

# ***ВВЕДЕНИЕ В ГЕОХИМИЮ НЕФТИ И ГАЗА***

***Специальность: 05.03.01 Геология***

***Профиль: Геология и геохимия горючих ископаемых***

***Кафедра геологии месторождений нефти и газа***

***Курс 2, семестр 3-4***

**Преподаватели:**

***к.г.-м.н. Любовь Сергеевна Борисова***

***к.г.-м.н. Елена Анатольевна Фурсенко***



# ***Структура курса:***

**1.Лекции**

**2.Опросы по ключевым вопросам курса**

**3.Коллективные реферативные работы (1 семестр)**

**4.Лабораторные работы и практические занятия**

## ***Контроль и оценка качества освоения дисциплины***

**3 семестр: оценка «зачет»**

**4 семестр:**

**-курсовая работа, оценивается по пятибалльной системе;**

**-устный экзамен по билетам, оценивается по пятибалльной системе**

**Билеты включают 3 вопроса:**

**1)введение или химия ЖВ;**

**2)химия нефтей и битумоидов ОВ;**

**3)методы исследования нефтей и ОВ).**

**Цель курса** - рассмотрение химического состава нефтидов и методов их исследования как основы для установления генезиса и геохимической истории углеводородных флюидов.

**Основные задачи** курса - ознакомление:

- с основами химии живого вещества;
- с особенностями состава и структуры нефтидов;
- с наиболее известными классификациями нефтидов;
- с методами исследования нефтидов и рассеянного органического вещества



**Геохимия нефти и газа** - раздел нефтяной геологии, который охватывает вопросы изучения химического состава нефтидов и связанных с ней природных образований (ОВ осадков и пород), которые представляют интерес для решения фундаментальных научных и прикладных задач геологии нефти и газа

**Научные задачи:** происхождение и эволюция нефтидов;

**Прикладные задачи:** разработка и использование комплекса геохимических методов для поисков и разведки месторождений нефти и газа

## **Взаимосвязь с естетственнаучными дисциплинами**

### **Органическая химия**

Предмет – химический состав нефтидов;  
Методы исследования – аналитическая химия

### **Биохимия**

Предшественники компонентов нефтидов

### **Геология**

Объект – геологическое тело, вещество

### **Биогеохимия**

Преобразование ЖВ в биосфере

### **Геохимия**

Методы и приемы интерпретации  
аналитических данных о составе нефтидов

# Методы исследования

## Состав и структура вещества

**Аналитические методы**

- экстракция;
- температурная разгонка;
- жидкостная хроматография;
- хроматомасспектрометрия;
- масспектрометрия;
- рентгеноструктурный анализ;
- ядерный магнитный резонанс и др.

## Закономерности изменения состава и структуры

### *Методы математической статистики*

- корреляционный анализ;
- кластерный анализ;
- факторный анализ и др.

*Математическое моделирование геологических процессов и систем*



# Применение геохимических методов для поисков, разведки и разработки месторождений нефти и газа

## Подготовка исходных данных

Структурная модель  
Литологическая модель

Распространение нефтематеринских пород  
Восстановление толщи эродированных пород  
Проводимость разломов во времени

## 1D моделирование

Калибровка тепловой модели времени

## 2D моделирование

Оценка времени начала генерации и миграции углеводородов  
Выделение зон нефте- и газогенерации  
Прогноз нефтегазоносности разреза  
Прогноз фазового состава углеводородов в ловушках  
Оценка влияния перерывов, размывов и разломов на формирование и сохранность залежей углеводородов

## 3D моделирование

Выделение очагов генерации углеводородов  
Выделение зон дренирования ловушек и путей миграции флюида  
Оценка объема сгенерированных углеводородов  
Оценка ресурсов углеводородов в ловушках

Моделирование генерационно-аккумуляционных УВ систем (бассейновое моделирование) - региональные работы на разведку нефтяных и газовых месторождений:

