



Petroleum Learning Centre

центр профессиональной переподготовки
специалистов нефтегазового дела

MSc Programs

Магистерские программы



FORMATION EVALUATION AND PETROPHYSICS



Course structure

- **Введение**
- **Физические свойства горных пород и флюидов**
- **Геофизические измерения в скважинах**
- **Процедуры интерпретации данных ГИС**
- **Методы определения глинистости по ГИС**
- **Методы определения пористости по ГИС**
- **Литология и пористость сложных коллекторов**
- **Определение насыщения пород флюидами**
- **Прогнозирование проницаемости по данным геофизических измерений в скважинах**



Learning objectives

- **научиться пользоваться данными лабораторных исследований керна для целей интерпретации материалов каротажа и определять:**
 - ✓ физические параметры скелета (матрицы) горной породы
 - ✓ электрические параметры пористости и насыщенности
 - ✓ корреляционные связи фильтрационно-емкостных и физических характеристик пород

по базе данных лабораторных исследований керна
- **научиться анализировать данные ГИС и определять:**
 - ✓ литологический состав пород
 - ✓ пласты-коллекторы
 - ✓ тип насыщения пластов-коллекторов
 - ✓ толщины пластов

по диаграммам геофизических исследований скважин
- **научиться определять основные параметры продуктивного пласта:**
 - ✓ пористость,
 - ✓ глинистость
 - ✓ водонасыщенность
 - ✓ электрическое удельное сопротивление породы
 - ✓ электрическое удельное сопротивление пластовой воды

по диаграммам геофизических исследований скважин



Petroleum Learning Centre

центр профессиональной переподготовки
специалистов нефтегазового дела

MSc Programs

Магистерские программы



INTRODUCTION



FORMATION EVALUATION AND PETROPHYSICS

Петрофизика (petrophysics) – наука, изучающая физические свойства горных пород и насыщающих их флюидов. Объект изучения – образцы горных пород и пробы флюидов.

Оценка свойств пласта (formation evaluation) - количественная характеристика физических свойств геологического объекта, способного аккумулировать углеводороды



Какие данные геофизических исследований скважин важны для инженера – нефтяника ?

- **Наличие пласта-коллектора**
- **Толщина (мощность) продуктивной части пласта**
- **Пористость**
- **Водонасыщенность - нефтегазонасыщенность**
- **Положение контактов флюидов**
- **Проницаемость**

На какие вопросы может дать ответ такая информация ?

- **Присутствует ли продуктивный пласт (группа пластов) в разрезе скважины ?**
- **Сколько полезного продукта – нефти или газа – он (они) могут содержать ?**
- **Сколько полезного продукта можно извлечь из пласта (пластов) при эксплуатации ?**
- **В каком интервале произвести перфорацию после обсадки скважины ?**



Начальные геологические запасы (OIP, GIIP)

