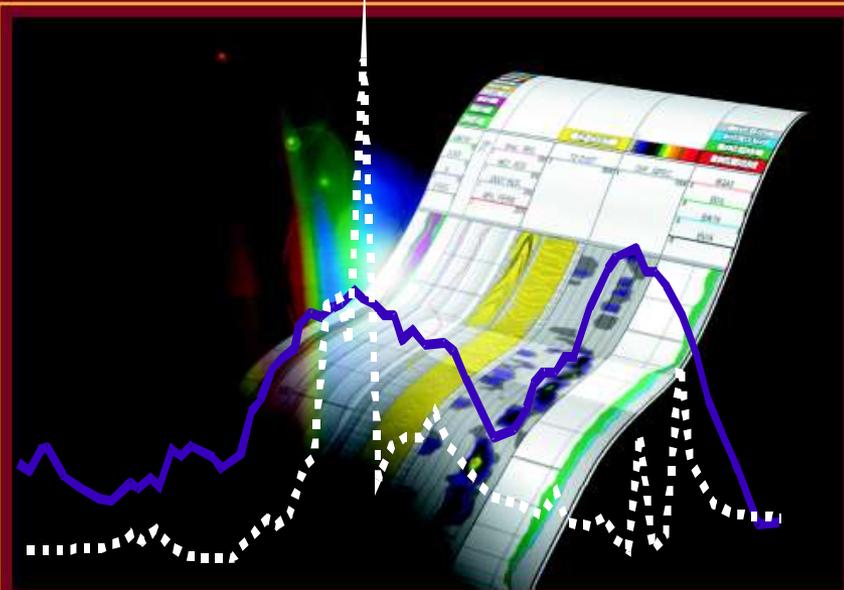


Томский политехнический
университет

Институт природных ресурсов

Кафедра геофизики



Физические методы изучения строения Земли и разведки месторождений полезных ископаемых

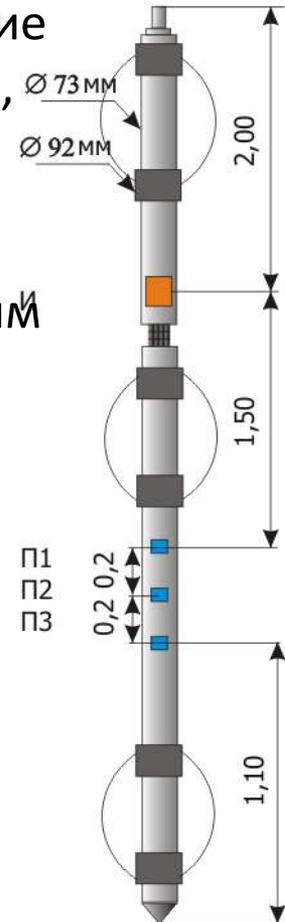
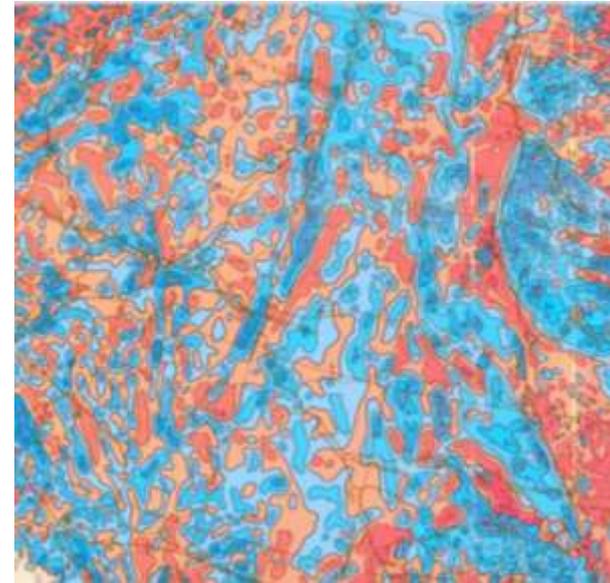
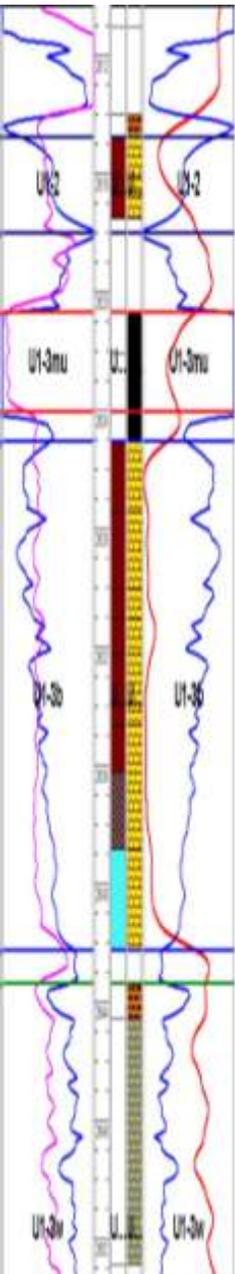
Галина Георгиевна Номоконова

Доцент кафедры геофизики

2016

Геофизические методы исследования

- Закключаются** ► В измерении геофизических полей (естественных, созданных): по стволу скважины, по дневной поверхности, с самолета, спутника
- Для целей** ► Решения геологических задач: изучение внутреннего строения Земли, поисков, разведки и разработки ПИ
- На основании** ► Дифференциации горных пород и полезных ископаемых по физическим свойствам



1. Изучение внутреннего строения Земли

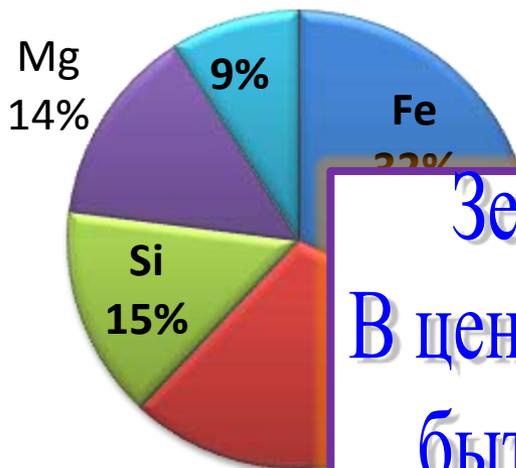
Земля:

Масса – $5,976 \cdot 10^{24}$ кг

– $6,4 \cdot 10^6$ м

518 г/см^3

Si-15%, Mg-14%



Земля расслоена.
В центре Земли должно
быть тяжелое ядро.

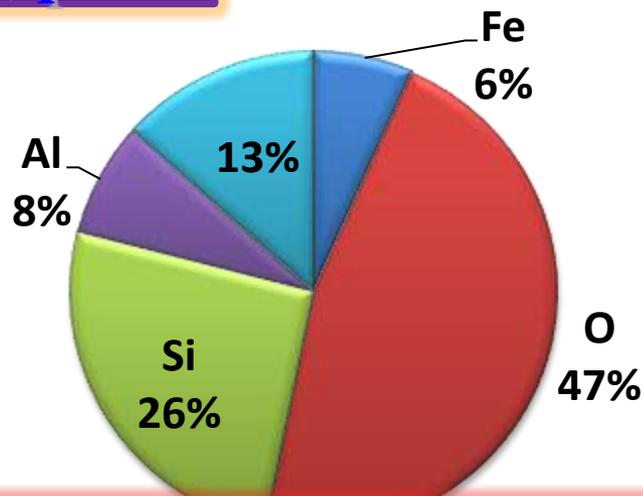
Земная кора:

Плотность – $2,7 \text{ г/см}^3$

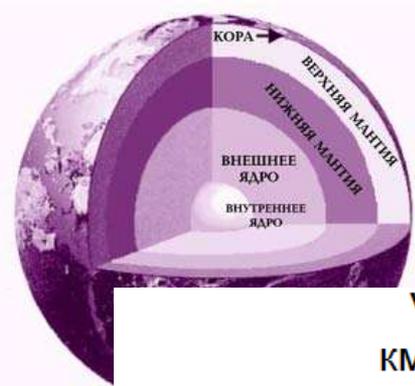
Средний состав:

