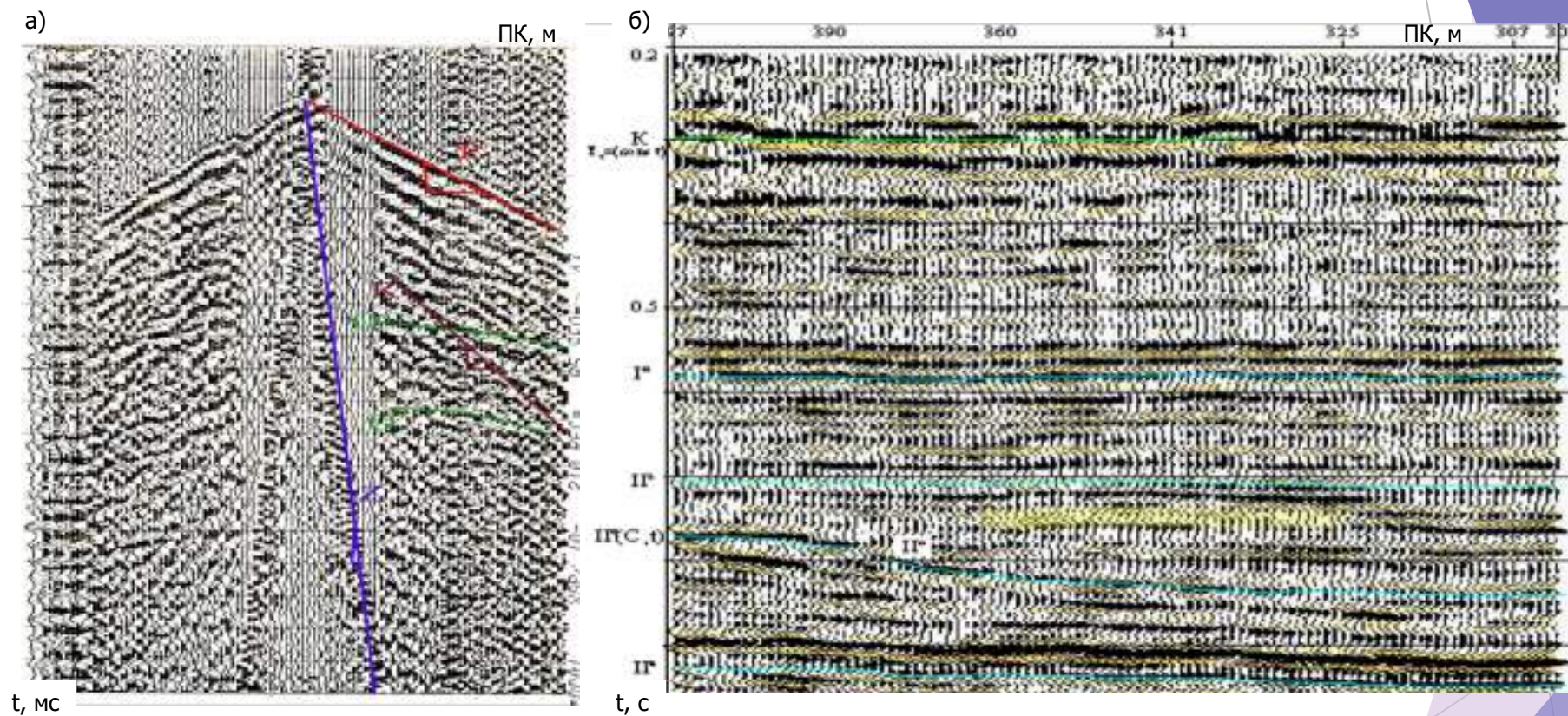
3. По мерности наблюдений изучения среды выделяется:

- Одномерная сейсморазведка 1D – вдоль ствола скважины или поверхности земли с регистрацией только времени прихода волн ( $t$ ),



