



**РГУ НЕФТИ И ГАЗА (НИУ) ИМЕНИ И.М. ГУБКИНА**

**КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ НЕФТИ И ГАЗА**



# **ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА**

**ПОРОДЫ-КОЛЛЕКТОРЫ И ПОРОДЫ-ПОКРЫШКИ  
(КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА ГОРНЫХ ПОРОД)**

## КОЛЛЕКТОРЫ И ПОКРЫШКИ НЕФТИ И ГАЗА

*Горные породы*, обладающие способностью *вмещать* нефть, газ и воду и *отдавать* их при разработке называются **коллекторами**

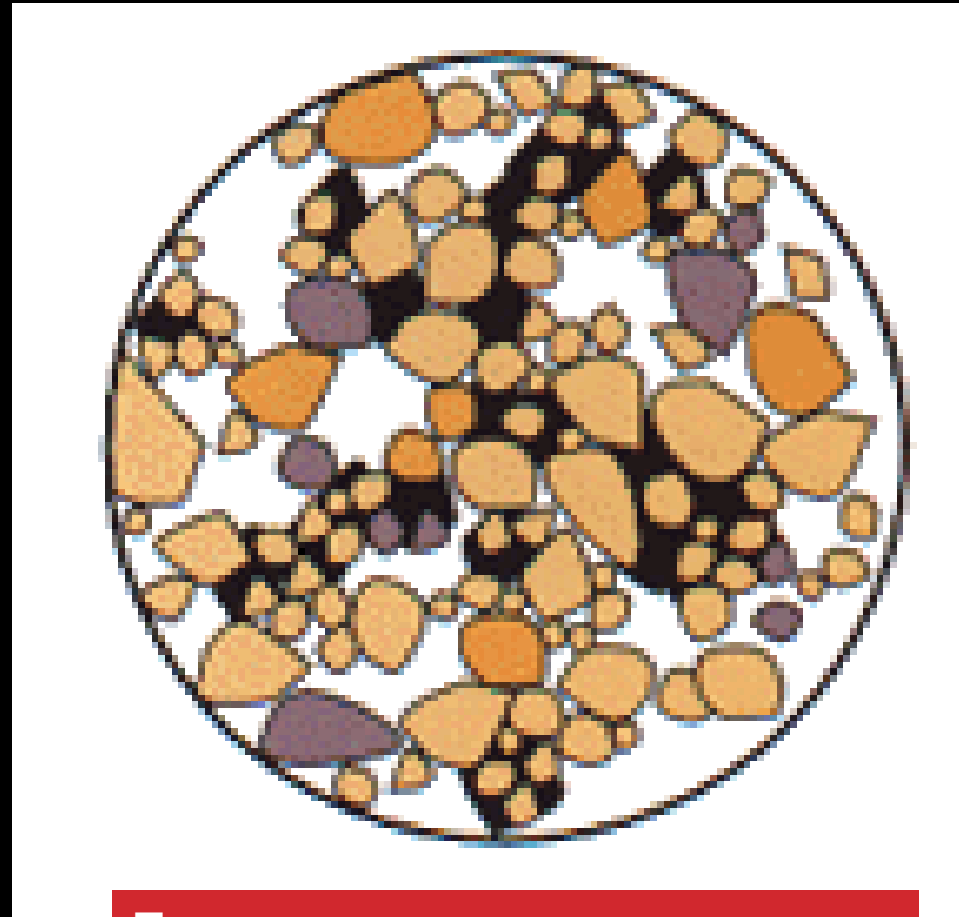
Горные породы, препятствующие перемещению УВ называются **покрышками**

Основными физическими параметрами, обуславливающими коллекторские свойства пород, являются **пористость и проницаемость**, которые определяют фильтрационно-емкостную (ФЕС) характеристику коллекторов.

**Пористость** – это объем порового пространства, который выражается отношением объема пор и пустот к объему породы.

Пористость - объем пустот в горной породе.

- Первичная и вторичная
- Общая, открытая, эффективная
- Сверхкапиллярная ( $>0,25$  mm), капиллярная ( $0,25-0,001$  mm), субкапиллярная ( $<0,001$  mm).
- Каверновая, гранулярная, биопористость (межформенная и внутриформенная), трещинная (литогенетическая – диагенетическая и катагенетическая), тектоническая, смешанная.