-Выделение и картирование зрелых нефтематеринских пород, очагов генерации УВ и подсчет объема генерированных, эмигрировавших и аккумулированных УВ;

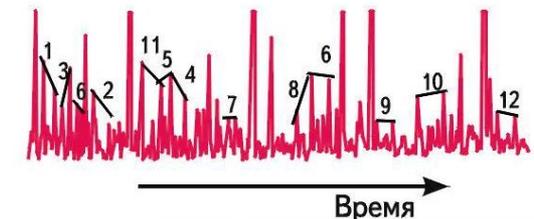
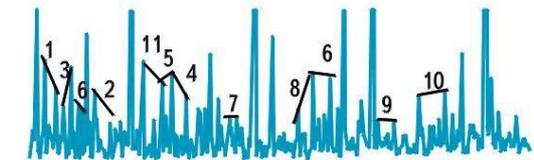
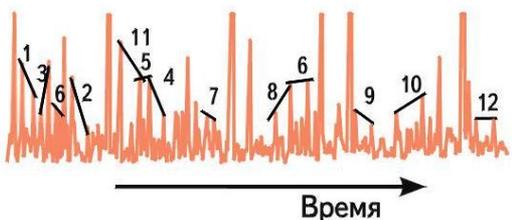
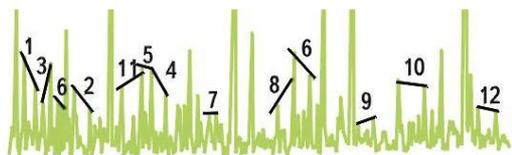
-Реконструкция динамики процессов нефтегазообразования;

-Генетические корреляции в системе нефтематеринское ОВ ↔ нафтиды

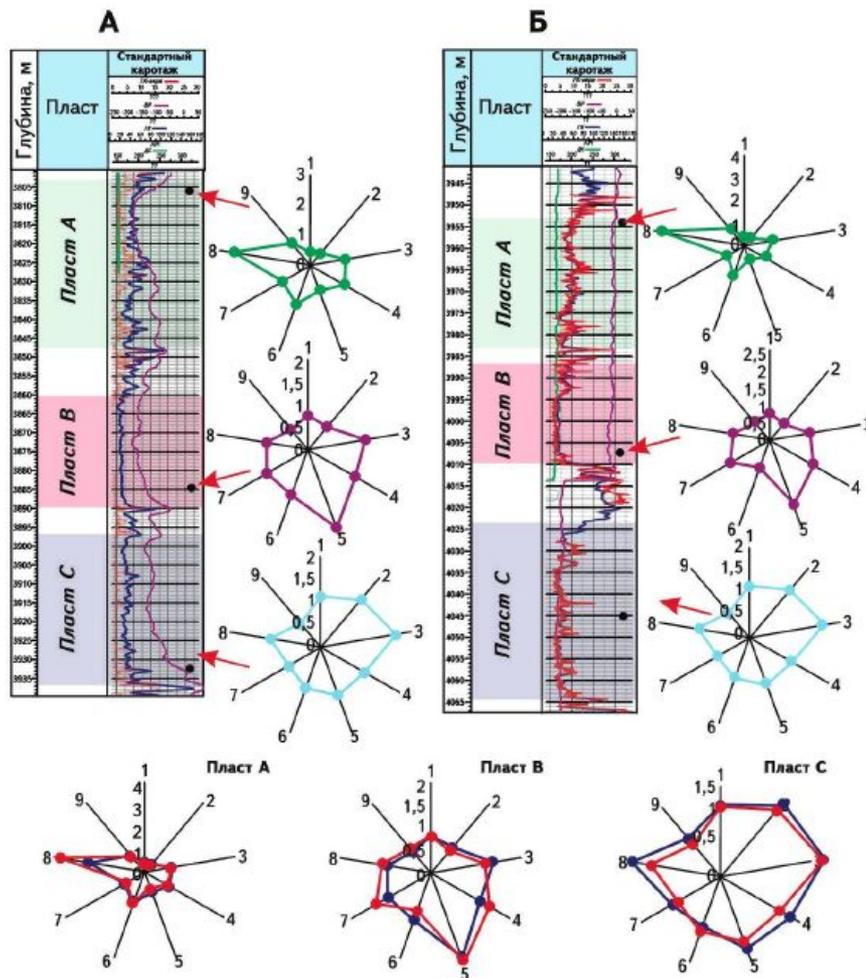
# Метод резервуарной геохимии, основанной на хроматографической информации