Пример записи данных одномерной сейсморазведки

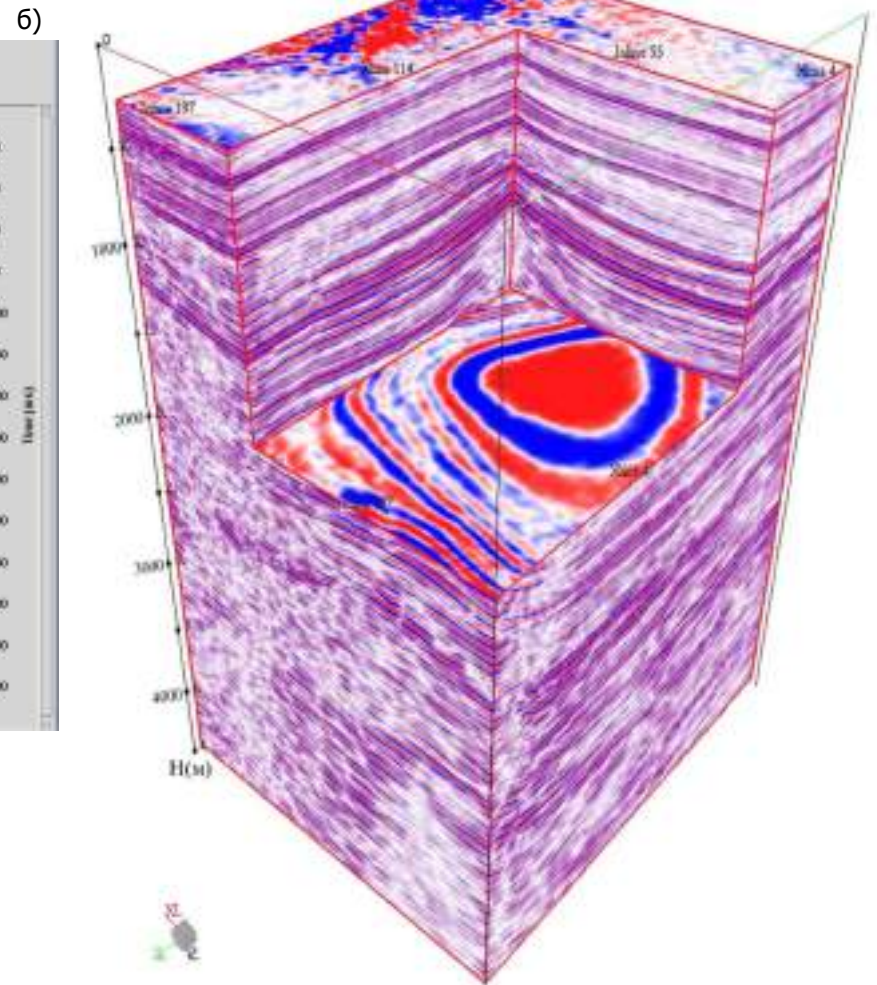
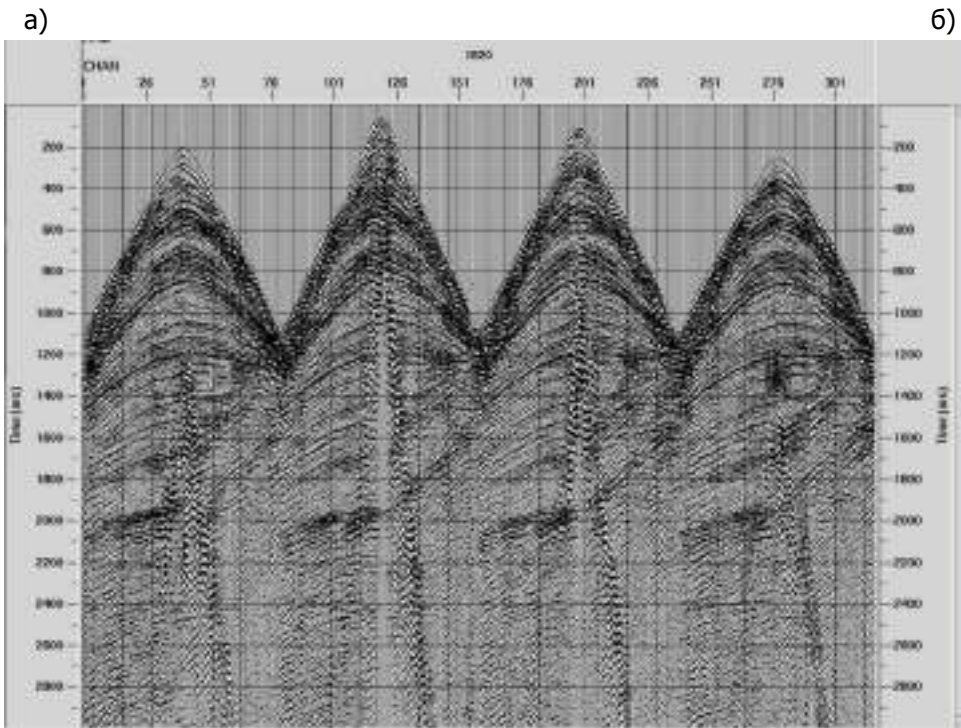
- Двухмерная сейсморазведка 2D – при расположении источников и приемников на линейном профиле (x, t),