Пористость песчаников Ромашкинского месторождения колеблется от 15 до 26%

## **Общая пористость :**

$$m = (V_{\text{всех пор}}/V_{\text{породы}}) * 100\% \quad K_p = V_{\text{всех пор}}/V_{\text{породы}}$$

## **Открытая пористость**

– объем только тех пор, которые связаны между собой, по которым возможно движение флюидов:

$$m = (V_o/V_{\text{породы}}) * 100\% \quad K_{p\ o} = V_o/V_{\text{породы}}$$

## **Эффективная пористость**

– объем тех пор, из которых нефть может быть извлечена при разработке:

$$m = (V_{\text{э}}/V_{\text{породы}}) * 100\% \quad K_{p\ \text{э}} = V_{\text{э}}/V_{\text{породы}}$$

$$K_p > K_{p\ o} > K_{p\ \text{э}}$$

# Проницаемость

**Проницаемость** — способность пород пропускать через себя жидкости или газы при наличии перепада давлений.

Зависит от:

1. Перепада давления
2. Структуры порового пространства
3. Флюидов и их сочетаний

Проницаемость песчаных коллекторов Ромашкинского месторождения -  $0,04-2 \text{ мкм}^2$

Количественное определение величины проницаемости основано на **законе линейной фильтрации Дарси** для вязкого флюида в пористой среде и выражается через коэффициент проницаемости  $K_{пр}$  ( $m^2$ ):

$$K_{пр} = \frac{Q * \mu * L}{\Delta P * S}$$

$Q$  - расход флюида в единицу времени;

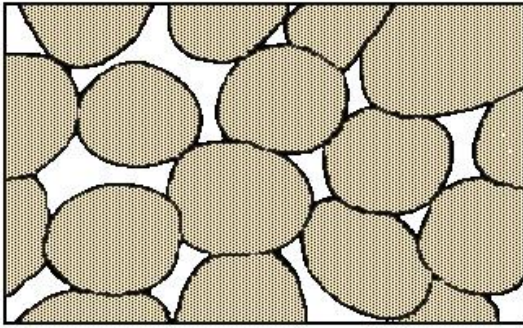
$\mu$  - вязкость флюида;

$L$  - длина пористой среды;

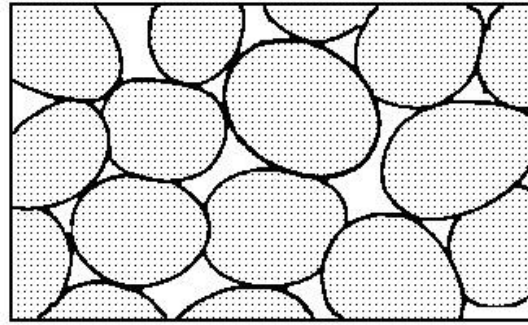
$\Delta P$  - перепад давления;

$S$  - площадь фильтрации.

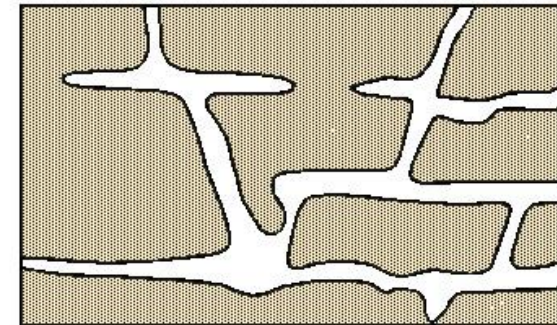
Единица измерения проницаемости в системе СИ— $1m^2$ , в нефтепромысловой практике **1Д (Дарси)** равен  $1,02 \cdot 10^{-12} m^2 = 1 \text{ мкм}^2$ .