O-46,6%, Si-25,8%, Al-7,7%,

Fe-6,6%



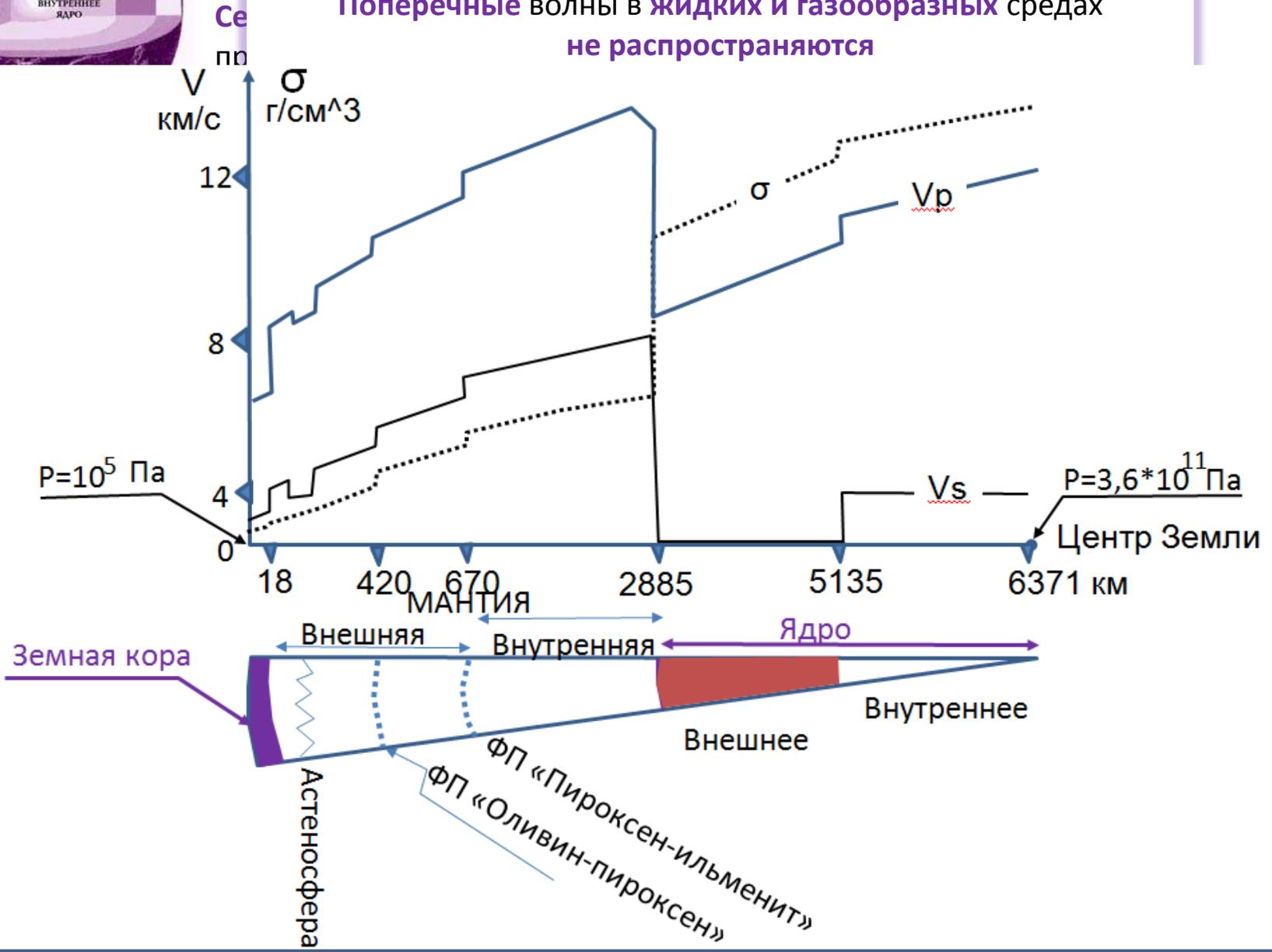
Расслоение = ЭВОЛЮЦИЯ



Модель внутреннего строения Земли

(по сейсмическим данным)

Поперечные волны в жидких и газообразных средах не распространяются



here (crust the upper antie)

2. Поиски, разведка и разработка месторождений ПИ

(обнаружение, оценка запасов (промышленной значимости), извлечение ПИ)

А. Полезные ископаемые отличаются аномальными физическими свойствами

Медно-никелевые руды норильского типа



Нефтегазонасыщенные коллекторы месторождений углеводородов



Б. Месторождения ПИ закономерно располагаются относительно аномалий геофизических полей

Месторождения золота



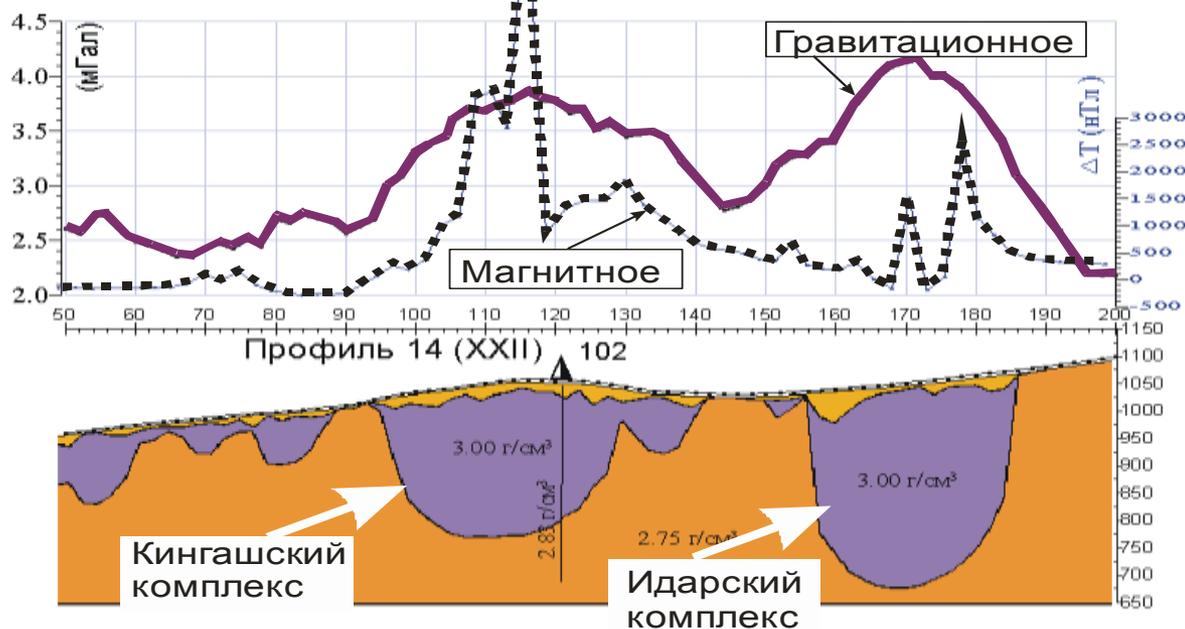
Месторождения нефти и газа



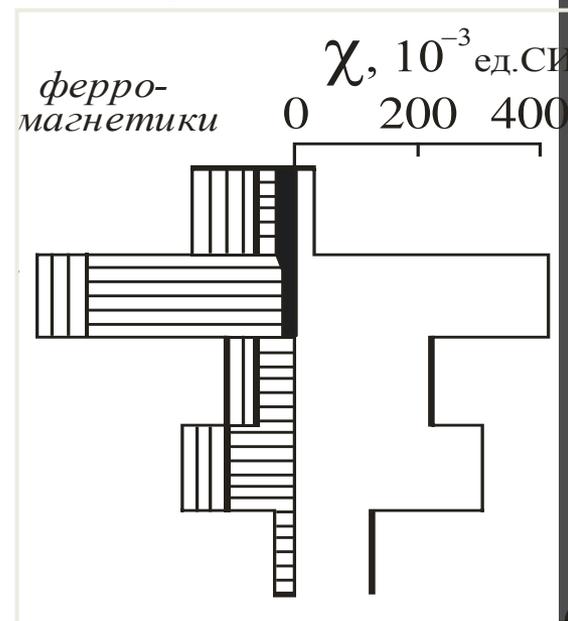
Г. Медно-никелевые месторождения

- Локализованы в расслоенных базит-гипербазитовых интрузиях

Положительные аномалии магнитного и гравитационного поля, пониженная радиоактивность