Пример полевых сейсмограмм (а) и результат интерпретации данных (б) двумерной сейсморазведки



- Трехмерная сейсморазведка 3D – при расположении источников и приемников на различных профилях (x, y, t),



Пример полевых сейсмограмм (а) и результат интерпретации данных (б) двумерной сейсморазведки



- Четырехмерная сейсморазведка 4D (мониторинг) – периодические наблюдения во времени при расположении источников и приемников на различных профилях (x, y, t, t),

В настоящее время часто используются различные дополнительные модификации классификации по мерности наблюдений изучения среды:

3C – дополнительное измерение угла прихода волн и азимута в точку приема

9C - дополнительное измерение угла прихода волн и азимута в точке приема и точке возбуждения.

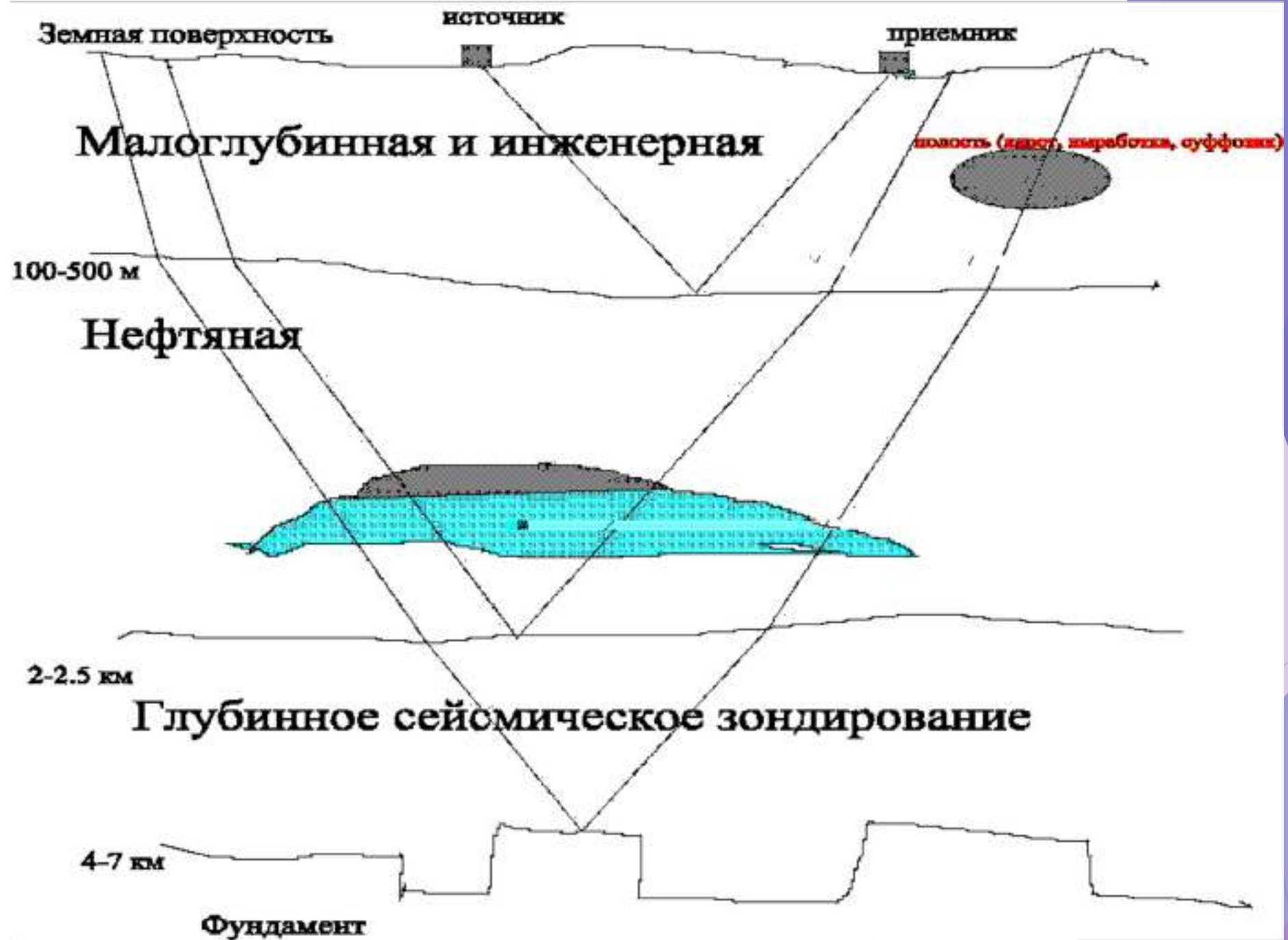
Поэтому в литературе часто встречаются такие символьные обозначения, как 3D/3C (сейсморазведка 3D в модификации 3C), 3D/9C, 4D/3C, 4D/9C (8D).











6. Изучаемые свойства объекта:

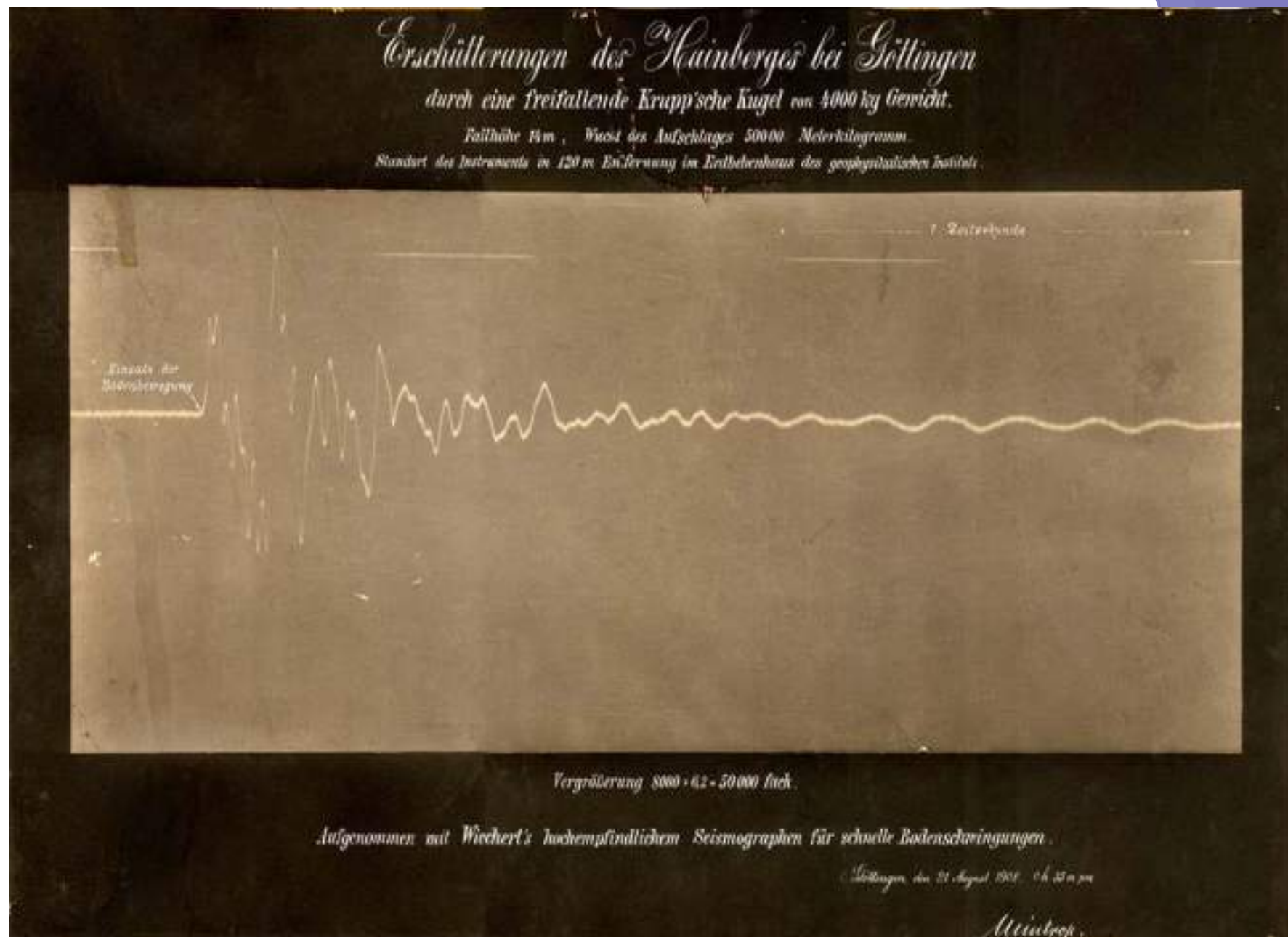
- структурная СР,
- литосейсмика (вещественный состав и литология),
- прямые поиски (коллекторские свойства пород),
- палеоструктурная сейсморазведка,
- сейсмостратиграфия (характер процесса осадконакопления)

7. Детальность исследований:

- региональная СР
- поисковая СР,
- разведочная СР,
- эксплуатационная СР,

8. Частотный диапазон колебаний:

- Менее 20 Гц – низкочастотная СР,
- 10-100 Гц - среднечастотная СР,
- 100-1000 Гц – высокочастотная СР,
- 1-20 КГц – акустические исследования,
- Более 20 КГц – ультразвуковые исследования



при падении на землю железного шара массой 4 т



С 1920 - **практический этап** применения сейсморазведки - начало «золотых годов геофизики» .

1921 г.- первая в мире геофизическая разведочная компания - "Сейсмос, Гамбург".

В течение нескольких лет "Сейсмос, Гамбург" - самая крупная компания, успешно работавшая в США и открывшая множество соляных куполов.

Основной объем сейсморазведочных исследований выполнялся методом преломленных волн с использованием взрывчатых материалов

1929 г – СССР, П.М. Никифоров - первое применение МПВ (окрестности города Грозный)

Тогда же были обнаружены залежи нефти в Верхне-Чусовских городках, что положило начало нефтепоисковым геофизическим работам в регионе.

1922-23 гг - Ивенс и Уитни получают британский патент на метод отраженных волн, а В.С. Воюцкий - в СССР

1934 г. - Г.А.Гамбурцев и Л.А.Рябинкин, первые записи МОВ в СССР (оз. Байкал). В этом же году записи отраженных волн были получены в других районах СССР.

1935 г - начало промышленного применения МОВ при поисках месторождений нефти и газа.

Применяемые методики развивались в последующие годы довольно медленно, пока в 1950-х годах не была изобретена запись на магнитную ленту.