- разделение нафтидов на семейства, связанные с разными природными нефтегазовыми резервуарами,
- оценка пространственной сообщаемости или, наоборот, разобщенности резервуаров и их частей,
- корреляция продуктивных пластов

## Хроматографическое разделение



## Интерпретация аналитической информации



***Формы нахождения органического вещества (ОВ) в литосфере.***

***Классификация ОВ по генезису.***

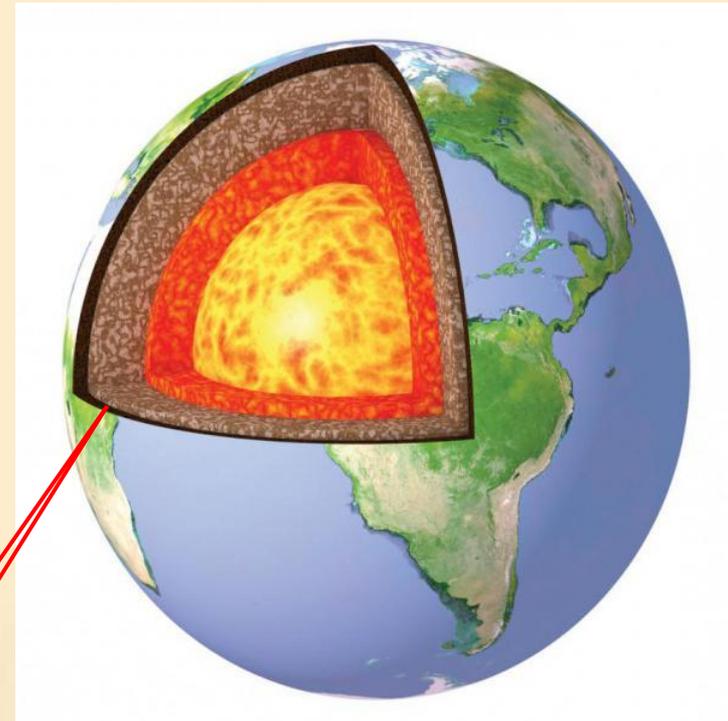
***Дисперсные и концентрированные формы ОВ.***

***Понятие о горючих полезных ископаемых и нефтидах.***



# Органическое вещество (ОВ) геологических систем

– это совокупность органических соединений в составе породных комплексов земной коры (почвы, осадки и горные породы)



## Концентрационное распределение ОВ в литосфере (классификация Н.Б. Вассоевича по содержанию $C_{орг}$ )

Рассеянное ОВ (РОВ)		Концентрированное ОВ (КОВ)		
сильно рассеянное	умеренно рассеянное	слабо концентрированное	умеренно концентрированное	сильно концентрированное
менее 0,61	0,62-2,50	2,51-10,00	10,01-40	более 40
основная масса пород		доманикиты, баженовиты и др.		ГПИ (нефть, уголь и тп.)
Субкларк ОВ для КСС 0,72-0,77 <i>КСС - континентальный сектор стратисферы</i>		углистые, горючие сланцы		

**Кларк** – это среднее содержание элемента в земной коре, в литосфере, атмосфере, живом веществе или др. крупной геохимической системе, выраженная в весе, числе атомов, процентах и т.д.

