

# **Теоретические основы поиска и разведки нефти и газа**

**Лектор: Ильина Галина Федоровна, доцент**

## Литература

- Бакиров Э.А. Геология нефти и газа, 1990г
- Бакиров А.А., Бакиров Э.А. Теоретические основы поисков и разведки нефти и газа, 2012г.  
Дьяконов А. И., Соколов Б.А. Теоретические основы и методы прогноза, поисков и разведки месторождений нефти и газа., 2002г.

**ТО** поиска и разведки нефти и газа - это теоретические основы прогнозирования нефтегазоносности с учетом современной эволюционно-катагенетической модели расчета начальных ресурсов нефти и газа.

-изучение геологических условий генерации и аккумуляции углеводородов, формирования и размещения нефтегазоносных территорий,

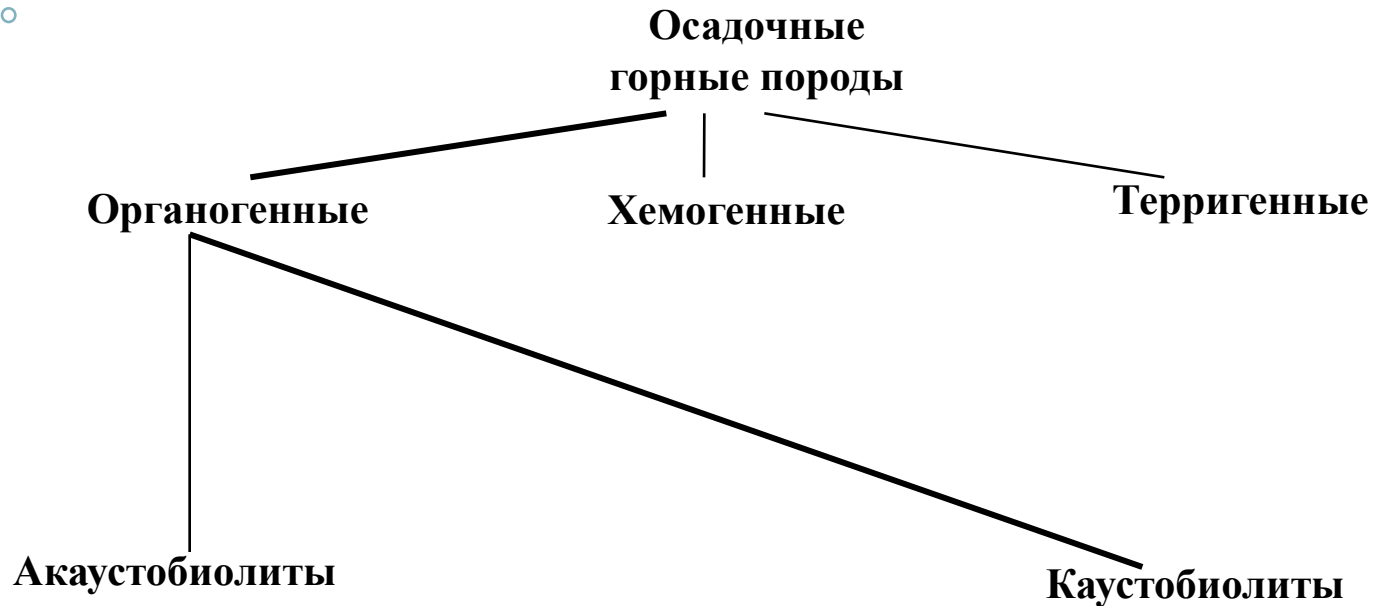
- количественный прогноз перспектив нефтегазоносности и сравнительная оценка нефтегазового потенциала территорий и осадочных комплексов;

-научное обоснование главных направлений поиска нефтяных и газовых месторождений;

-изучение стадийности геологоразведочных работ (ГРР) на нефть и газ, рациональный комплекс ГРР, эффективные методы поискового и разведочного бурения и экологически обеспеченные схемы их размещения;

- освоение методов научного анализа и обработки результатов поисково-разведочных работ на нефть и газ, практическое применение их;

# Общие сведения о горючих ископаемых



И.М. Губкин делит все каустобиолиты на три группы:

- каустобиолиты битумного (нефтяного) ряда
- каустобиолиты угольного ряда
- липтобиолиты.

Источником органического вещества (ОВ) в земной коре являются:

- остатки отмерших растительных и животных организмов и органические продукты их жизнедеятельности;
- абиогенные реакции, протекающие в литосфере и дающие продукты органического состава;
- магматический синтез

# ТО поиска и разведки нефти и газа

## Классификации каустобиолитов

За время существования геологии нефти и газа разработано великое множество классификаций горючих ископаемых, основанных на различных принципах.