Cu-Ni –месторождение Норильск-1

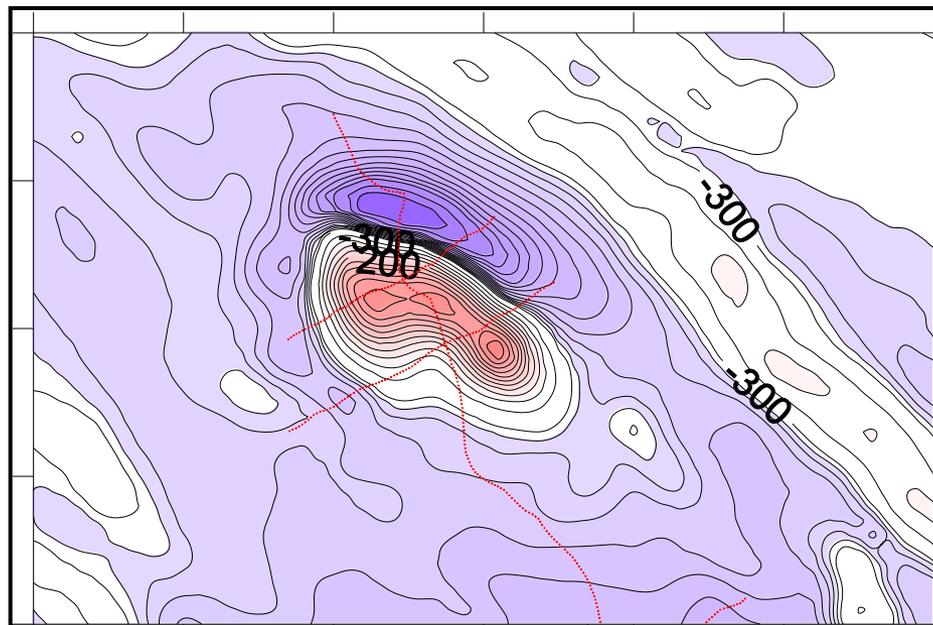


а – пирротин; б – магнетит
в - титаномагнетит

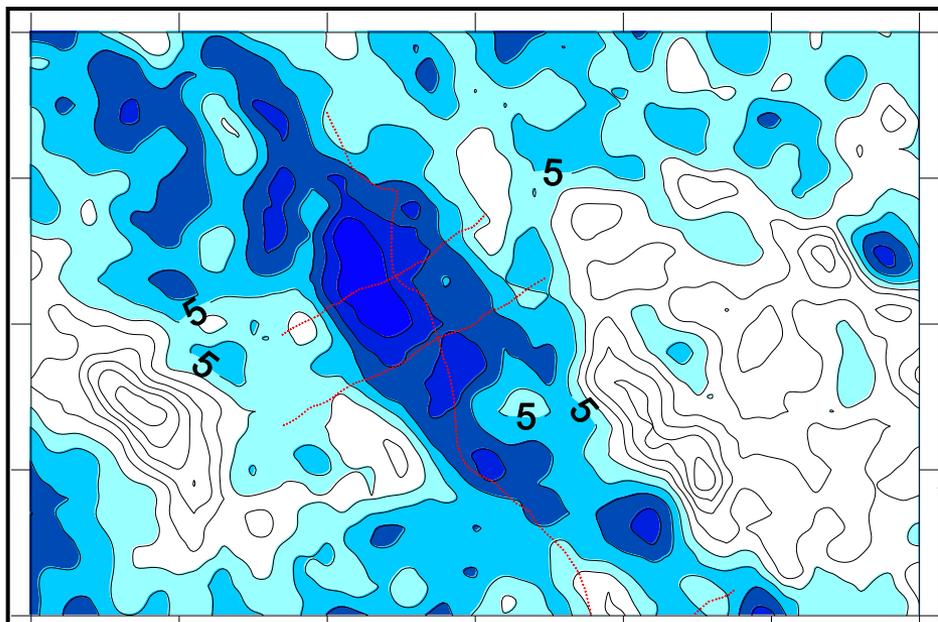


Си-Ni-месторождение Кингаш

(результаты аэрогеофизической съемки)



Магнитное поле



Содержание тория

Сейсморазведка →

Гравиразведка →

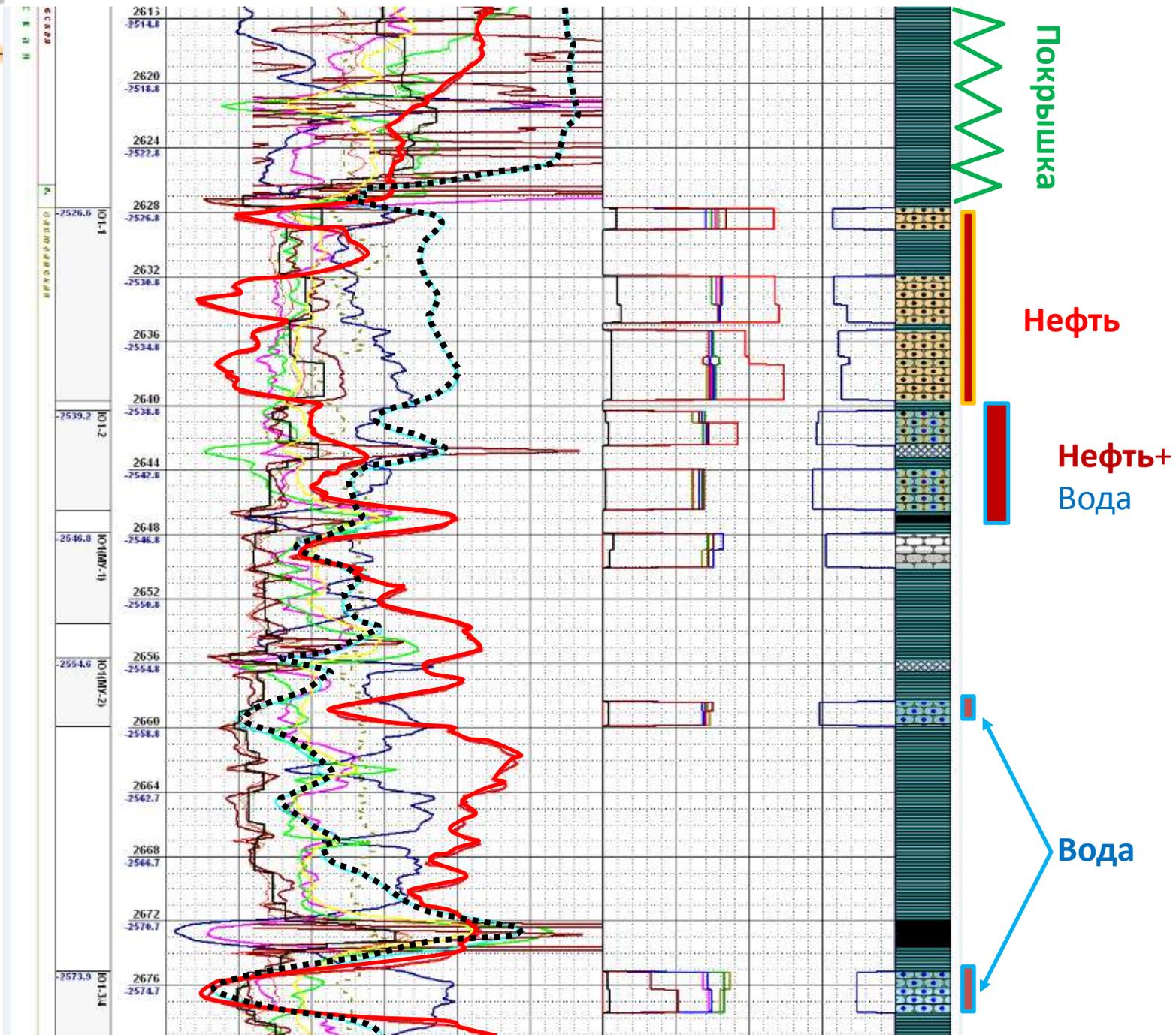
Физические параметры флюидов

Параметр	Вода	Нефть	Газ
Плотность, 10^3кг/м^3	1,01...1,24	0,72...1,0	0,0007...0,0032
Скорость продольных волн, км/с	1,4...1,53	1,3...1,4	0,316...0,338
Удельное электрическое сопротивление, Ом*м	$10^{-2} \dots 10^5$	До 10^{14}	10^{14}
Диэлектрическая проницаемость	81	2	1...1,01
Теплопроводность, Вт/(м*К)	0,582	0,13...0,14	0,04...0,21