- Нефти

$$V_{oil} = C1 \cdot \phi(1 - S_w) \cdot h \cdot A$$

- Газа

$$V_{gas} = C2 \cdot \phi(1 - S_w) \cdot h \cdot A$$

ϕ (доли) - пористость пласта

S_w (доли) - водонасыщенность

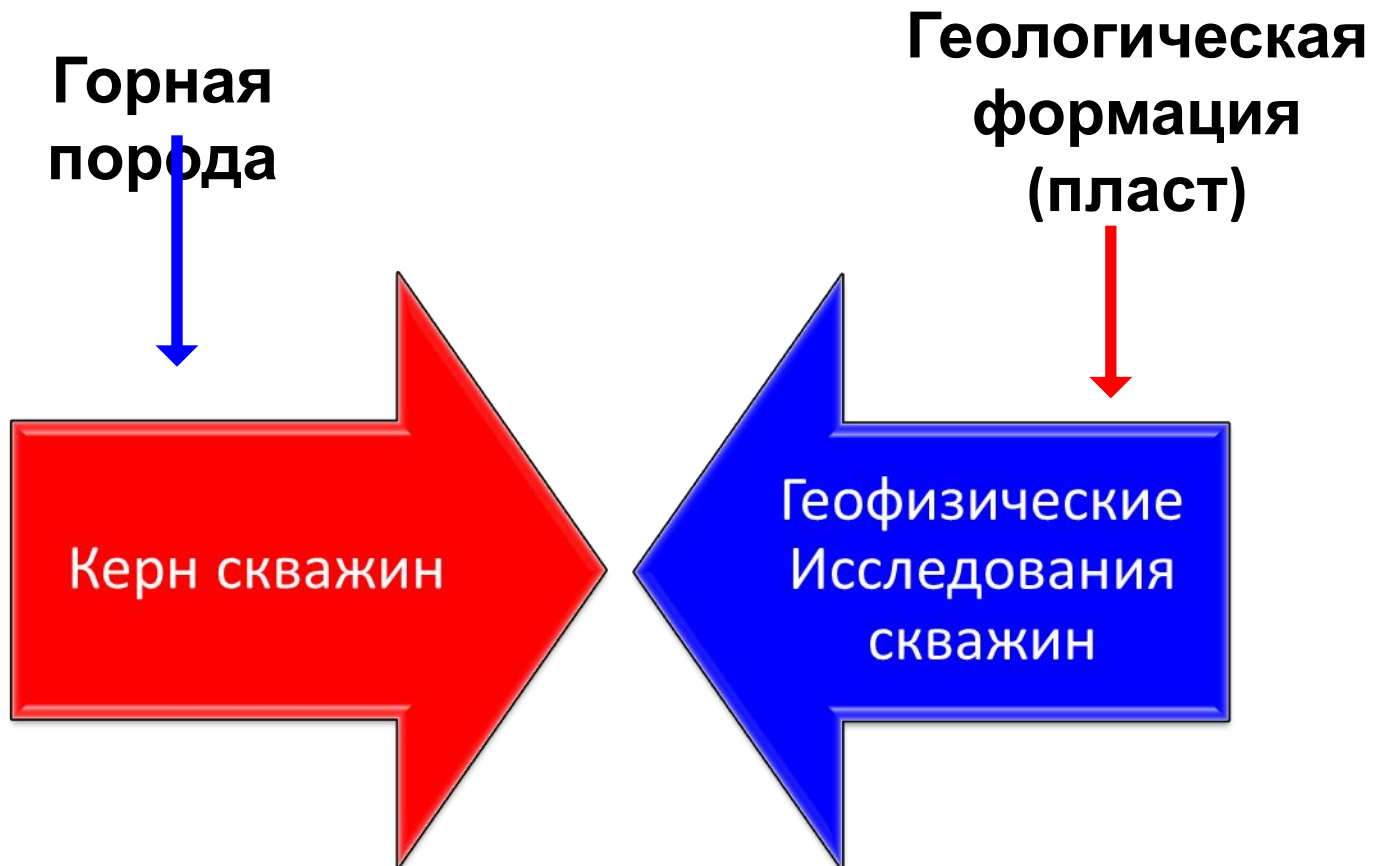
$\phi(1 - S_w)$ – часть объема пласта, содержащая углеводороды

h (метры) - толщина продуктивной части пласта

A (км²) – зона охвата (дренирования)



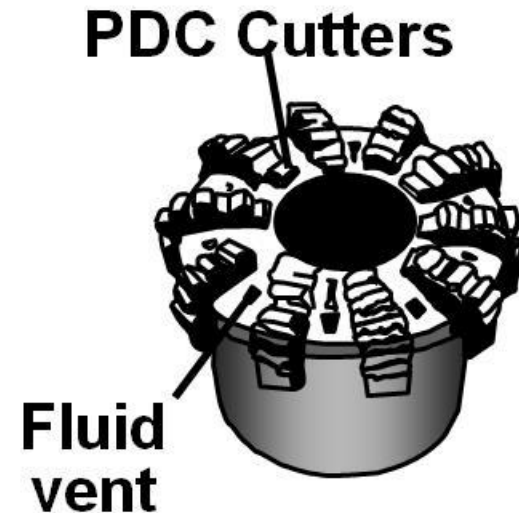
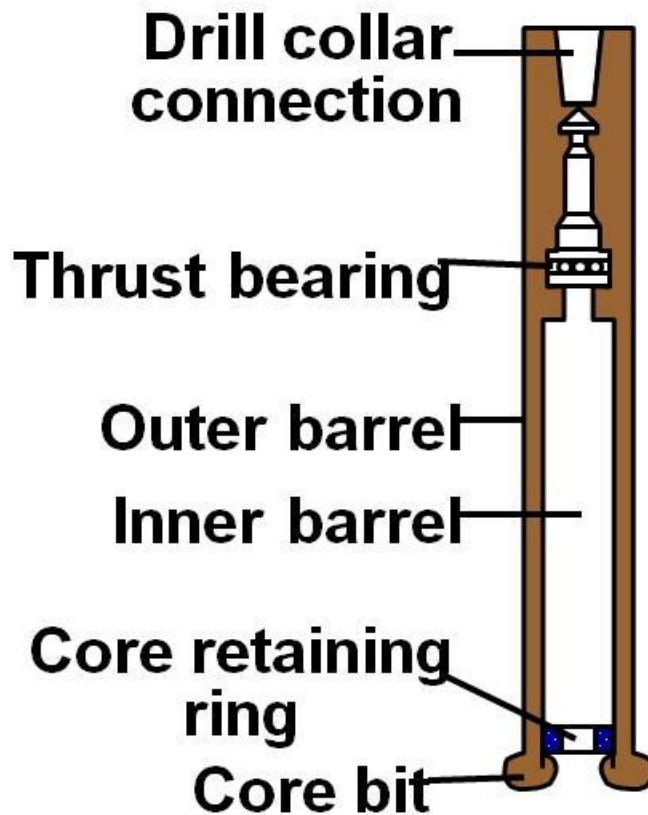
Способы получения информации о физических свойствах