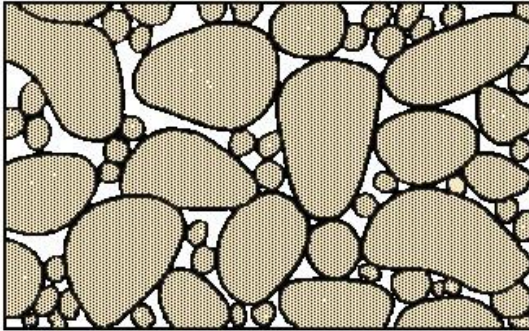
а



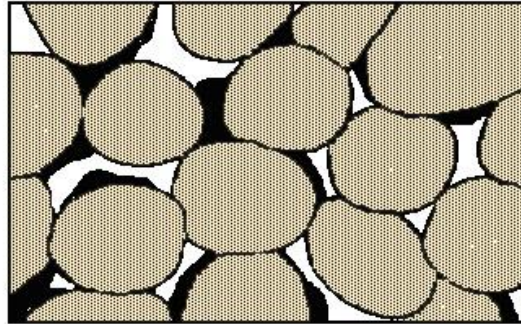
в



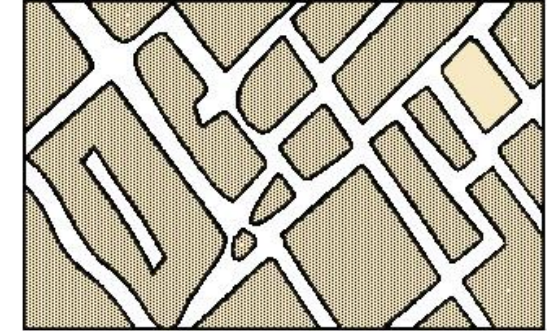
д



б



г



е

Виды коллекторов:

- а – гранулярный сортированный,
- б - гранулярный несортированный,
- в - гранулярный с двойной пористостью,
- г - гранулярный, с поровым цементом
- д – каверновый,
- е - трещинный

**В лучших коллекторах открытая пористость 15-30%**

**Высокопроницаемые породы – более 500 мд (более 0,5 мкм<sup>2</sup>)**

**Низкопроницаемые породы – менее 10 мд (менее 0,01 мкм<sup>2</sup>)**



# ОБЛОМОЧНЫЕ ПОРОДЫ-КОЛЛЕКТОРЫ

Размер обломков	Неокатанные (угловатые)		Окатанные	
	несцементированные (рыхлые)	сцементированные	несцементированные (рыхлые)	сцементированные
>10 см	глыбы	глыбовая брекчия	валуны	валунный конгломерат (валунник)
10-1 см	щебень	брекчия	галька	конгломерат
1 см – 1 мм	дресва	дресвянник	гравий	гравелит
0,1 – 1 мм	песок	песчаник	песок	песчаник
0,01 – 0,1 мм	алеврит	алевролит	алеврит	алевролит
< 0,01мм	глина	аргиллит	глина	аргиллит

2-высше

# УПРОЩЕННАЯ ОЦЕНОЧНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД- КОЛЛЕКТОРОВ

Группа и класс	Абсолютная проницаемость, мкм <sup>2</sup>	Открытая пористость, %	Тип	Характеристика
A1	1.0-0,5	25-35	Каверново-поровые	Биоморфные, органогенно-детритовые, комковатые, слабо сцементированные, поры седиментационные, увеличенные выщелачиванием до каверн
A2	0,5-0,3	16-30		
B3	0,3 – 0,1	12-28	Поровый, трещинно-поровый	Органогенно-детритовые, слабо перекристаллизованные, сцементированные. Поры седиментационные
B4	0,1-0,55	12-25		
B5	0,05-0,01			
B6,7	0,3-0,001	20-8 Трещин - 0,1 - 4	Порово-трещинный и трещинный	Пелитоморфно-микрозернистые, сгустково-детритовые, сильно перекристаллизованные, пустоты выщелачивания

2-высшее, 9, 11.

# ОБЩАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ КОЛЛЕКТОРОВ НЕФТИ И ГАЗА

(ПО Ю.К.БУРЛИНУ)

Типы коллекторов	Классы по емкостным и фильтрационным свойствам
<i>Кавернозные</i> (в карбонатных, а также выщелоченных магматических и метаморфических породах)	<b>1 класс</b> Открытая пористость до 40%, Проницаемость 1000 мД и выше
<i>Гранулярные</i> хорошо отсортированные преимущественно мономинеральные с малым количеством цемента, оолитовые известняки <i>Биопустотные</i> рифовые, известняки, биоморфные породы	<b>2 класс</b> Открытая пористость более 20%, Проницаемость 100 - 1000 мД
<i>Гранулярные</i> олигомиктового и аркозового состава <i>Карбонатные</i> органогенно-детритусовые	<b>3 класс</b> Открытая пористость более 15-20%, Проницаемость 10 - 100 мД
<i>Гранулярные</i> полимиктового состава с высоким содержанием цемента <i>Карбонатные</i> пелитоморфные, мелкозернистые, комковатые, строматолитовые	<b>4 класс</b> Открытая пористость 15-20%, Проницаемость 1 - 10 мД
<i>Трещинные</i> тектоническая трещиноватость	<b>5 класс</b> Трещинная пустотность 2-3% Проницаемость до 1000 мД
Литогенетическая трещиноватость 2-высшее, 9.11.	<b>6 класс</b> Трещинная пустотность 5-10% Проницаемость 10 - 1000 мД