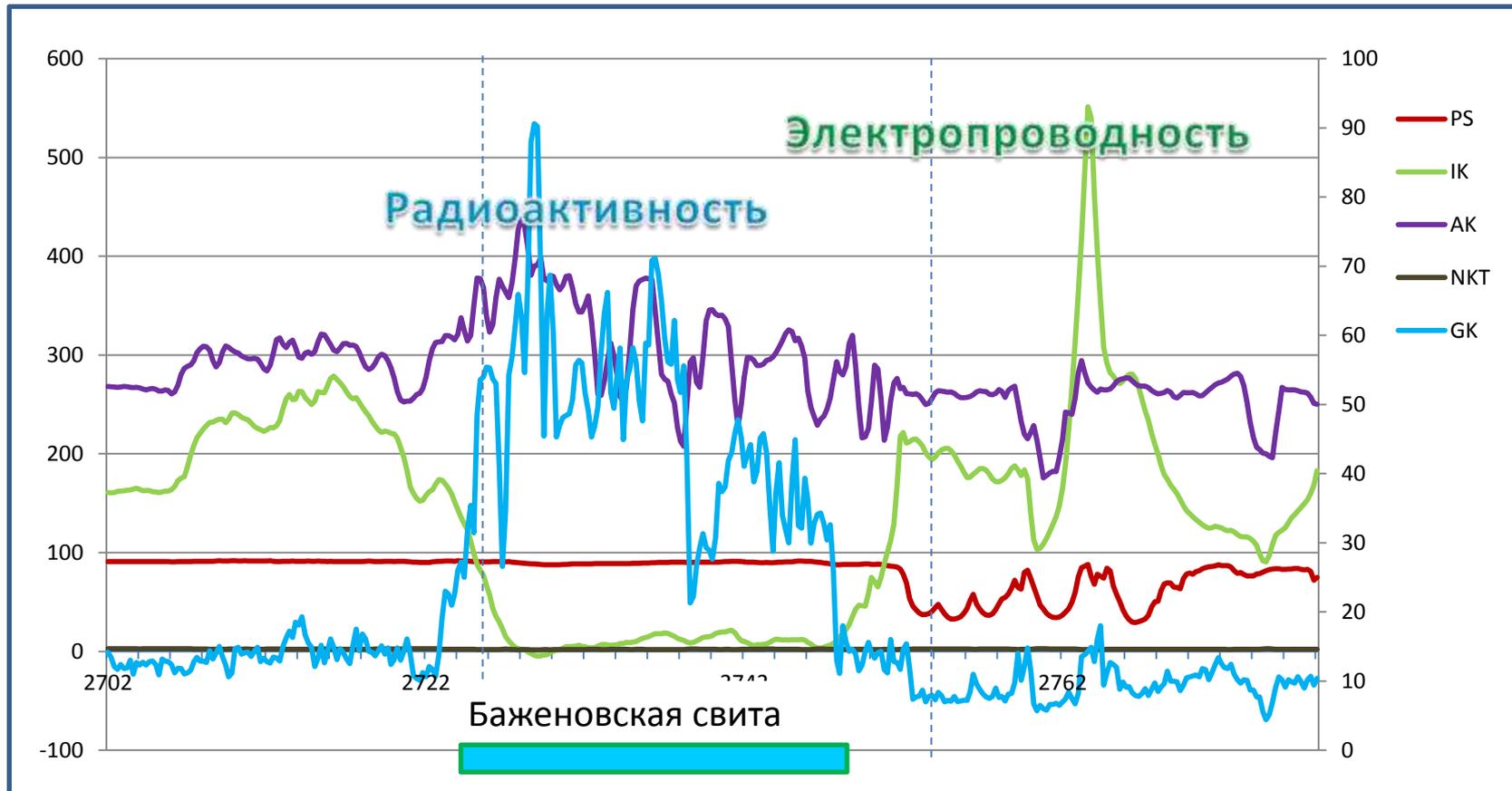
Геотермия →

Электрические и электромагнитные методы →

Шингинское нефтяное (Томская область)

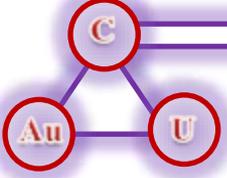


Баженовская свита – нефтяной потенциал России 21 века

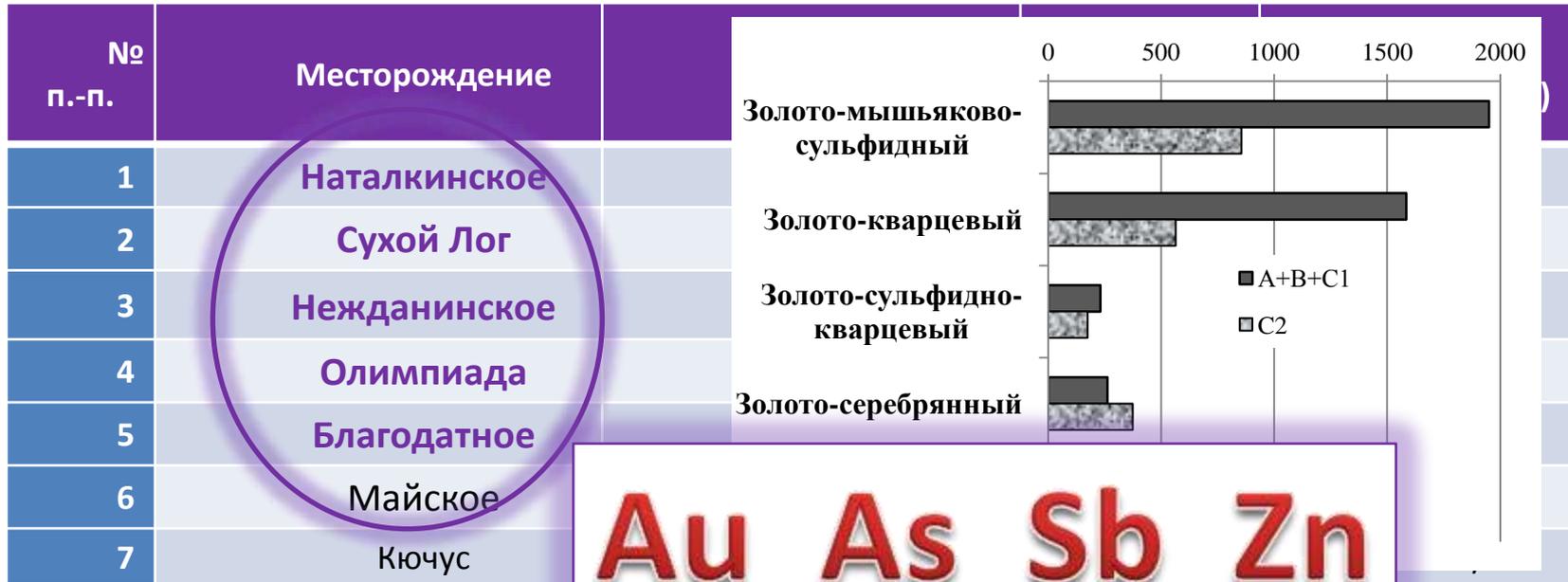


Баженовская свита (региональная покрывка, источник нефти) – самое радиоактивное и высокоомное образование Западной Сибири





