

ЛЕКЦИЯ 1

ПЕТРОФИЗИКА КАК ПРИКЛАДНАЯ НАУКА

ПЛАН:

- Горная порода как система с определенными физическими свойствами.
- Предмет, задачи и методы науки «Петрофизика»
- История формирования петрофизики как науки изучения горных пород
- Изучаемые свойства в Петрофизике
- Роль петрофизики в обеспечении различных направлений нефтегазовых промышленности

Петрофизика

(гр. *petra* камень + гр. *physics* природа) – физика камня или физические свойства горных пород

- Это дисциплина естествознания, в которой изучают закономерности изменения физических свойств горных пород, связи между этими свойствами и их изменения под воздействием внешних факторов.

ГОРНАЯ ПОРОДА

- **В геологической науке** – это природные агрегаты минералов более или менее постоянного состава, образующие самостоятельные геологические тела, слагающие земную кору.

ГОРНАЯ ПОРОДА

С петрофизической точки зрения

Горная порода состоит из компонентов и фаз различного физико-химического состава и агрегатного состояния. Такая неоднородная система в физической химии называется **ГЕТЕРОГЕННОЙ**

ГОРНАЯ ПОРОДА

ГОРНАЯ
ПОРОДА

ТВЕРДАЯ
ФАЗА

ФЛЮИДЫ

ГОРНАЯ ПОРОДА

```
graph TD; A[ГОРНАЯ ПОРОДА] --- B[ТВЕРДАЯ ФАЗА]; B --- C[МИНЕРАЛЬНЫЕ ЧАСТИЦЫ СКЕЛЕТА]; B --- D[ЦЕМЕНТ];
```

ТВЕРДАЯ
ФАЗА

МИНЕРАЛЬНЫЕ
ЧАСТИЦЫ
СКЕЛЕТА

ЦЕМЕНТ

ГОРНАЯ ПОРОДА

```
graph TD; A[ГОРНАЯ ПОРОДА] --> B[ФЛЮИДЫ]; B --> C[ЖИДКИЕ]; B --> D[ГАЗООБРАЗНЫЕ];
```

ФЛЮИДЫ

ЖИДКИЕ

ГАЗООБ-
РАЗНЫЕ

ГОРНАЯ ПОРОДА

```
graph TD; A[ГОРНАЯ ПОРОДА] --- B[ЖИДКАЯ ФАЗА]; A --- C[ПЛАСТОВЫЕ ВОДЫ]; A --- D[СЖИЖЕН. ГАЗЫ]; B --- E[НЕФТЬ]; B --- D;
```

ЖИДКАЯ
ФАЗА

ПЛАСТОВ
ЫЕ
ВОДЫ

НЕФТЬ

СЖИЖЕН.
ГАЗЫ

ГОРНАЯ ПОРОДА

Таким образом, горная порода

– это гетерогенная
термодинамическая
многокомпонентная
многофазная система

Предмет, задачи и методы науки
«Петрофизика»

ПРЕДМЕТ (ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ)

- ГОРНАЯ ПОРОДА, ЕЕ
ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ И
ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Предмет, задачи и методы науки «Петрофизика»

ЗАДАЧИ — ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД В ЗАВИСИМОСТИ ОТ:

- ЛИТОЛОГИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ;
- УСЛОВИЙ ИССЛЕДОВАНИЯ (ПЛАСТОВЫЕ, АТМОСФЕРНЫЕ);
- ИЗМЕНЕНИЯ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПРОМЫВОЧНОЙ ЖИДКОСТИ

Предмет, задачи и методы науки «Петрофизика»

- **МЕТОДЫ** (СИСТЕМА ПРИЕМОВ И СПОСОБОВ)
 - ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ В ЛАБОРАТОРИИ;
 - МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПОЛУЧАЕМЫХ ДАННЫХ.

История формирования петрофизики как науки

Этап 1 – одновременно с внедрением человека в недра Земли (пещерные города, строительство домов, погребов, колодцев и т.д.)

Исследуются состав, прочность, изолирующие свойства и подобные характеристики)

История формирования петрофизики как науки

Этап 2 – начало бурения на нефть и газ
(до появления дистанционных методов изучения пород)

Исследуются такие характеристики как плотность, пористость, состав, глинистость, твердость и т.д.