# КЛАССИФИКАЦИЯ ПЕСЧАНО-АЛЕВРИТОВЫХ КОЛЛЕКТОРОВ НЕФТИ И ГАЗА (ХАНИН А.А., 1965)

Класс коллектора	Тип пород	Проницаемость мкм	Емкостно-фильтрационная способность
I	Песчаники от среднезернистых до мелкозернистых - алевриты от крупнозернистых до мелкозернистых	$\geq 1$ ( $\geq 1000$ мД)	Очень высокая
II		0,5 - 1	Высокая
III		0,1 - 0,5	Средняя
VI		0,01 - 0,1	Пониженная
V		$< 0,01$	Низкая

# **НЕТРАДИЦИОННЫЕ КОЛЛЕКТОРЫ**

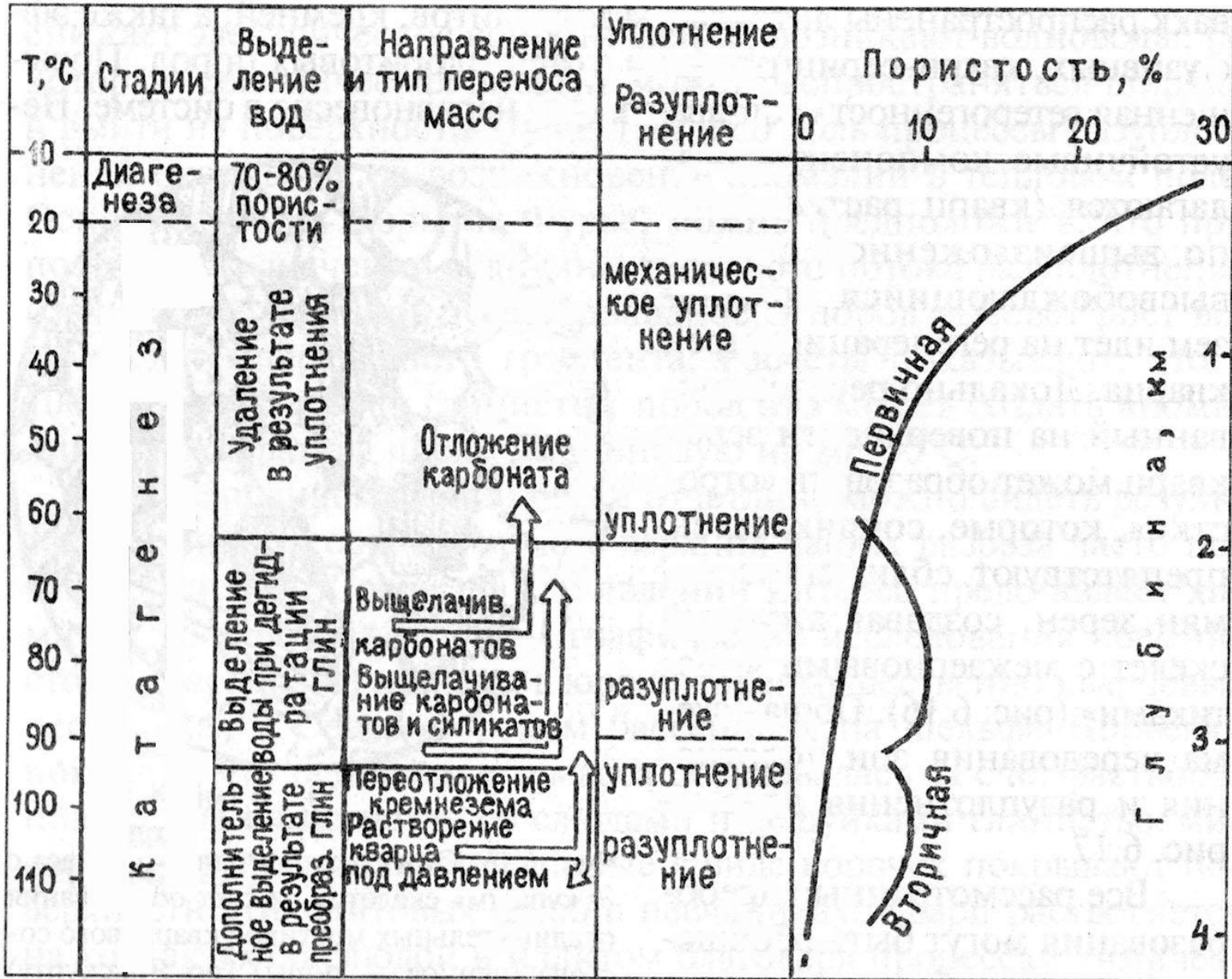
**Глинистые толщи (баженовская свита)**

**Биогенно-кремнистые толщи (диатомовые водоросли)**

**Туфы, лавы и другие разновидности вулканогенных пород  
(нефтеносность всегда вторична)**

**Породы магматические и метаморфические (Оймаша,  
Белый Тигр)**

# Изменение пористости с глубиной



по Мархусу, Бурлину, Соколову

# **ИЗМЕНЕНИЕ КОЛЛЕКТОРСКИХ СВОЙСТВ С ГЛУБИНОЙ**

**Отсортированные русловые обломочные кварцевые песчаники – почти не меняются**

**Тонкозернистые с повышенным содержанием слюды (пойменные) меняются сильно**

**Выщелачивание и дефлюидизация ведет к образованию вторичной пористости**

**Трансформация глинистых минералов (каолинитизированных пород) ведет к увеличению пористости на 2-3%. Особенно эффект велик в песчанике с монтмориллонитовым цементом.**

**Химическое уплотнение на контактах кварца со слюдой и иллитом**

# ПОКРЫШКИ (ФЛЮИДОУПОРЫ) НЕФТИ И ГАЗА\*

**Покрышками (флюидлупорами)** нефтяных и газовых залежей являются плохо проницаемые породы, перекрывающие скопления нефти и газа.

<b>Класс</b>	<b>Распространение</b>
<b>Региональные</b>	<b>В пределах провинции или большей ее части</b>
<b>Субрегиональные</b>	<b>В пределах области или большей ее части</b>