1. Месторождения золота России - гиганты

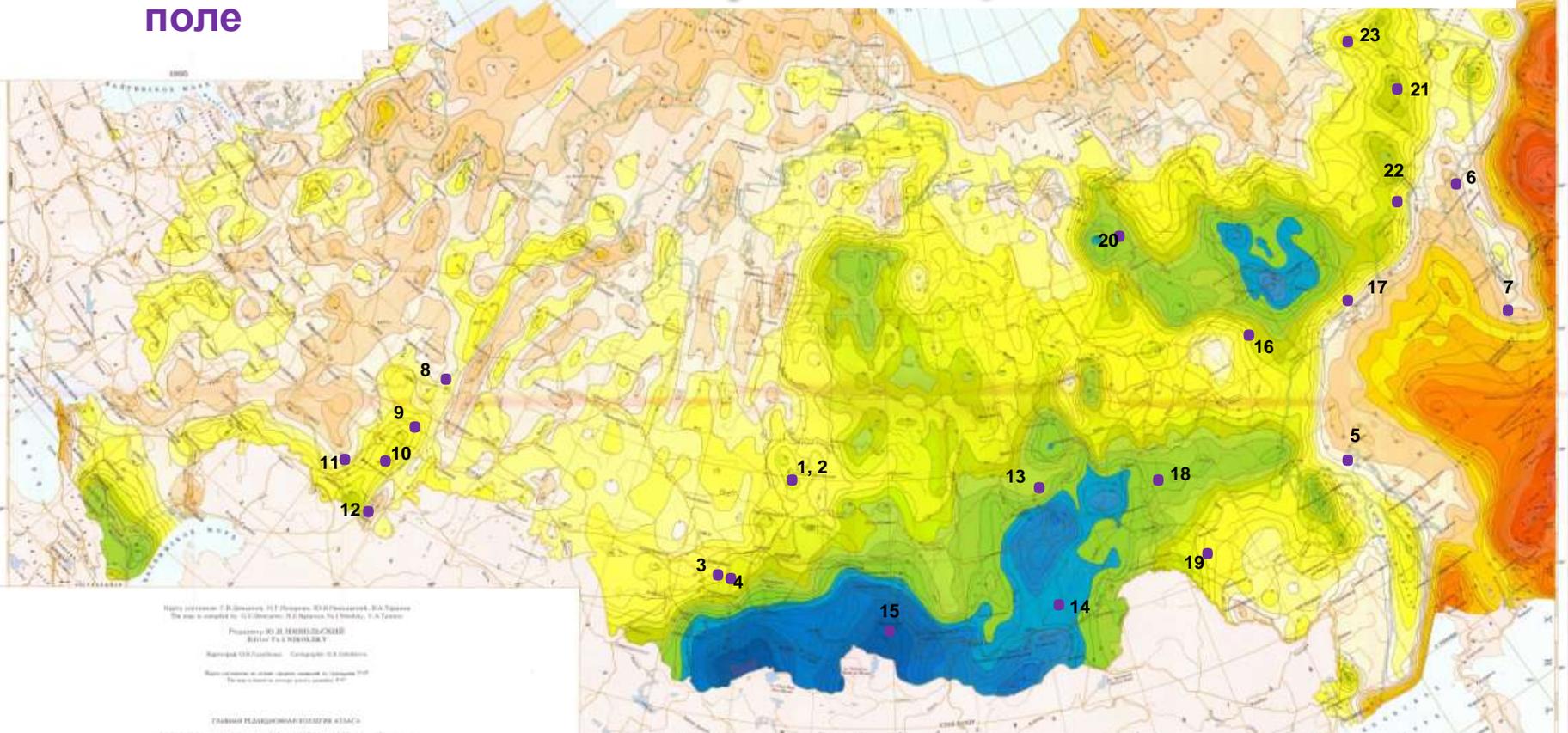


Месторождения – гиганты:

1. Локализованы в углеродистых сланцах
2. Относятся к золото-мышьяково-сульфидной формации
3. Содержат наложенную сурьмянную (и полиметаллическую) минерализации

Гравитационное поле

Месторождения золота в гравитационном поле



Надпись под картой: И.И. Иванов, И.И. Петров, И.И. Сидоров, И.И. Федоров, И.И. Хохлов
The map is compiled by: I.I. Ivanov, I.I. Petrov, I.I. Sidorov, I.I. Fedorov, I.I. Khokhlov

Республика ХАКАССИЯ
Республика РЕСПУБЛИКА

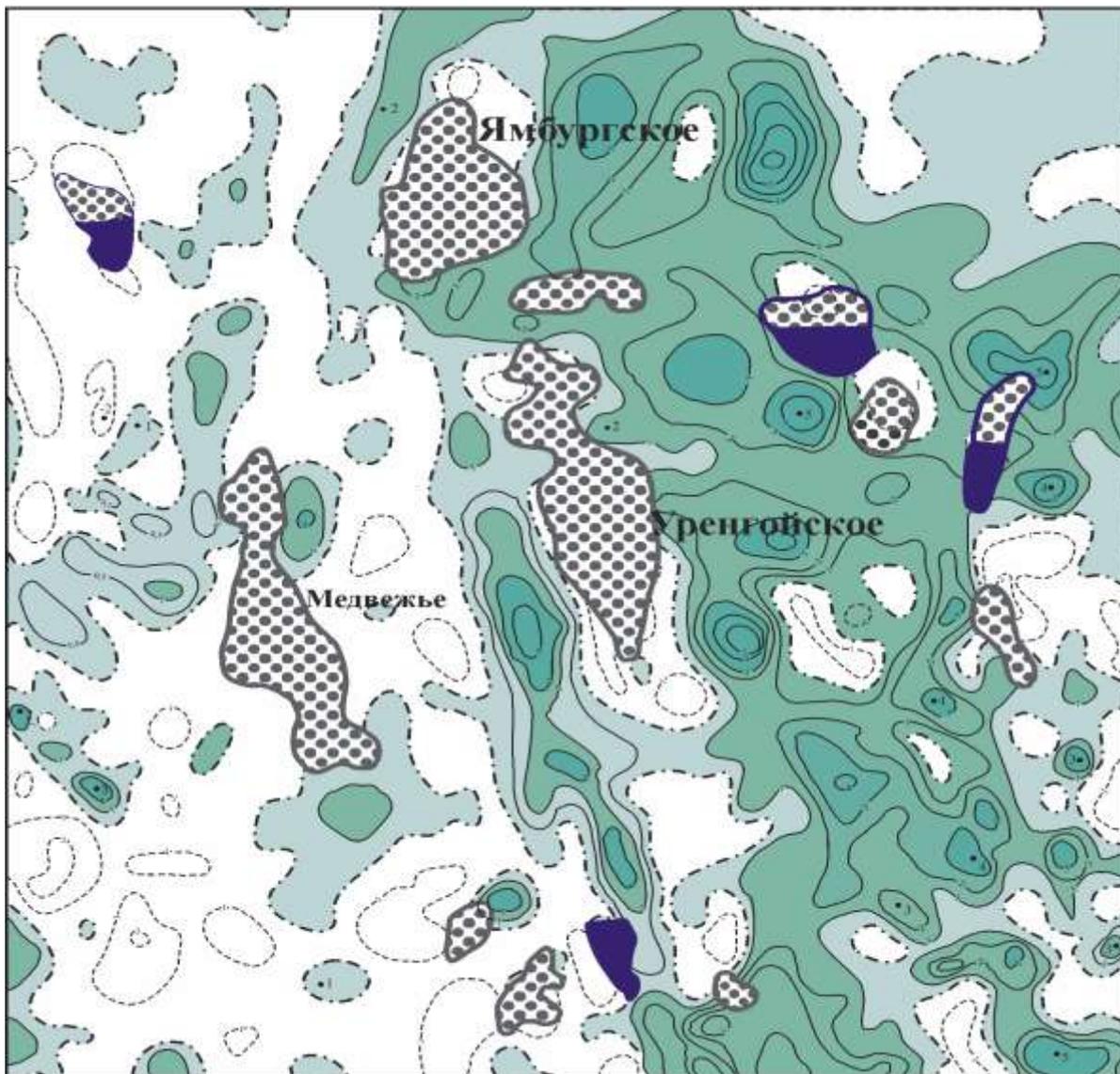
Картограф И.И. Петров, Сопоставил И.И. Иванов

Масштаб 1:500 000. Состояние на 1990 г.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР

1. Олимпиада	6. Аметистовое	11. Кочкарское	16. Нежданинское	21. Купол
2. Благодатное	7. Агинское	12. Гайское	17. Наталкинское	22. Кубака
3. Сарала	8. Воронцовское	13. Сухой лог	18. Куранах	23. Майское
4. Коммунар	9. Березовское	14. Дарасун	19. Пионер	
5. Многовершинное	10. Светлинское	15. Зун-Холба	20. Кючус	