**Нефтегазоматеринские породы: 0,5 – 5 % и более [Хант, 1982]**

**Доманикоиды (1) и баженовиты (2)** - аномально обогащенные ОВ осадочные горные породы:

- 1) свита доманик,  $D_3$ , Южный Урал,  $C_{орг}$  – 10-15 %;
- 2) баженовская свита,  $J_3v$ , Западная Сибирь,  $C_{орг}$  – до 20 %

# ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО В ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТАХ:

1) ГПИ, каустобиолиты;

2) Аналитические категории ОВ:

**Битумоиды** - ОВ, извлекаемое из горных пород или современных осадков и почв нейтральными органическими растворителями (хлороформ, бензол, петролейный эфир и др.).

## Осадок, почвы:

**Битумоиды**

**Гуминовые вещества:**

**Гуминовые кислоты** – это органическое вещество осадков и почв, растворимое в щелочах и нерастворимое в кислотах

**Фульвовые кислоты** - органическое вещество осадков и почв, растворимое и в щелочах, и в кислотах. Остается в растворе щелочи после осаждения гуминовых кислот.

**Нерастворимое органическое вещество (НОВ, н-р гумин)** – органическое вещество осадков и почв не растворимое ни в минеральных, ни в органических растворителях.

## Литифицированная порода:

**Битумоиды**

**Кероген** - нерастворимое ни в минеральных, ни в органических растворителях ОВ литифицированных горных пород.

# Аналитические категории ОВ осадков и горных пород

## Битумоиды

ОВ, извлекаемое из горных пород или современных осадков нейтральными органическими растворителями (хлороформ, бензол, петролейный эфир и др.)  
С – 73-82 %; Н – 8-11 %;  
О+N+S – 7-20 %  
Групповой состав: УВ (масла), смолы и асфальтены

## Гуминовые кислоты

ОВ, извлекаемое водными растворами щелочей из осадков, почв, углей и осаждаемое минеральными кислотами.

## Фульвовые кислоты

ОВ осадков и почв, растворимое в щелочах и в кислотах. Остается в растворе щелочи после осаждения гуминовых кислот

С – 55-65 %; Н – 3,5 – 5,5 %;  
О+N+S – 30 - 40 %

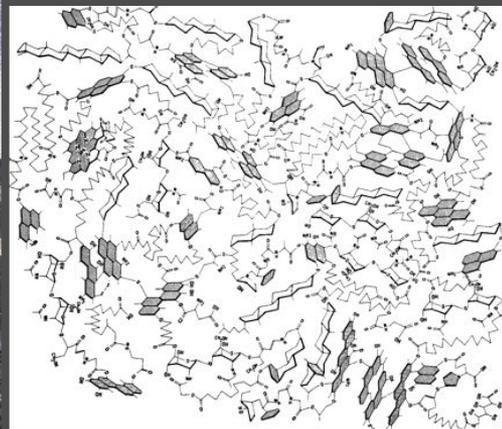
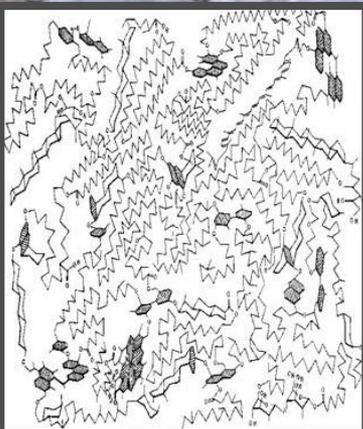
## Гуминовые вещества

**Нерастворимое ОВ осадков** (например, гумин)  
углеродный скелет – конденсированные ароматические и циклические структуры с короткими боковыми цепочками

Тип I

Тип II

Тип III



**Кероген** - нерастворимое ОВ литифицированных горных пород.  
С – 48-92 %; Н – 3,2 – 8,9 %  
Конденсированные циклические ядра с гетероатомными мостиками и/или алифатическими цепочками

## **Классификация БИТУМОИДОВ по отношению к вмещающим породам**

### **Автохтонный (сингенетичный) битумоид, синбитумоид**

– термины, обозначающие единство места образования битумоида и горной породы, из которой он был извлечен.