<b>Зональные</b>	<b>В пределах зоны или района</b>
<b>Локальные</b>	<b>В пределах отдельных месторождений</b>



# КЛАССИФИКАЦИЯ ГЛИНИСТЫХ ПОРОД ПО ЭКРАНИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ (А.А. ХАНИН, 1969)

Группа	Экранирующая способность	Абсолютная проницаемость по газу, $m^2$	Давление прорыва газа, МПа
<b>A</b>	<b>Весьма высокая</b>	$\leq 10^{-21}$	$\geq 12$
<b>B</b>	<b>Высокая</b>	$10^{-20}$	8
<b>C</b>	<b>Средняя</b>	$10^{-19}$	5.5
<b>D</b>	<b>Пониженная</b>	$10^{-18}$	3
<b>E</b>	<b>Низкая</b>	$10^{-17}$	$\leq 0.5$

# **КАРБОНАТНЫЕ ПОРОДЫ-КОЛЛЕКТОРЫ**

- 1. Биогенные**
- 2. Кластические**
- 3. Хемогенные**
- 4. Доломитизированные (увеличение до 12% вторичной пористости от общего объема породы)**

## ***Характерные значения пористости и проницаемости горных пород***

**Пористость терригенных пород-коллекторов 10-50% чаще всего это значения 16-25%**

### ***Проницаемость:***

**Очень хорошо проницаемые более 1 мкм<sup>2</sup>(более 1000 мД)**

**Хорошо проницаемые - 0,1- 1 мкм<sup>2</sup> (100-1000 мД)**

**Среднепроницаемые - 0,01 – 0,1 мкм<sup>2</sup> (10-100)**

**Слабопроницаемые - 0,001 – 0,01 мкм<sup>2</sup> (1-10 мД)**

**Непроницаемые менее 0,001 мкм<sup>2</sup> (менее 1 мД)**

**Большая часть горных пород не является ни коллекторами и ни покрышками**

## Задание

I. Изучите учебную коллекцию коллекторов и покрышек

II. Пользуясь описанием, в предложенном варианте выделить в геологическом разрезе породы- коллекторы и породы-покрышки.

Заполнить таблицу, проинтерпретировать результат и сделать выводы. Составить по описанию стратиграфическую колонку (1 курс, 1 задание по структурной геологии)