История формирования петрофизики как науки

Этап 3 - (начало 30-х годов 20-го века) –
появление первых методов ГИС
(электрометрия КС + ПС)

Необходимость кроме **качественной**
интерпретации осуществлять и
количественную интерпретацию ГИС

История формирования петрофизики как науки

Этап 4 – (начало 60-х годов 20-го века)

В 1962 году вышел 1-ый учебник В.Н. Кобрановой

1986 – переиздание учебника «Петрофизика»

1991 – 1-й учебник «Петрофизика» В.М. Добрынин, Б.Ю. Вендельштейн, Д.А. Кожевников

2004 – переиздание учебника «Петрофизика» тех же авторов

История формирования петрофизики как науки

Результаты петрофизических исследований с середины 30-х годов

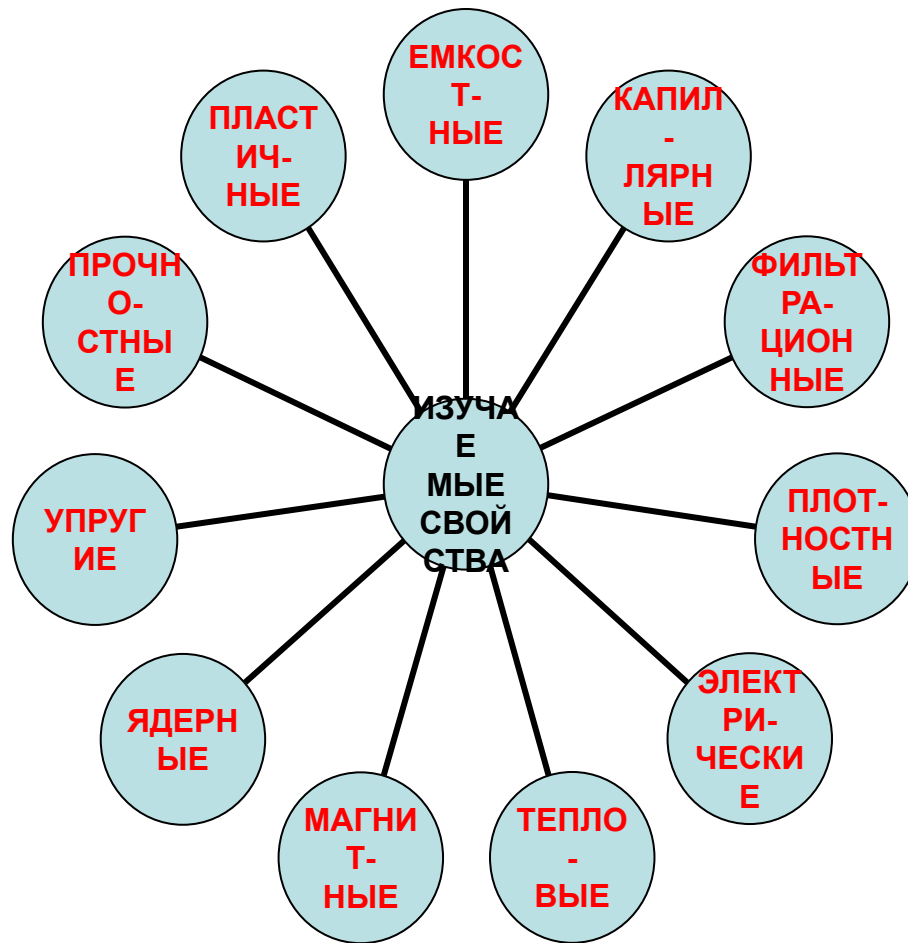
1. Созданы способы и аппаратура для определения многих петрофизических величин
2. Получили развитие основы физико-математических теорий физических и физико-химических процессов
3. Определено множество значений петрофизических величин, пределы их изменения для типов и групп пород
4. Составлены более дробные классификации пород
5. Построены разрезы и карты многих районов СССР и РФ
6. Установлено множество парных и многомерных петрофизических связей с применением ЭВМ

История формирования петрофизики как науки

Российские и зарубежные ученые сформировавшие Петрофизику как прикладную науку

1. В.Н.Дахнов – основатель школы интерпретации и петрофизики РФ (кафедра ГИС)
2. В.Н.Кобранова, В.М.Добрынин, Б.Ю.Вендельштейн, М. Г.Латышова, Е.И.Леонтьев, М.М. Элланский и др.- ученики В.Н.Дахнова
3. М.Б.Дортман, Е.А.Поляков, Л.И.Орлов, А.А.Ханин, М. Л.Озерская, Г.М.Авчян и др.
4. Ж.Арчи, Х.Доль, А.Маршал, М.Тиксье, М.Вилли, Ф. Гассман, Т.Нагата, Дж. Амикс, и др.