Термин «сингенетичный» подразумевает и единство времени образования.

### **Параавтохтонные битумоиды**

– это битумоиды перемещенные внутри толщи, но не утратившие связь с исходным органическим веществом, т.е. это автохтонный битумоид и мигрировавший из соседнего участка толщи битумоид.

### **Эпибитумоиды, аллохтонные битумоиды**

– это битумоиды, не связанные генетически с вмещающей горной породой, мигрировавшие в нее из других слоев

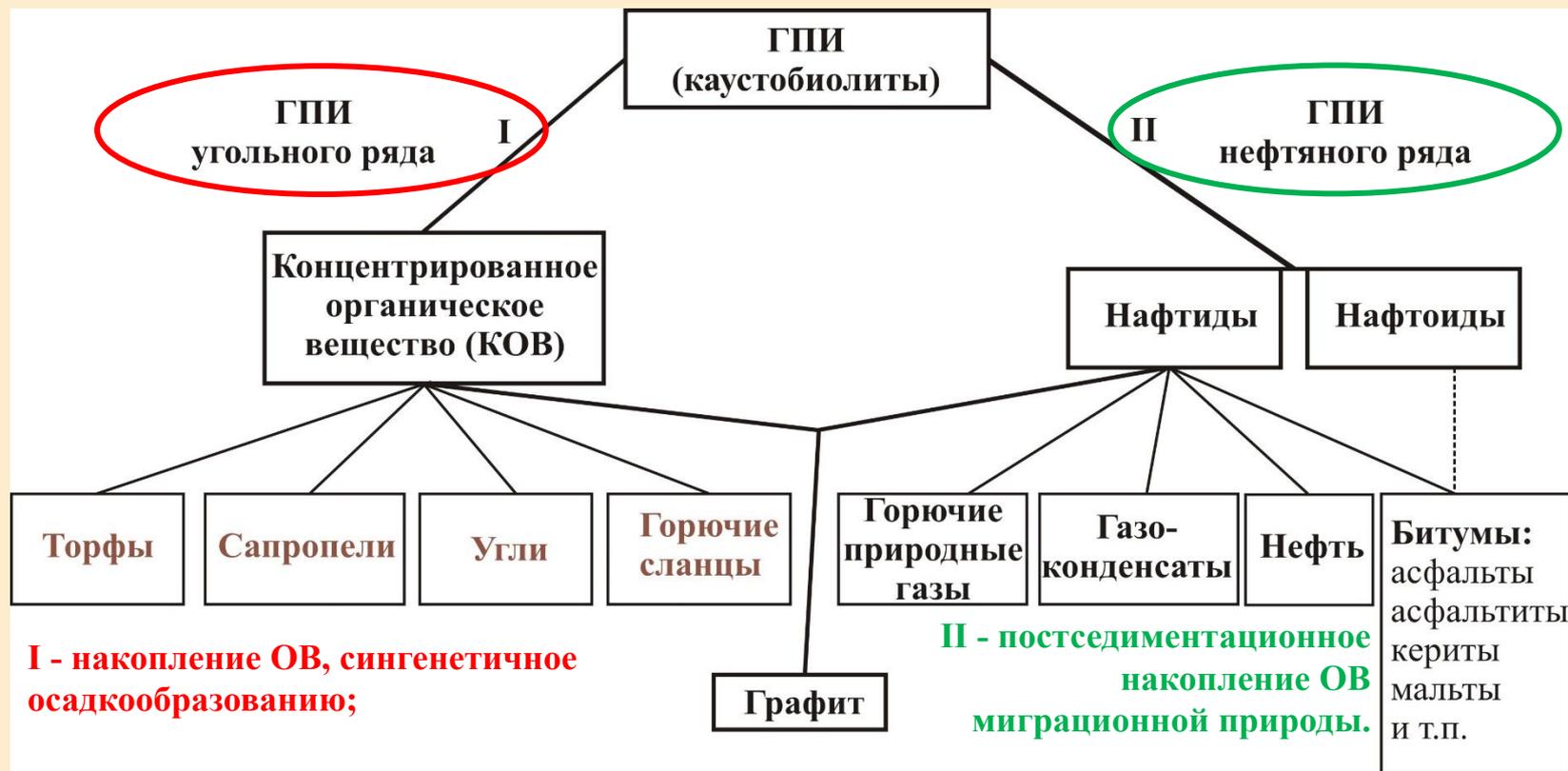
### **Смешанные битумоиды (микстобитумоиды, (миктобитумоиды)**