Например:

- 1. По типам исходного органического вещества*
- 2. По условиям формирования (генетическая)*
- 3. По физико-химическим характеристикам*
- 4. По элементному составу*

# ТО поиска и разведки нефти и газа

## По типам исходного органического вещества

По типу исходного материала выделяется три основных группы рассеянного органического вещества (РОВ)<sup>1</sup>

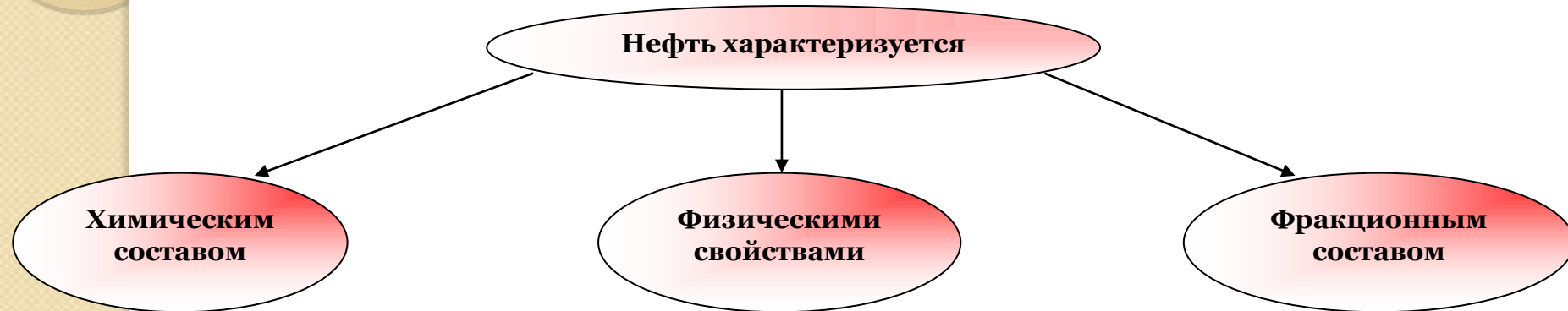
Сапропелиты – продукт преобразования низших растений и простейших микроорганизмов фито- (водоросли) и зоопланктон, фито- и зообентос, в восстановительной среде: Мелководно-морская, прибрежная (0–200м) и умеренно глубоководная (200–500м) обстановки осадконакопления, возможно континентально-озерная, болотная среда. По литологическому составу породы насыщенные РОВ представлены горючими сланцами, глинистыми, и карбонатными породами, реже песчано-алевритовыми.

Гуммиты – это результат переработки высших наземных растений.

Липтобиолиты – это переработанные остатки наиболее устойчивых компонентов высших растений (ископаемые смолы, воски, стерины, споронины, кутикулы и т.п.) типичный представитель группы липтобиолитов - янтарь.

## Свойства нефти

**Нефть** представляет собой сложную смесь углеводородов с содержанием небольшого количества других химических веществ, таких как соединения серы, азота и кислорода.



Групповой углеводородный состав нефтепродуктов и примесей в них (сернистые, азотистые, кислородсодержащие соединения).

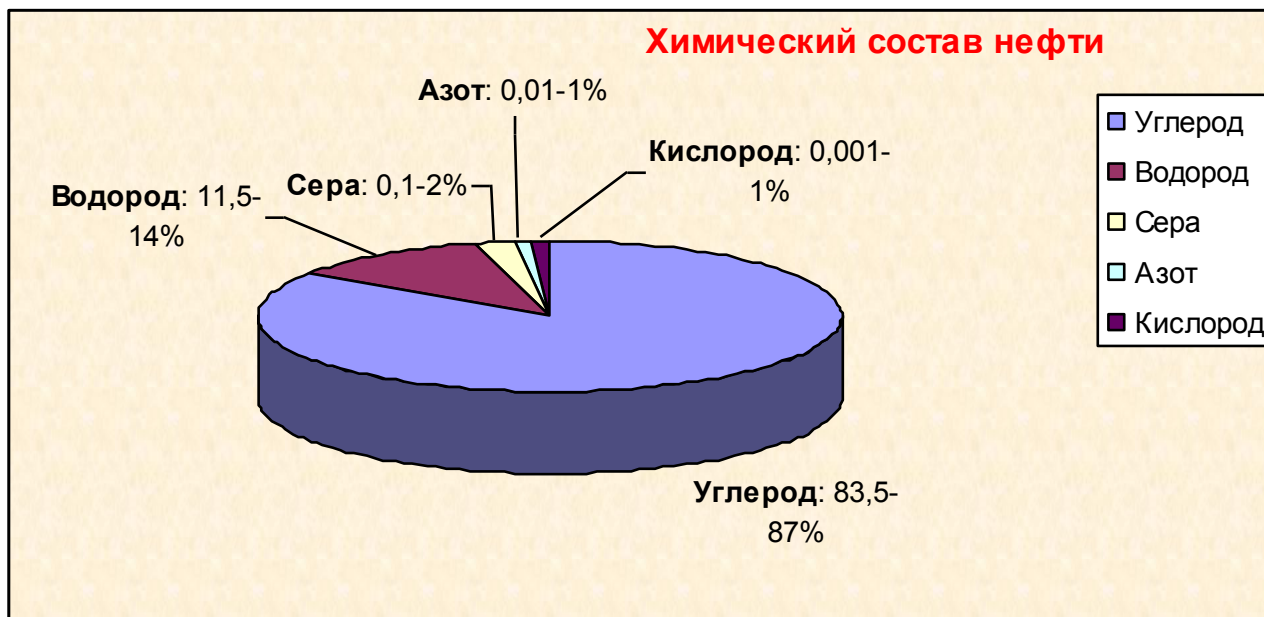
Свойства нефти учитывающие физические ее характеристики, такие как фракционный состав, плотность, температуры вспышки, застывания и др.