Изучаемые свойства в Петрофизике



Изучаемые свойства в Петрофизике

ЕМКОСТНЫЕ:

- ПОРИСТОСТЬ

Общая, открытая, закрытая,
эффективная, динамическая

- ВЛАГОЕМКОСТЬ

Полная, капиллярная, подвешенная,
максимальная гигроскопическая,
гигроскопическая

Изучаемые свойства в Петрофизике

КАПИЛЛЯРНЫЕ:

- Капиллярное давление
 - Смачиваемость
- Удельная поверхность

Изучаемые свойства в Петрофизике

ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ:

- Газопроницаемость
- Водопроницаемость
- Нефтепроницаемость

Изучаемые свойства в Петрофизике

ПЛОТНОСТНЫЕ:

- Плотность породы
- Плотность минералогическая
 - Плотность жидкой фазы
- Плотность газообразной фазы

Изучаемые свойства в Петрофизике

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ:

- Электропроводность (удельное электрическое сопротивление)
- Диэлектрическая проницаемость
 - Естественная и вызванная электрохимическая активность
- Окислительно-восстановительная активность

Изучаемые свойства в Петрофизике

ТЕПЛОВЫЕ:

- Теплоемкость
- Теплопроводность
- Температуропроводность

Изучаемые свойства в Петрофизике

МАГНИТНЫЕ:

- Намагниченность
- Магнитная восприимчивость
- Температура, соответствующая точке Кюри

Изучаемые свойства в Петрофизике

ЯДЕРНЫЕ:

- Радиоактивность
- Нейтронная активность
- Длина диффузии l_T
- Время жизни τ_T
- и т.д.

Изучаемые свойства в Петрофизике

УПРУГИЕ:

- Способность к изменению формы
- Способность к передаче и поглощению упругих колебаний (скорость, ослабление волн и т. д.)

Изучаемые свойства в Петрофизике

ПРОЧНОСТНЫЕ:

- Прочность на сжатие
- Прочность на разрыв
- Прочность на сдвиг

Изучаемые свойства в Петрофизике

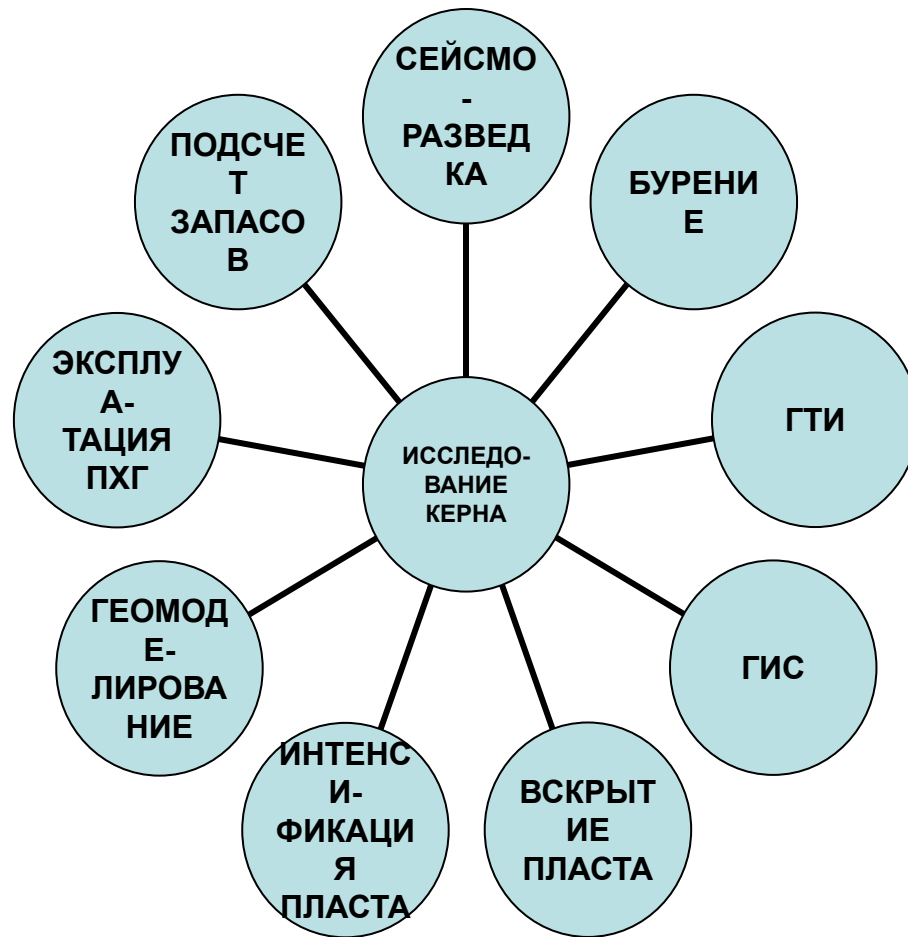
ПЛАСТИЧНЫЕ:

- Пластичность

Изучаемые **свойства** в Петрофизике

ТАКИМ ОБРАЗОМ,
Σ СВОЙСТВ, ИЗУЧАЕМЫХ
ПЕТРОФИЗИКОЙ,
СОСТАВЛЯЕТ
БОЛЕЕ **60**

3. Петрофизическое обеспечение прикладных направлений нефтегазовой промышленности



Петрофизическое обеспечение прикладных направлений нефтегазовой промышленности

- **ПОЛЕВЫЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ
МЕТОДЫ РАЗВЕДКИ
(СЕЙСМОРАЗВЕДКА, ВСП И ДР.)**

Свойства:

- **ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ, УПРУГИЕ,
• ПЛОТНОСТНЫЕ**

Петрофизическое обеспечение прикладных направлений нефтегазовой промышленности

- **БУРЕНИЕ СКВАЖИН**

- **Свойства:**

- **- ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ,**
 - **- МЕХАНИЧЕСКИЕ,**
 - **- ПЛОТНОСТНЫЕ**

Петрофизическое обеспечение прикладных направлений нефтегазовой промышленности

- **ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ (ГТИ)**
 - **Свойства:**
 - - **ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ,**
 - - **ГЕОХИМИЧЕСКИЕ,**
 - - **ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ,**
 - - **ПЛОТНОСТНЫЕ**

Петрофизическое обеспечение прикладных направлений нефтегазовой промышленности

• ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН (ГИС):

• Свойства:

- - ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ,
- - ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ,
- - ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ, - РАДИОАКТИВНЫЕ,
 - - ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ,
 - - УПРУГИЕ, - ПЛОТНОСТНЫЕ,
 - - ТЕПЛОВЫЕ, - МАГНИТНЫЕ

Петрофизическое обеспечение прикладных направлений нефтегазовой промышленности

• **ВСКРЫТИЕ ПЛАСТОВ**

- **Свойства:**
 - - **ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ,**
 - - **ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ,**
 - - **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ,**
 - - **УПРУГИЕ,**
 - - **ПЛОТНОСТНЫЕ**

Петрофизическое обеспечение прикладных направлений нефтегазовой промышленности

- **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПЛАСТА**

- **Свойства:**

- - **ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ,**
- - **ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ,**
 - - **ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ,**
 - - **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ,**
 - - **УПРУГИЕ, ПЛОТНОСТНЫЕ,**
 - - **АКУСТИЧЕСКИЕ. ТЕПЛОВЫЕ**

Петрофизическое обеспечение прикладных направлений нефтегазовой промышленности

- **ГЕОМОДЕЛИРОВАНИЕ**

- **Свойства:**

- **- ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ,**

- **- ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ,**

- **ПЛОТНОСТНЫЕ**

Петрофизическое обеспечение прикладных направлений нефтегазовой промышленности

- **ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ**

- **Свойства:**

- - **ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ,**
- - **ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ,**
 - - **ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ,**
 - - **АКУСТИЧЕСКИЕ,**
- - **ПЛОТНОСТНЫЕ, МАГНИТНЫЕ**

Петрофизическое обеспечение прикладных направлений нефтегазовой промышленности

- **СТРОИТЕЛЬСТВО ПХГ**

- **Свойства:**

- - **ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ,**
- - **ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ,**
 - - **ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ,**
 - - **АКУСТИЧЕСКИЕ,**
 - - **ПЛОТНОСТНЫЕ,**

Контрольные вопросы

1. Место петрофизики в комплексе геофизических методов изучения горных пород.
2. Какие физические свойства горных пород используются для изучения разрезов скважин?
3. История формирования петрофизики как прикладной науки.
4. Петрофизическое обеспечение прикладных направлений нефтегазовой промышленности

ПЕТРОФИЗИКА КАК ПРИКЛАДНАЯ НАУКА

Литература:

1. Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Кожевников Д. А. Петрофизика. М., Недра, 2004
2. Кобранова В.Н. Петрофизика. М., Недра, 1986.
3. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизика). Справочник геофизика. Под ред. Н.Б.Дортман. М., Недра, 1984.
4. Гудок Н.С., Богданович Н.Н., Мартынов В.Г. Определение физических свойств нефтеводосодержащих пород. Уч. пособие для вузов.-М., ООО «Недра-Бизнесцентр», 2007.