Отбор образцов керна

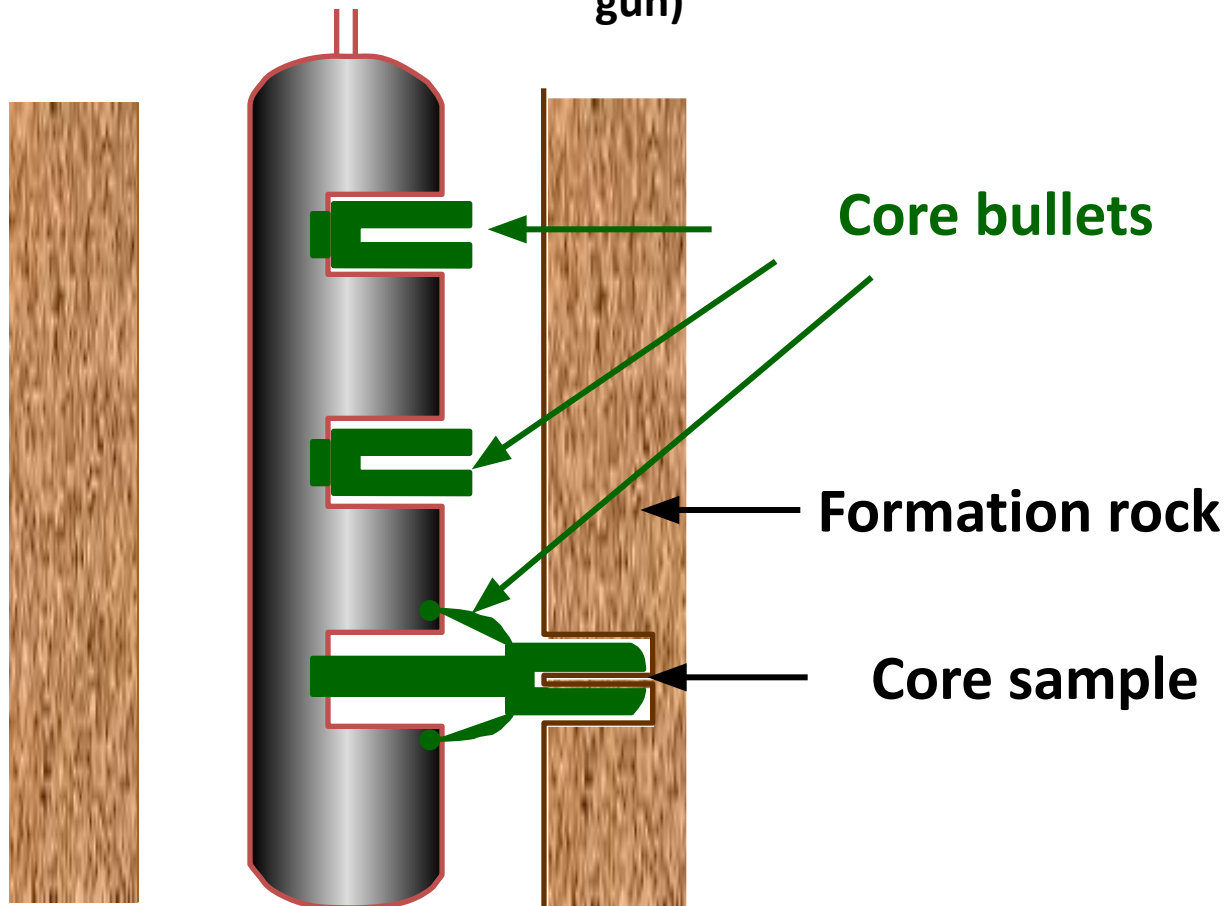
(Керноотборник – coring assembly and core bit)