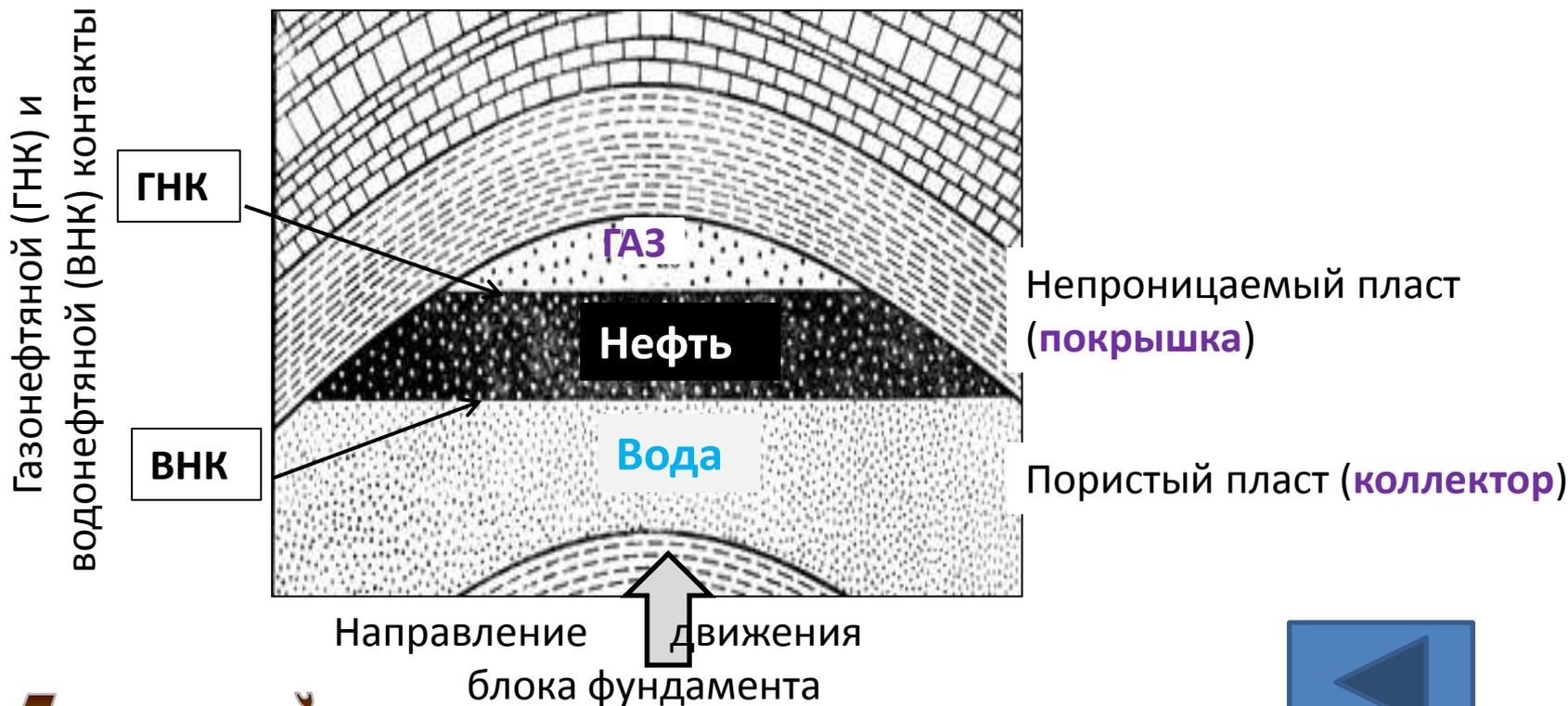
Аэромагнитное поле района Уренгойского месторождения



Аэромагнитные
аномалии –
магнитные неоднород-
ности фундамента



1.3. Модель газонефтяной залежи



Глоссарий:

Коллектор

- горная порода, способная вмещать и фильтровать через себя флюиды (вода, нефть, газ).

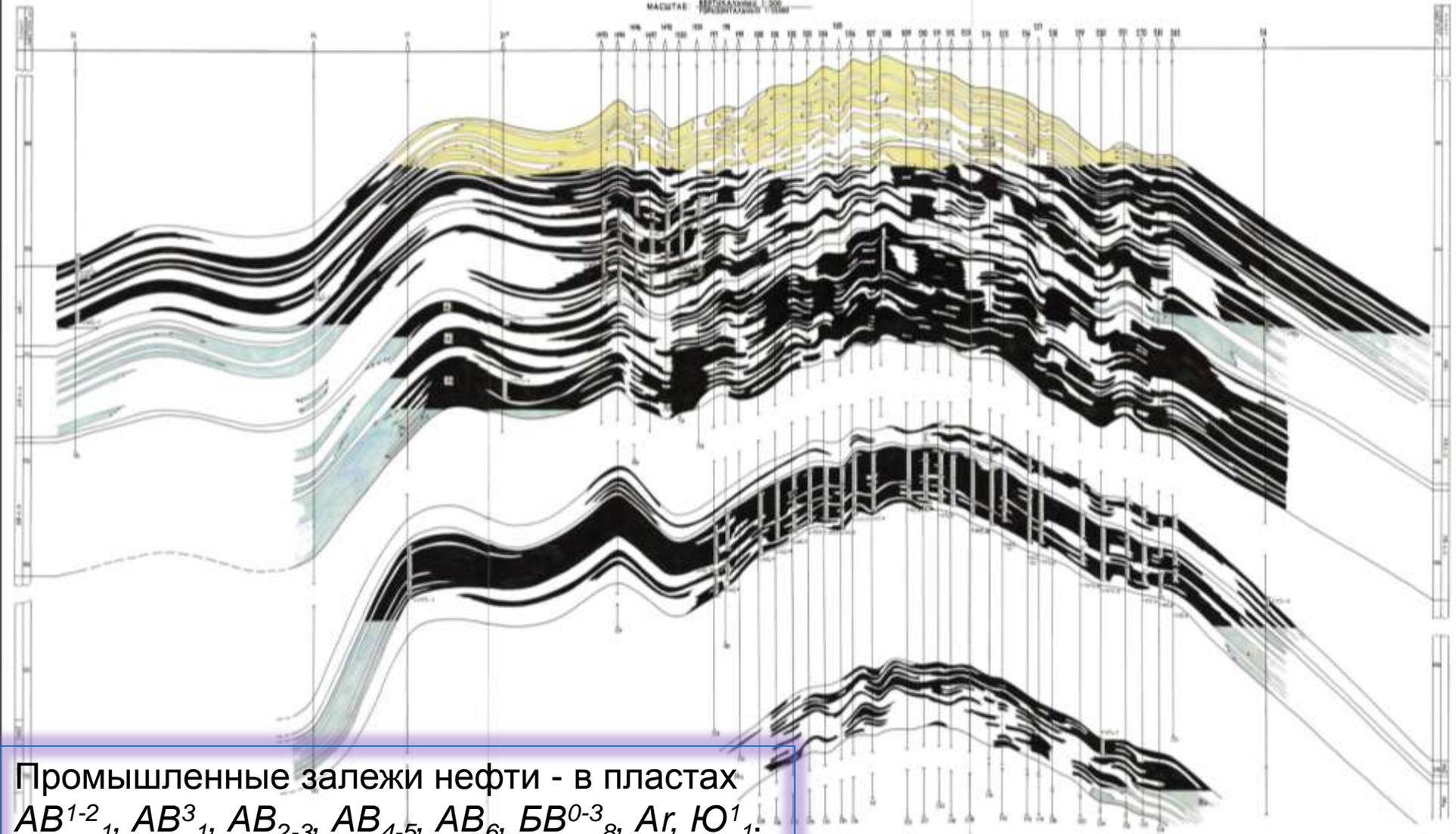
Базовые параметры коллектора – **пористость, проницаемость**