– смесь аллохтонных и автохтонных битумоидов

### **Остаточные битумоиды**

– это оставшаяся в породе наименее миграционноспособная часть автохтонных битумоидов

**Горючие полезные ископаемые (ГПИ, каустобиолиты)** – это полезные ископаемые, которые используются главным образом как источники энергии, полезные ископаемые органического происхождения и представляют собой продукты преобразования отмершего живого вещества под влиянием разнообразных геологических факторов:



**НЕФТЬ** – это выделившиеся в отдельную фазу наиболее стойкие жидкие гидрофобные продукты fossilization ОВ, захороненного в субаквальных отложениях

**БИТУМЫ** – это, главным образом, продукты природного преобразования нефтей

**НАФТОИДЫ** - нафтидоподобные продукты природного термопиролитического распада и возгонки ОВ пород в условиях контактового и динамометаморфизма, реже под влиянием магматического тепла

**Генетические классификации ОВ и ГПИ** – это классификации по происхождению:

**1) Г. Потонье** – по типам биопродуцентов:

**Сапропелевый тип** - ОВ, образованное за счет фито- и зоопланктона, содержащего много жиров и липидов;

**Гумусовый тип** - ОВ, сформированное за счет остатков болотной и наземной растительности, богатых углеводами и лигнином;

**Липтобиолитовый тип** - результат накопления наиболее химически стойких биохимических веществ (смол, восков и др.) в основном от высших наземных растений.

**2) А.Э. Конторович:**

**Террагенное ОВ** - аэрогенное, на суше рожденное, генетически связанное с высшей наземной растительностью – аэробиионтами;