Отбор образцов керна

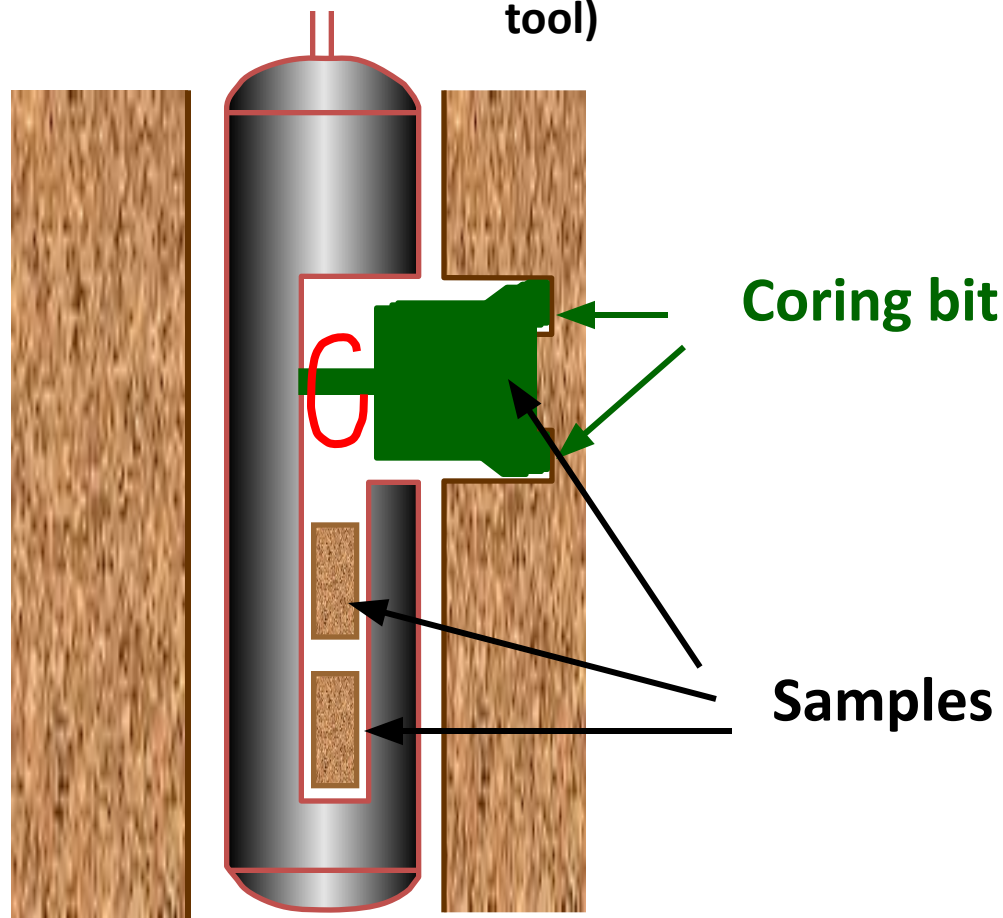
(Боковой стреляющий грунтонос – sidewall sampling gun)





Отбор образцов керна

(Боковой сверлящий грунтонос – sidewall coring tool)





Образцы керна

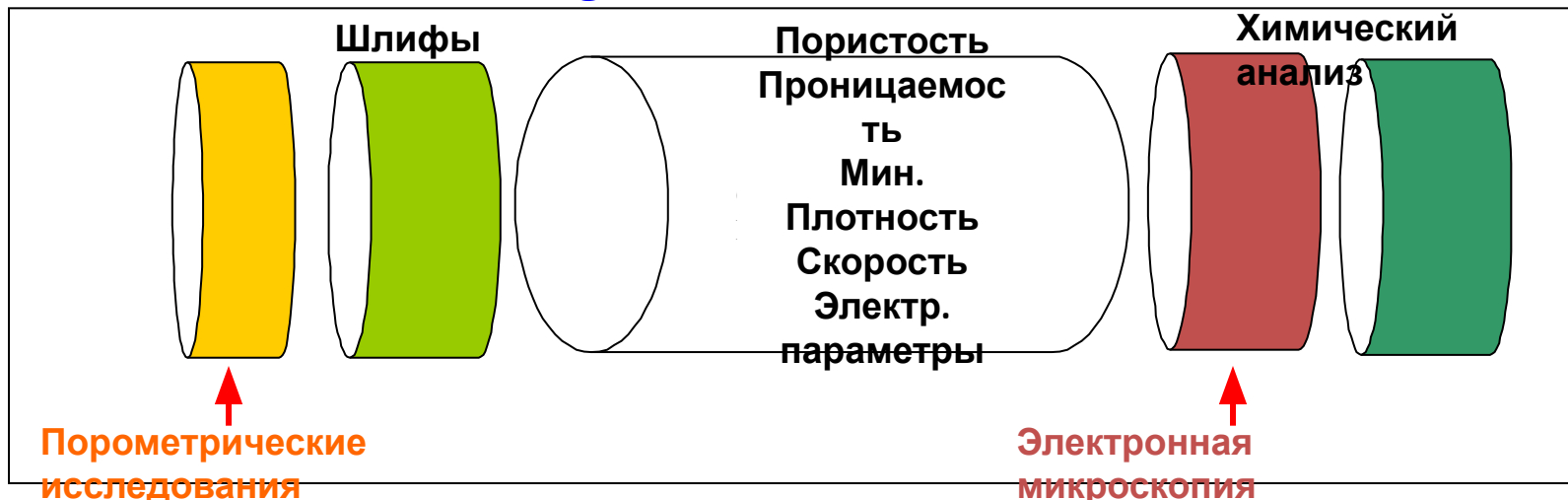


Отбор образцов керна для лабораторных исследований с выпиливанием цилиндров осуществляется с шагом 0.25 – 0.3 м по всему интервалу проходки