Самотлорское нефтяное месторождение

САМОТЛОРСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ

МАСШТАБ: 1:200

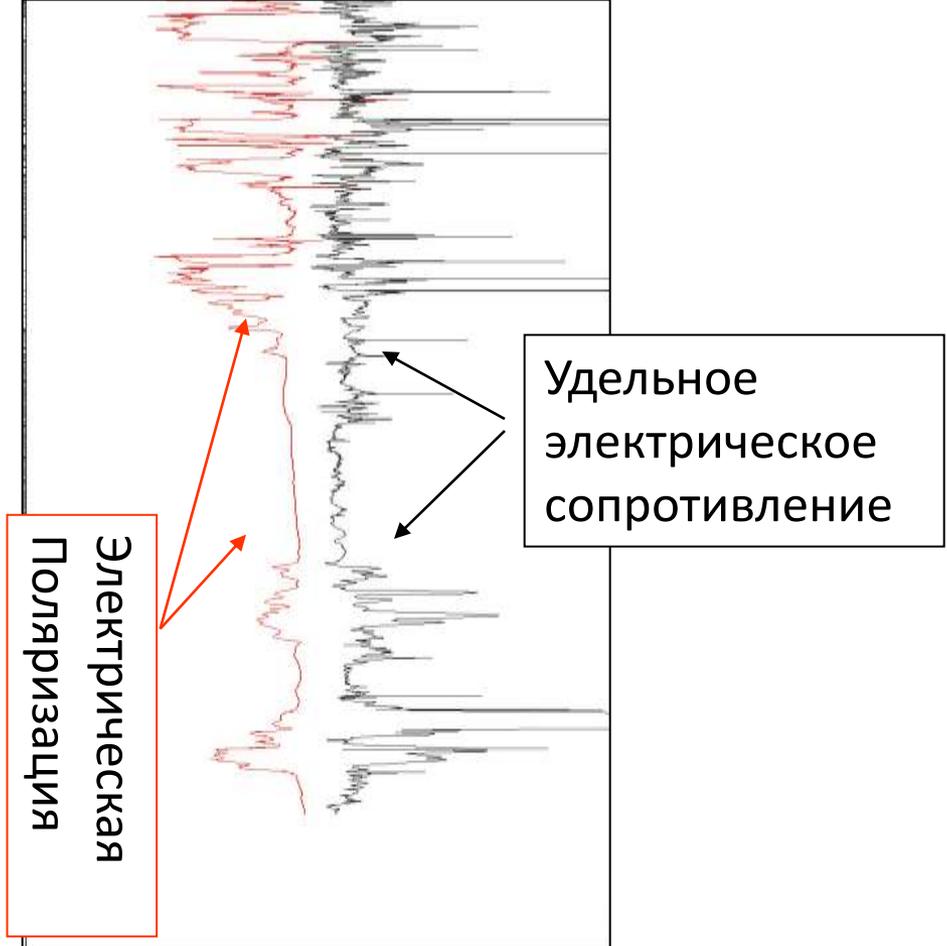
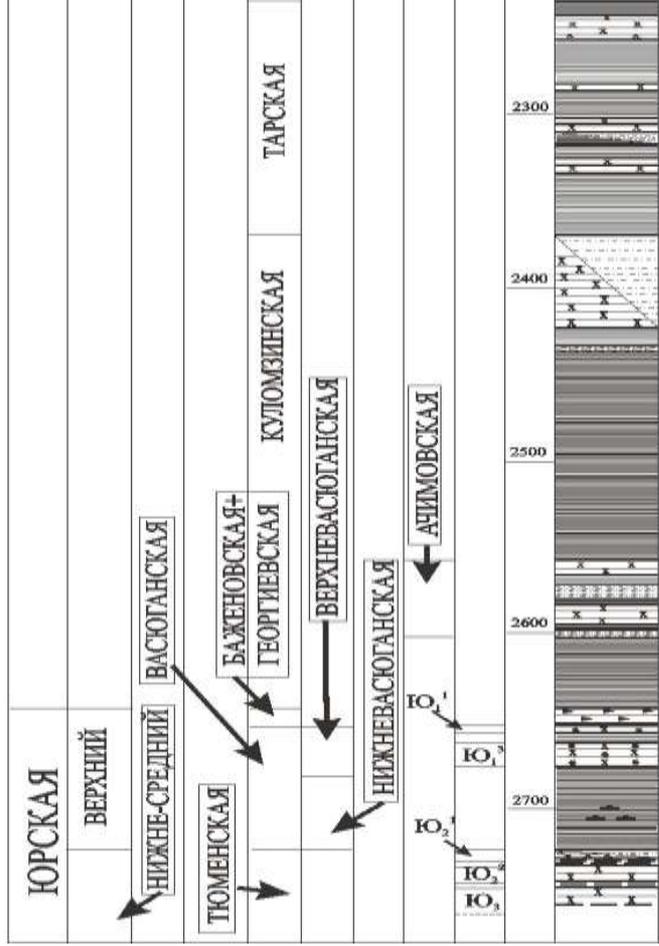


Промышленные залежи нефти - в пластах
 AV^{1-2}_1 , AV^3_1 , AV_{2-3} , AV_{4-5} , AV_6 , BV^{0-3}_8 , Ar , $Ю^1_1$.

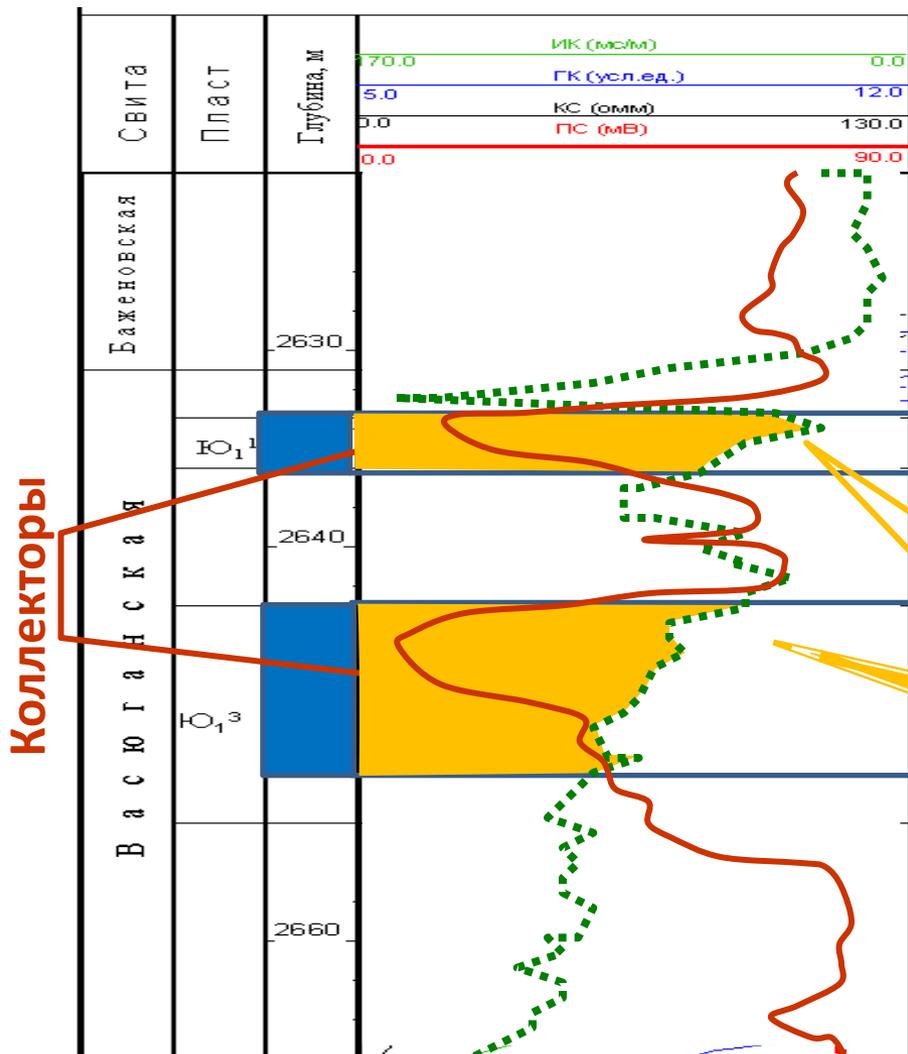
Томская область



Литолого-стратиграфическое расчленение разреза



Выделение коллекторов и оценка нефтенасыщенности



Коллекторы

— Естественная электрическая поляризация

--- Электрическое сопротивление

Западно-Моисеевское месторождение, скв. 24

НЕФТЬ



Скорости сейсмических волн

Поперечные волны в жидких и газообразных средах не распространяются

Сейсмические волны –

процесс распространения в недрах Земли знакопеременных деформаций, вызванных землетрясением, взрывом, ударом и т.п.