Порода			Пористость (%)	Проницаемость (мД)	Коллектор	Покрышка	Примечание
Стратиграфия	Литология	Толщина, м					
N+Q	Флювиогляциальные отложения	27 м	35-45	55	Коллектор		
P	Разнозернистая терригенная порода	123	30-35	>50	Коллектор		
K <sub>2</sub> <sup>2</sup>	Глина с фауной	129	8-10	<1		Покрышка	
K <sub>2</sub> <sup>1</sup>	Песчаная толща с пропластками угля	135	20-25	50	Среднепроницаемый коллектор		
K <sub>1</sub> <sup>2</sup>	Глины с фауной	76	8-10	1		Покрышка	
K <sub>1</sub> <sup>1</sup>	Песчаные породы с обильной фауной	142	10-16	100	Хорошо проницаемый коллектор		
J <sub>3</sub>	Черные битуминозные глинистые породы	37	5	50 до 100 мД.			
J <sub>2</sub> <sup>2</sup>	Ожелезненные песчаные породы с пропластками углей	129	12-16	10-50	Среднепроницаемый коллектор		

## Схема описания

1. Название работы
2. Исходные данные
3. Результат (заполненная таблица)
4. Интерпретация (1-2 стр) Изучаемый разрез включает горные породы от \_\_\_\_ до \_\_\_\_ . В основании изучаемого разреза лежат (указать стратиграфическую принадлежность, литологию, мощность, пористость, проницаемость коллектор/покрышка) .  
Выше согласно залегает... и т.д. – весь разрез .
5. Выводы Таким образом, в разрезе выделяются \_\_\_\_ горизонтов пород-коллекторов (указать каких) и \_\_\_\_ залегающих над ними пород покрышек (указать каких).

# ПОСТРОЕНИЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ КОЛОНКИ

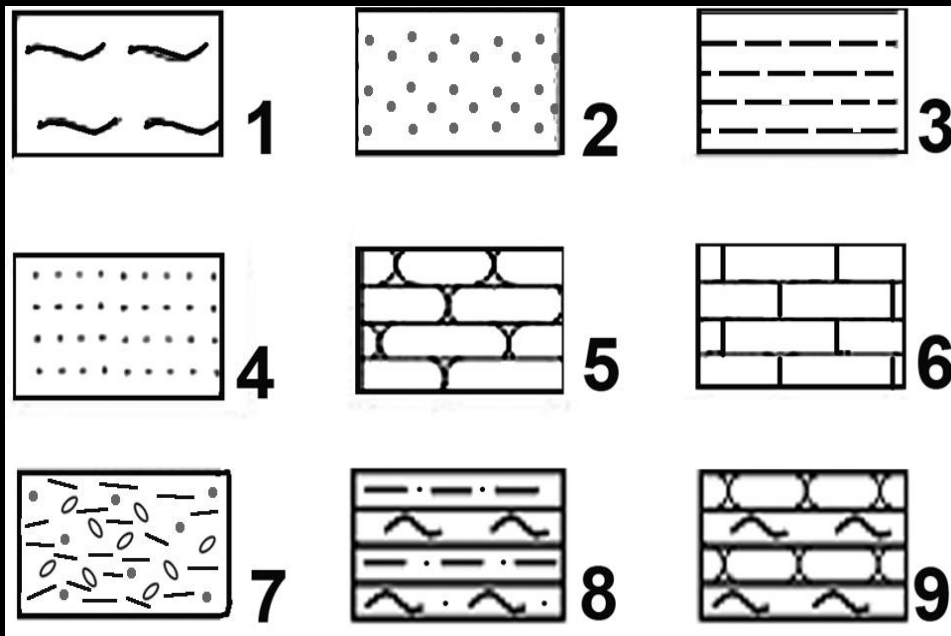
1 Вычертить шапку таблицы стратиграфической колонки.

Система	Отдел	Индекс	Литология пород	Толщина, м	Описание пород	Коллекторские свойства
---------	-------	--------	-----------------	------------	----------------	------------------------

2 Подсчитать примерно суммарную толщину разреза пород и определить вертикальный масштаб колонки, приняв ее вертикальный размер в 5-10 см.

# ПОСТРОЕНИЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ КОЛОНКИ

Заполнить колонку, показав на ней литологию в соответствии с выбранным масштабом.



1 – алевролиты, 2 – гравелиты, 3 – глины, аргиллиты, 4,5 – песчаники, 6 – известняки, 7 – гравелиты и конгломераты с глинистым цементом, 8 – переслаивание алевролитов и глинистых песчаников, 9 – переслаивание песчаников и алевролитов



**УДАЧИ!**