**Аквагенное ОВ** - в воде рожденное, генетически связанное с гидробионтами – планктоно- и бентосогенное.

**3) Н.Б. Вассоевич:**

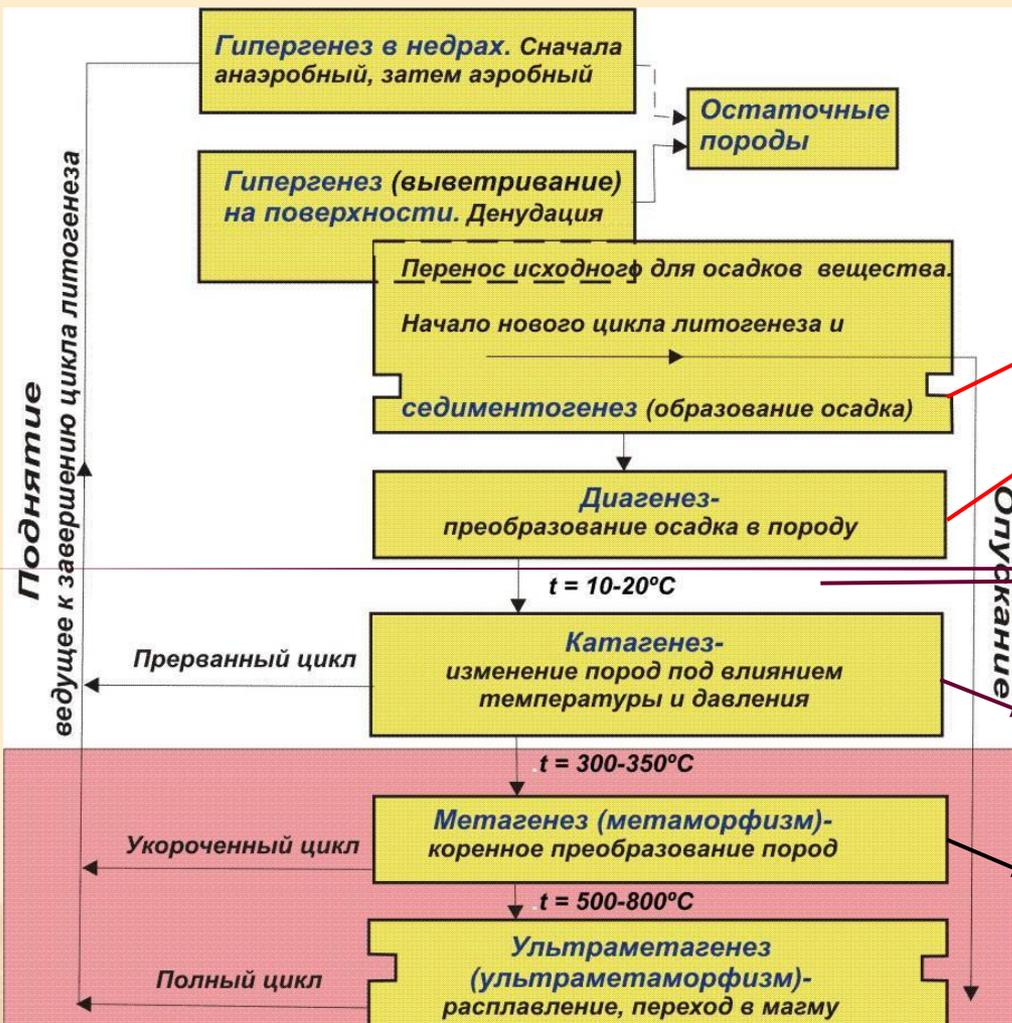
**Алиновое ОВ** – алициклические и алифатические структуры, сапропелевое ОВ, сорбированный тип структур, возникших на основе липоидов и полимерлипоидинов;

**Арконовое ОВ** – характерны поликонденсированные ареновые структуры, сформированные за счет лигнин-целлюлозных биополимерных комплексов - остатков высших растений, типичны для гумусового ОВ;

**Амикагиновое ОВ** – характерны гидроароматические структуры и повышенные содержания азота, образовавшиеся за счет амикагинов - продуктов микробиохимической переработки углеводов и белков

**ЛИТОГЕНЕЗ** (греч. lithos — камень и genesis — рождение, возникновение, происхождение) — совокупность природных процессов образования и последующего изменения осадочной горной породы

## Стадии литогенеза



## Образование и эволюция органического вещества

Микробиальное разложение и гидролиз **биополимеров** и их структурных блоков, поликонденсация → **геополимеры** осадков и почв (битумоиды и гуминовые вещества, НОВ)

**геополимеры** осадочных пород (битумоиды и кероген)

Термокаталитический крекинг **геополимеров**, **главная зона нефтегазообразования** → (битумоиды, **нафтиды**, остаточный кероген)

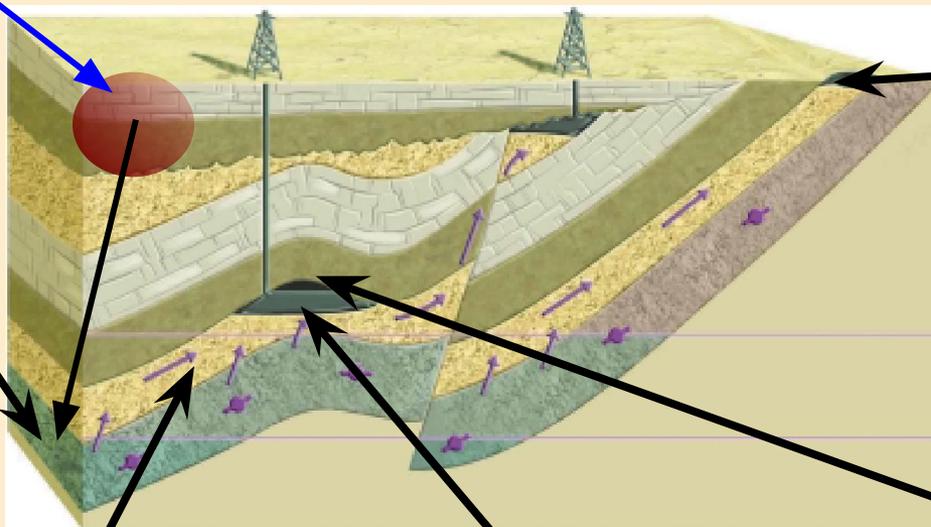
Термический крекинг **ОВ** → (графит, метан)