Продольные волны (**Р-волны**) – деформации сжатия-растяжения (объемные)

Поперечные (**S-волны**) – деформации сдвига (формы)

4.1. Скорости сейсмических волн

$$V_p = \sqrt{\frac{K + \frac{4\mu}{3}}{\sigma}}$$

$$V_s = \sqrt{\mu/\sigma}$$

μ ➤ Модуль сжатия-растяжения (упругости формы)

K ➤ Модуль сжатия-растяжения (объемной упругости)

σ ➤ плотность

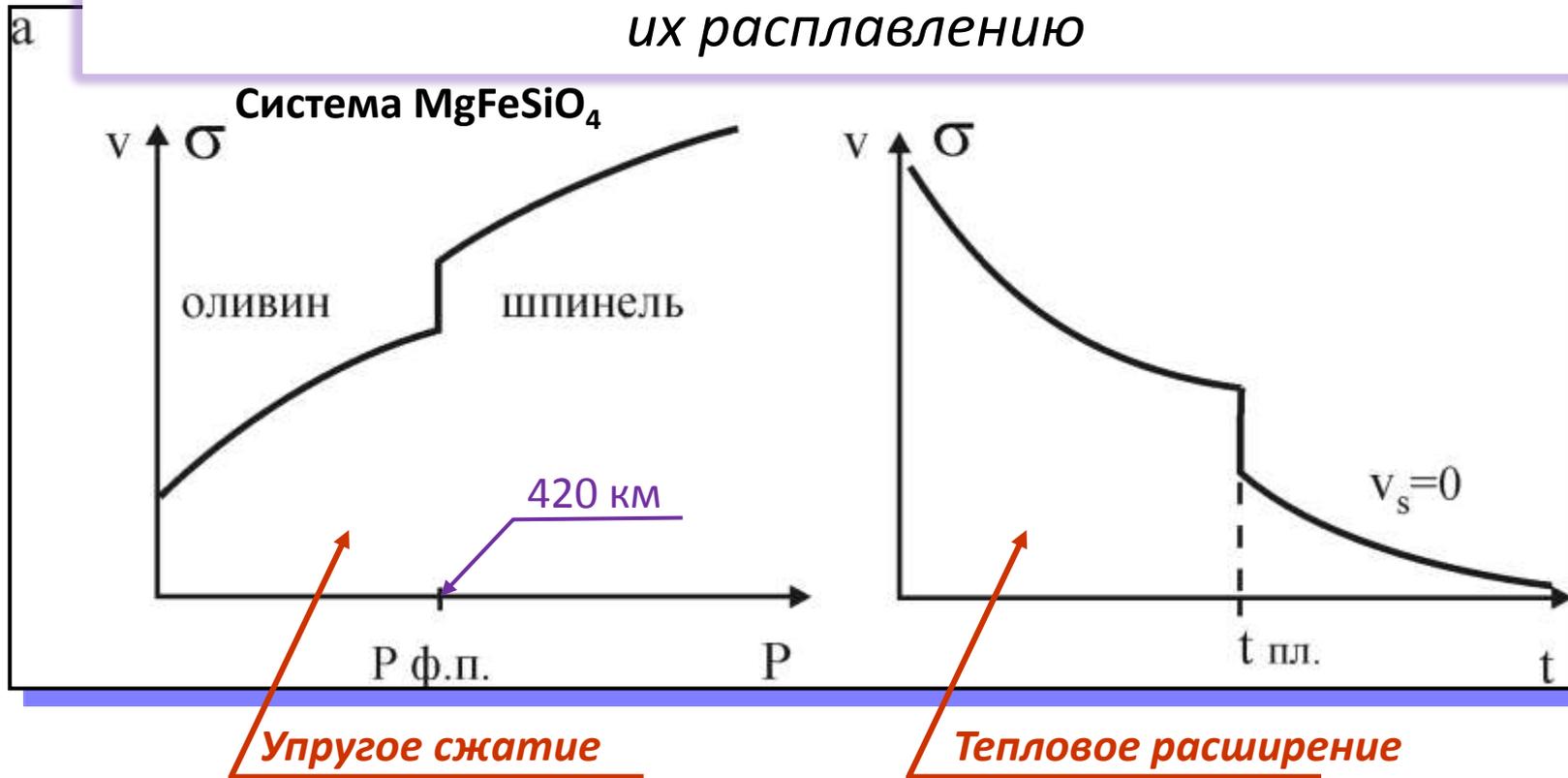
Минерал, порода	Состав	σ , г/см ³	v_p , км/с	v_p/v_s
Оливин	$MgFeSiO_4$	3,82	7,66	1,76
Фаялит	Fe_2SiO_4	4,39	6,75	1,98
Шпинель	Fe_2SiO_4	4,85	8,05	1,96
Кварц	SiO_2	2,65	6,05	1,48
Ортоклаз	$KAl(Si_3O_8)$	2,55	5,68	1,84
Гранит	кислый	2,6	5,8	1,87
Габбро-базальт	основной	2,95	6,8	1,61
Перидотит	ультраосновной	3,19	7,8	1,77

1. По измеренным значениям скорости и плотности можно судить о составе вещества Земли.
2. Плотность и скорость сейсмических волн растет при увеличении в Минералах, породах Fe, Ca, Mg и уменьшается при увеличении Si, K, Na.
3. Преобладание в породе, минерале Fe над Mg увеличивает плотность, но уменьшает скорость сейсмических волн, особенно поперечных.

** Влияние температуры и давления

** Влияние температуры и давления

Высокое давление в недрах Земли препятствует их расплавлению



$P_{ф.п.}$ – давление фазового перехода
 $t_{пл.}$ – температура плавления

Базальт	
$P=10^5$ Па	$t_{пл.}=1100$ °C
$P=8 \cdot 10^{10}$ Па (2000 км)	$t_{пл.}=2250$ °C



$$V_1 \neq V_2 \quad \blacktriangleleft - \text{условие преломления}$$

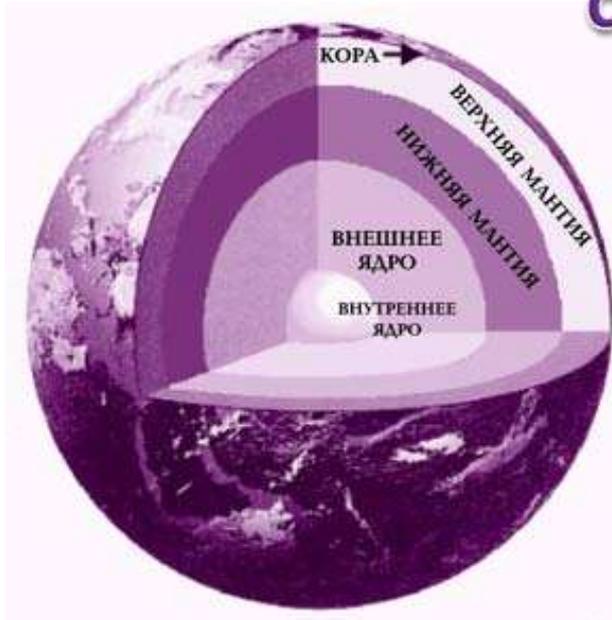
$$V_1 \cdot \sigma_1 \neq V_2 \cdot \sigma_2 \quad \blacktriangleleft - \text{условие отражения}$$

Слой	Наименование	V_p , км/с	V_s , км/с	ρ , г/см ³	Состав
A	Земная кора	6.5	3,7	2,8	Гранит-базальт
B	Верхняя мантия	8.0	4.7	3.3	Пиролит (1/3 базальта + 2/3 перидотита)

M

Земная кора – это наружный слой Земли выше сейсмической границы Мохо (M)

4.2. Классическая модель внутреннего строения Земли



Классическая модель внутреннего строения Земли:

- ❖ Земная кора
- ❖ Верхняя мантия
- ❖ Нижняя мантия
- ❖ Внешнее ядро
- ❖ Внутреннее ядро

Модель соответствует

- * Распределению V & σ по сейсмическим данным
- * Измеренным значениям: массы, средней плотности, моменту инерции и числам Лява
- * Гидростатическому равновесию ► увеличению плотности с глубиной