60-е годы – **новый этап** развития сейсморазведки:

- переход на работу по методу общей глубинной точки
- переход на цифровую запись информации
- появление цифровой компьютерной обработки (открыто нефтяное мест-е под Парижем)

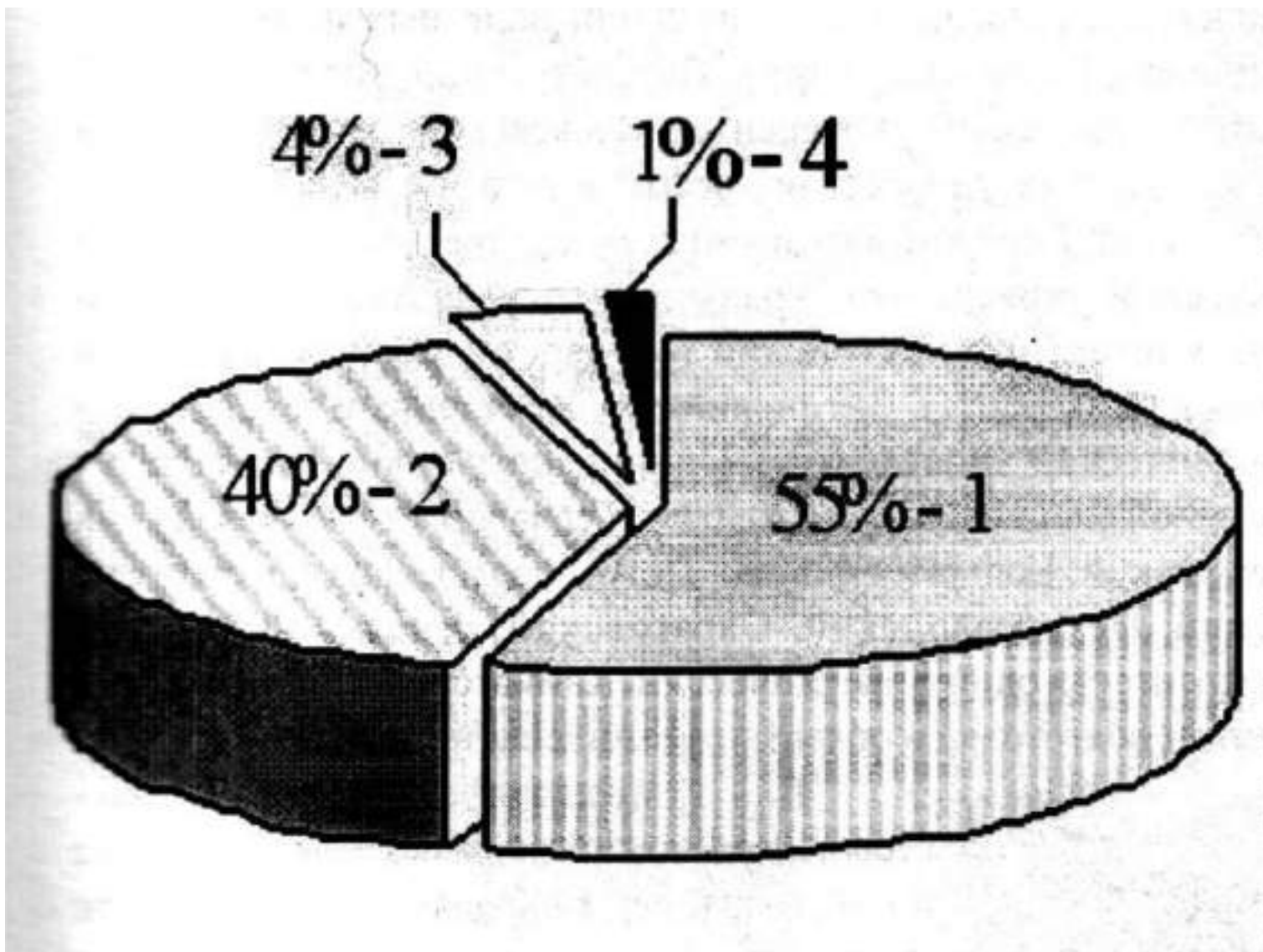
Полный переход на цифровую регистрацию полевой информации в СССР осуществлен в 1982-1983 годах.