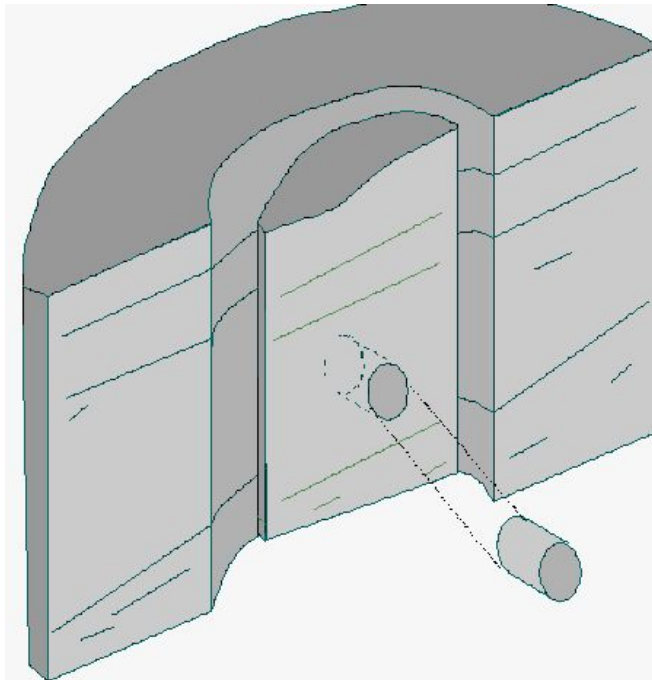


Методология последовательного изучения керна





Описание свойств горных пород



Геологическая характеристика

- ✓ Литолого-минералогический состав
- ✓ Структура и текстура
- ✓ Глинистость
- ✓ Карбонатность

Фильтрационно-емкостные свойства

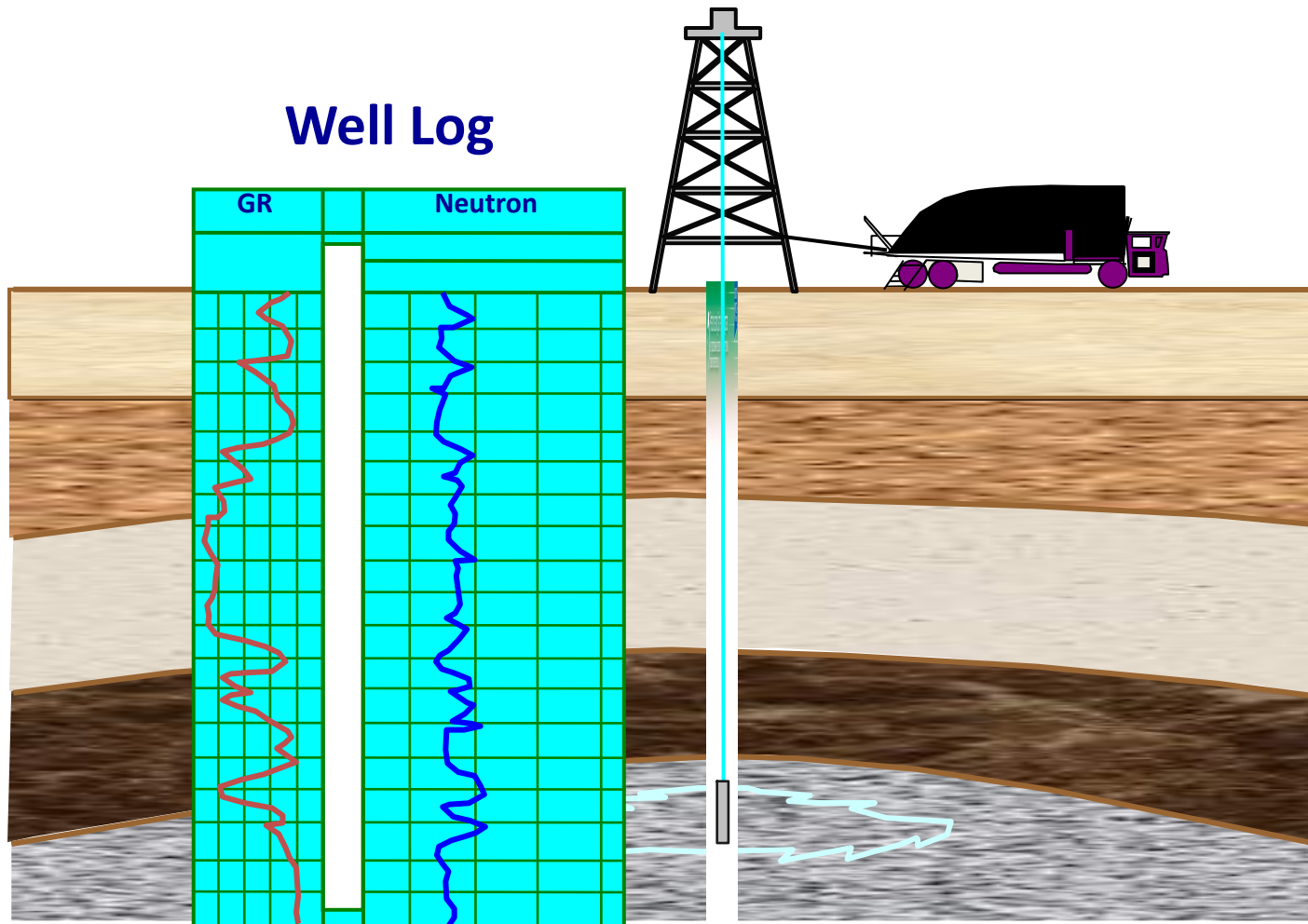
- ✓ Пористость
- ✓ Проницаемость
- ✓ Флюидонасыщенность
- ✓ Капиллярное давление