# Эволюция нефтегазовых систем

Седименто- и диагенез  
(микробиальное окисление, поликонденсация ОВ)

## Генерация

Погружение нефтегазоматеринских пород в условия  $T$  и  $P$ , при которых происходит интенсивное нефтегазообразование



## Разрушение

Преобразование УВ флюидов, за счет воздействия вторичных преобразований (вымывание водой, биodeградация и т.п.)

## Миграция

Перемещение новообразованных УВ флюидов из нефтегазоматеринских пород в ловушки

## Аккумуляция

Аккумуляция новообразованных УВ флюидов ловушках

## Консервация

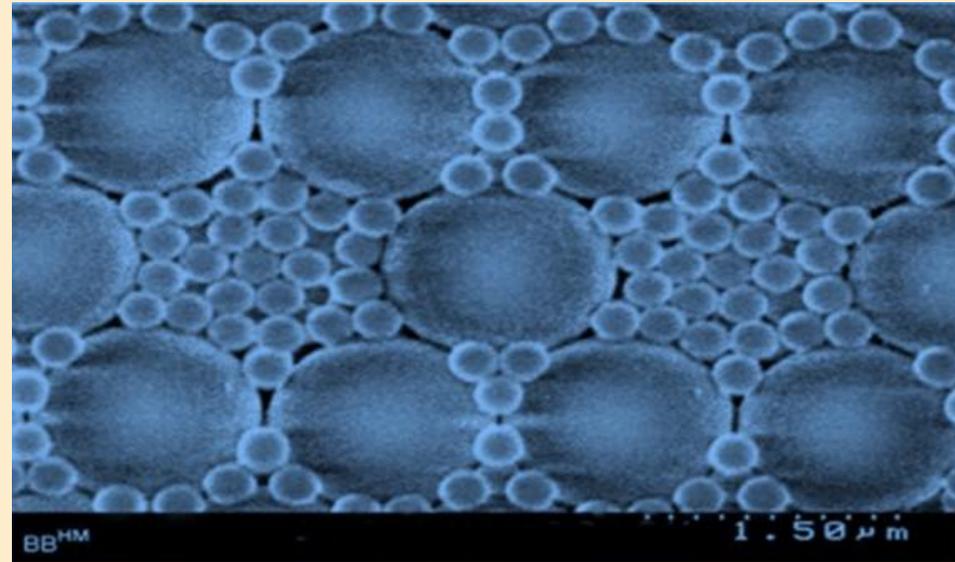
Формирование залежей УВ флюидов, на которые отсутствует воздействие вторичных преобразований (вымывание водой, биodeградация, термальней крекинг и т.п.)

## Формы нахождения ОВ в литосфере

**Детритная форма** - это ОВ в осадке или в породе в виде фрагментов, сохранивших структуру (морфологию) исходных органических форм



**Промежуточная форма** - **коллоидные массы**, в разной степени насыщенные водой (коллоидный раствор воды, ОВ и минеральных компонентов осадка)



**Сорбированная форма** – это ОВ, разрушенное до молекулярно-дисперсного состояния и сорбированное минеральными компонентами осадка (**органоминеральный комплекс**)