С этого момента начинается еще один этап в развитии сейсморазведки и она становится наиболее технически оснащенным геофизическим методом.

Сейсмические достижения последних лет:

- наблюдения высокой кратности,
- увеличение канальности, технологичности работ и связанное с ними уменьшение стоимости
- использование пространственных трехмерных систем наблюдений,
- массовой переход на применение многоканальных телеметрических систем сбора информации,
- внедрение невзрывных источников возбуждения сейсмических волн;
- внедрение систем компьютерного проектирования, автоматизация системы координатной привязки и геометризации данных;
- совершенствование технологии обработки и интерпретации результатов полевых работ; и т.п.





Ресурсы запасов нефти и газа: 1 – Восточная Сибирь, 2 – Западная Сибирь,  
3 – Волго-Урал, 4 – Европейский Север

► Контрольные вопросы:

1. Классификация месторождений по ПИ
2. Металлические месторождения
3. Неметаллические месторождения

► Защита работ: на основании подготовленного отчета по усвоенному материалу по теме 7.

► **Основной список литературы**

- 1. Антипин В.Н., Васильева В.П., Вахромеев С.А. и др. Краткий курс месторождений полезных ископаемых. М.:Изд."Высшая школа".1967. - 472с.
- Авдонин В.В. Геология полезных ископаемых: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.В. Авдонин, В.И. Старостин. М.: Издательский центр «Академия», 2010. - 384 с.
- 3. Большой Алтай; (геология и металлогения). В 3 кн Кн. I. Геологическое строение / Щерба Г.Н., Дьячков Б.А., Стучевский Н.И. и др. Алматы: Гылым, 1998. - 304с.
- 4. Бетехтин А.Г., Голиков А.С., Дыбков В.Ф и др. Курс месторождений полезных ископаемых. М.: Недра, 1964. - 590с.
- 5. Вахромеев С.А. Месторождения полезных ископаемых, их классификация и условия образования. М.: Недра, 1979. - 288 с.
- 6. Вольфсон Ф.И., Дружинин А.В. Главнейшие типы рудных месторождений. М.: Недра, 1975. - 392 с.
- 7. Геология СССР. Т. 41 (Полезные ископаемые). М.: Недра, 1974. - 395 с.
- 8. Дьячков Б.А., Интрузивный магматизм и металлогения Восточной Калбы. М.: Звука. 1972. - 212с.
- 9. Дьячков Б.А., Майорова Н.П., Щерба Г.Н., Абдрахманов К.А. Гранитоидные и рудные формации Калба-Нарынмского пояса (Рудный Алтай). Алматы; Гылым, 1994. - 208с.
- 10. Металлогения Казахстана / Под ред. А.А.Абдулина, А.К.Каюпова, В.Г.Ли я др. Алма-Ата: Наука Каз.ССР, 1977-1983.
- 11. Милютин А.Г. Геология: Учебник. М.: Высшая школа, 2004. - 413 с.
- 12. Смирнов В.К. Геология полезных ископаемых. М.; Недра, 1982.
- 13. Смирнов В.И., Гинзбург А.И.» Григорьев В., Яковлев Г.Ф. Курс рудных месторождений: Учебник для ВУЗов / Ред. Академик В.И.Смирнов. - 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1986. - 360с.
- 14. Смирнов В.И. Геология полезных ископаемых. Учеб. для ВУЗов.М.; Недра, 1989. - 326с.
- 15. Щерба Г.Н. Колчеданно-полиметаллические месторождения Рудного Алтая / Колчеданные месторождения СССР. М.: Наука, 1983. с. 87-.148.
- 16. Щерба Г.П., Дьячков Б.А., Нахтигаль Г.П. Металлогения Рудного Алтая и Калбы. Алма-Ата: Наука, 1984. - 240с.