Физические свойства

- ✓ Плотность
- ✓ Естественная радиоактивность
- ✓ Электрические свойства
- ✓ Акустические свойства



Геофизические исследования скважин





Классификация методов ГИС

Методы ГИС для решения геологических задач

Электрические

Метод ПС
Метод КС (стандартный и
боковой)
Индукционный каротаж
Микрокаротаж

Радиоактивные

Гамма каротаж
- интегральный
- спектральный
Гамма-гамма каротаж
- плотностной гамма-гамма каротаж
- селективный гамма-гамма каротаж
Нейтронный каротаж
- нейтронный гамма каротаж
- нейтрон-нейтронный каротаж

Другие

Акустический каротаж
**Ядерно-магнитный
каротаж**
Методы сканирования

ГТИ

Методы контроля технического состояния

Инклинометри я

Измерение азимута и
зенитного угла
скважины

Кавернометрия

Измерение диаметра
скважины

Термометрия

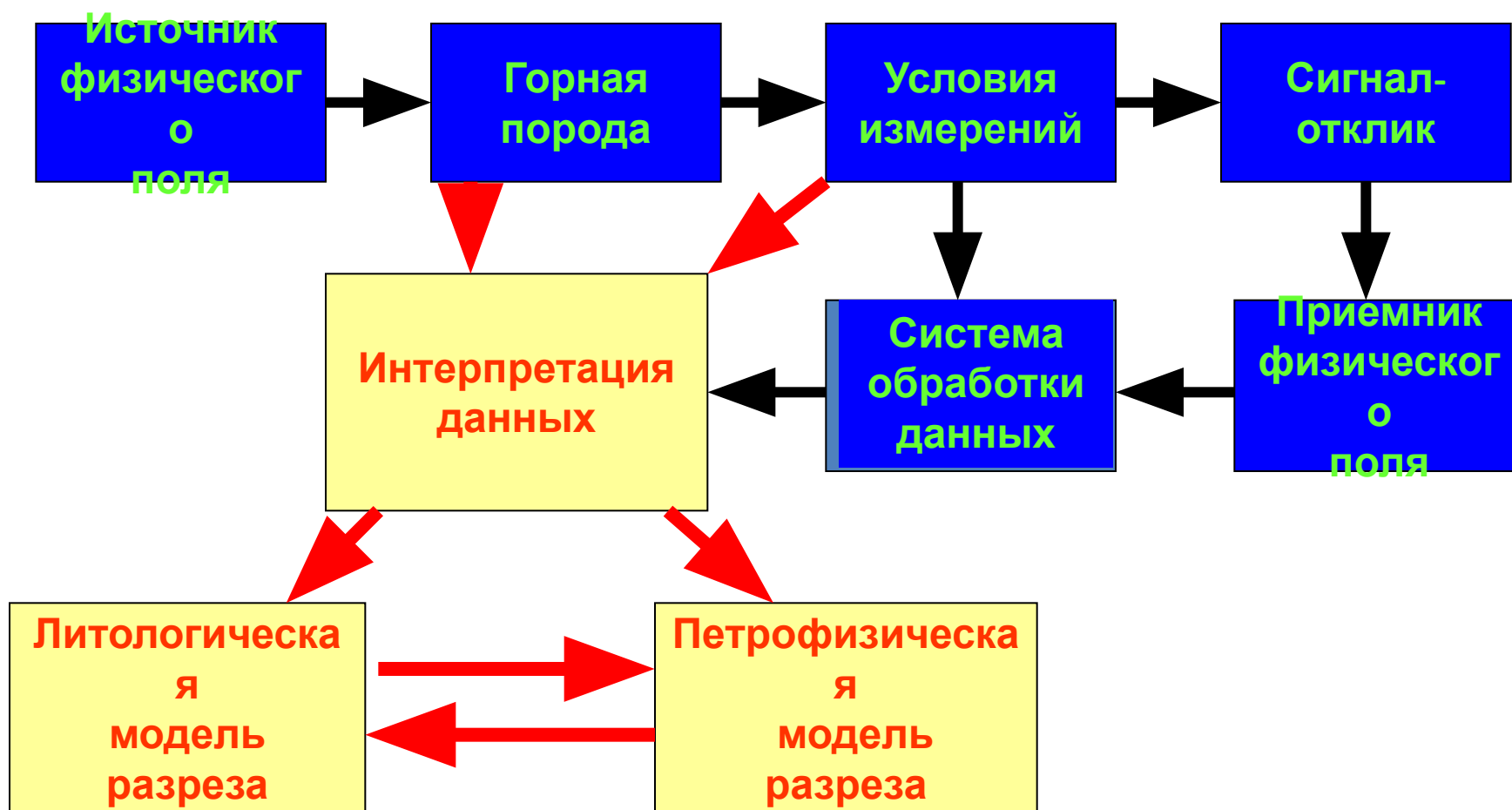
Измерение
пластовой
температуры

Резистивиметрия

Измерение
сопротивления
бурового раствора



Схема получения информации о физических свойствах пород по ГИС





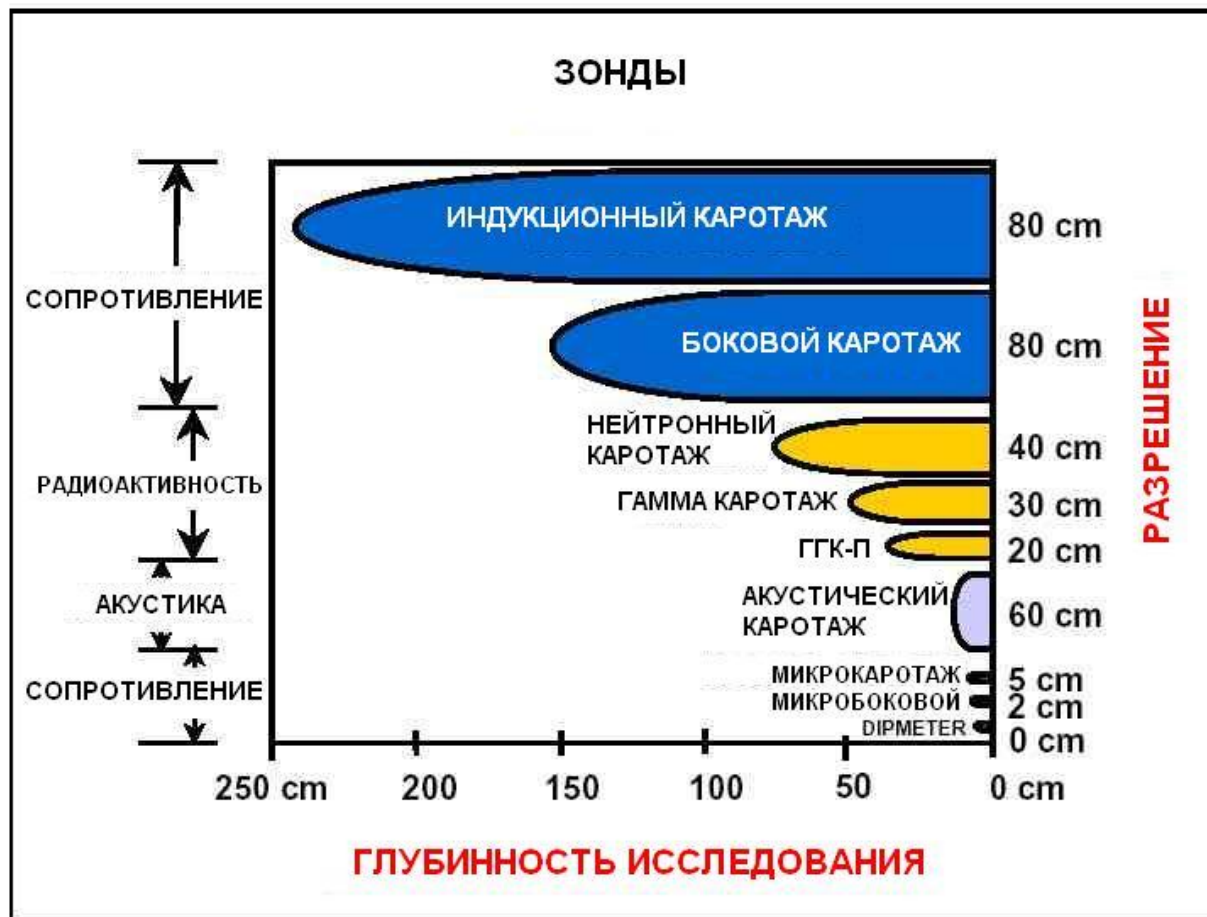
Каротаж и исследования керна обеспечивают информацию о:

- ✓ глубине залегания пластов
- ✓ толщине (мощности) пластов
- ✓ температуре
- ✓ пластовом давлении
- ✓ типах пород, слагающих пласты (глина, песчаник, известняк, доломит)
- ✓ условиях залегания горных пород (азимут и угол падения)
- ✓ наличии нефти или газа
- ✓ фильтрационно-емкостных свойствах пород
- ✓ насыщенности пород
- ✓ положении контактов флюидов

Цветом выделена информация, получаемая по керну
скважин

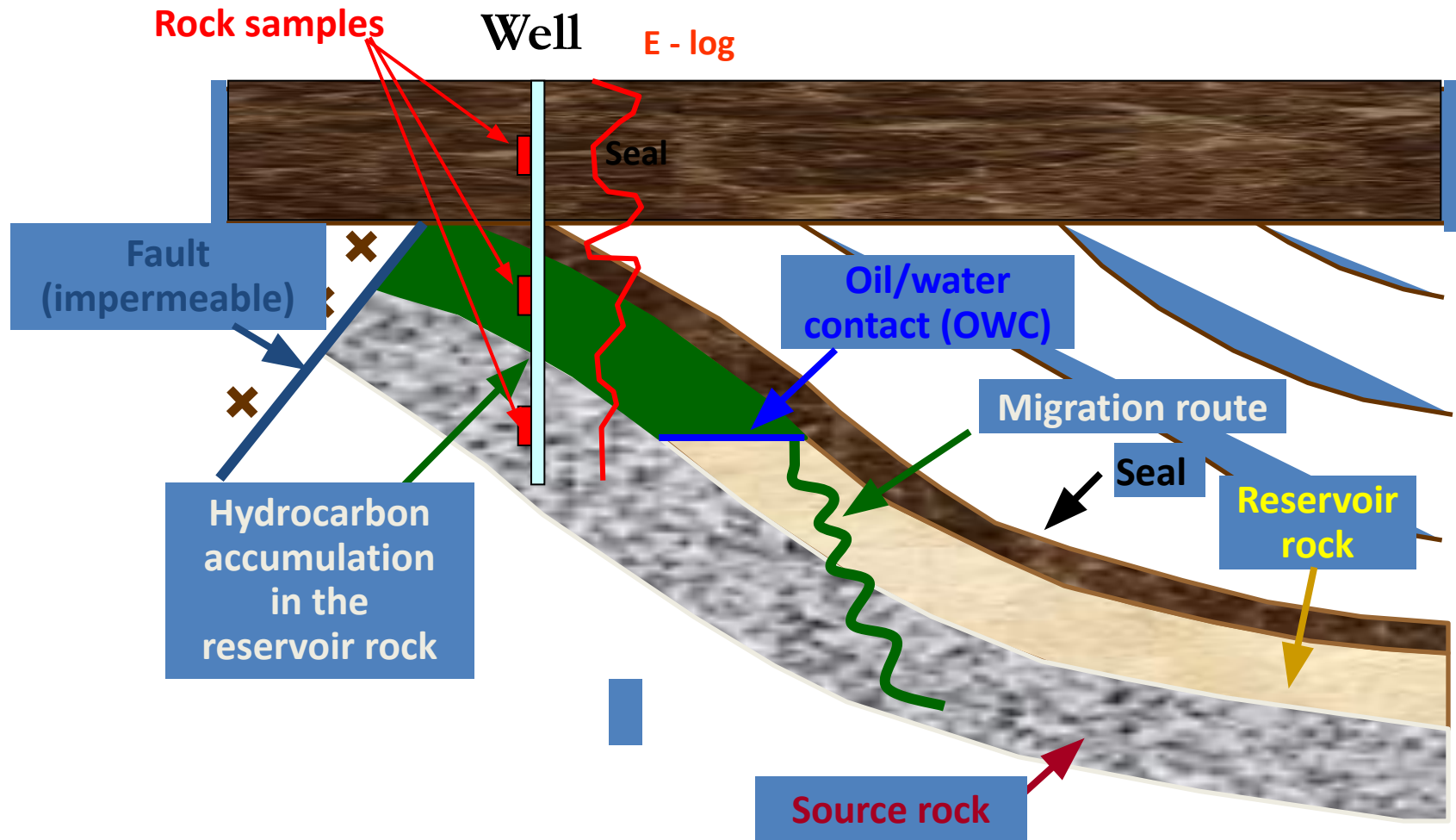


Разрешающая способность методов (зарубежные данные)





Соотношение масштабов изучения физических свойств отдельных типов пород и геологической формации





Сравнительная характеристика данных по керну и ГИС

Керн	ГИС
1. Детальная литолого-минералогическая характеристика 2. Точное определение физических и фильтрационно-емкостных параметров отдельных типов пород 3. Точечный отбор и малые размеры образцов 4. Недостаточная представительность для гетерогенных формаций	1. Упрощенная литологическая модель геологического разреза 2. Приближенная оценка физических и фильтрационно-емкостных свойств 3. Непрерывные измерения по всему стволу скважины 4. Оценка объемных параметров геологической формации в целом