Характеристика нефти с точки зрения пределов выкипания различных ее фракций и содержания этих фракций в нефти.

## Свойства нефти

### Элементный (химический) состав

Характеризуется обязательным наличием **пяти** химических элементов - **углерода, водорода, кислорода, серы и азота**; при резком количественном преобладании первых двух - свыше 90% (**углерод 83,5-87 %** и **водород 11,5-14 %**), максимальное содержание остальных трех элементов может в сумме достигать 5-8%.





## Классификация коллекторов

На практике используется оценочно-генетическая классификация коллекторов на классы и типы по условиям аккумуляции углеводородов.

Классификация коллекторов  
(по В.Н. Киркинской, Е.М. Смехову)

Класс коллектора	Тип	Условия аккумуляции УВ
Простые коллекторы	Поровый Трещинный	В основном в породах или кавернах, сходных по строению с порами В основном в трещинах и в развитых по ним пустотах расширения
Сложные (смешанные) коллекторы	Трещинно-поровый, порово-трещинный	В основном в пустотах (поры, каверны), развитых в блоках породы

## Классификация коллекторов (по А.А.Ханину)

Класс	Проницаемость по газу, мд	Эффективная пористость, %	Характеристика коллектора по проницаемости
I	>1000	16 - 29	Очень высокая
II	500-1000	15 - 20	Высокая
III	100-500	11 – 26,5	От высокой до средней
IV	10-100	5,8 – 20,5	Пониженная
V	1-10	2 - 12	Низкая
VI	<1	0,5 – 3,6	Весьма низкая

# ТО поиска и разведки нефти и газа

## Породы – покрышки

Плохо проницаемые породы, перекрывающие породы-коллекторы со скоплениями нефти и газа, называют *породами - покрышками* нефтяных и газовых залежей или *породами - флюидоупорами*.

### Классификация пород - покрышек (по Э.А. Бакирову)

В основе классификации покрышек лежит несколько принципов.

#### 1. По площади распространения:

*Региональные* – распространены в пределах нефтегазоносной провинции или большей ее части, характеризуются значительной мощностью и литологической выдержанностью.

*Субрегиональные* – распространены в пределах нефтегазоносной области или большей ее части

*Зональные* – распространены в пределах зоны или района нефтегазонакопления

*Локальные* – распространены в пределах отдельных местоскоплений, обуславливают сохранность отдельных залежей.

# ТО поиска и разведки нефти и газа

## 2. По соотношению с этажами нефтегазоносности:

*Межэтажные* – перекрывают этаж нефтегазоносности в моноэтажных местоскоплениях или разделяют их в полиэтажных местоскоплениях

*Внутриэтажные* – разделяют продуктивные горизонты внутри этажа нефтегазоносности.

## 3. По литологическому составу

*Однородные* (глинистые, карбонатные; галогенные) - состоят из пород одного литологического состава

*Неоднородные* (песчано-глинистые; глинисто-карбонатные; терригенно-галогенные и др.):

*смешанные* - состоят из пород различного литологического состава, не имеющих ясной слоистости;

*расслоенные* - состоят из чередования прослоев различных литологических разновидностей пород.

Своеобразным флюидоупором являются *криогенные покровы*. Их формирование связано с многолетне мерзлотными процессами в приполярных широтах. Они развиты на севере Сибири, США, Канады, Гренландии. Мощность промерзших пород достигает 800-900 м, они способны держать достаточно большие объемы газа.

# ТО поиска и разведки нефти и газа

## Классификация залежей

### По фазовому составу флюида:

*однофазовые* - нефтяные, газовые, газоконденсатные

*двухфазовые* - газонефтяные, нефтегазовые.

### По составу флюида залежи делят на:

*Чисто нефтяная залежь* содержит скопление нефти с растворенным в ней газом. Содержание газа в нефти (газовый фактор) колеблется в среднем от 10 до 60 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, но иногда превышает 500 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.

*Газонефтяная залежь* представляет собой нефтяное скопление с газовой шапкой, геологические запасы нефти превышают половину суммарных запасов УВ залежи. Формирование газовой шапки может происходить за счет выделения газа из нефти.

*Нефтегазовая залежь* состоит из основной газовой части с нефтяной оторочкой.

*Газоконденсатные.*

*Газоконденсатно-нефтяные.*

*Чисто газовые.*

Фазовые соотношения УВ в залежах всех типов, кроме чисто газовых, определяются термобарическими условиями залегания. В процессе разработки эти условия меняются, нарушается равновесие природной системы. Так, в процессе разработки нефтяной залежи на естественном режиме снижается пластовое давление, и если оно становится ниже давления насыщения, то в пласте выделяется свободный газ и образуется газовая шапка; в газоконденсатной залежи, наоборот, выпадают жидкие УВ.

# ТО поиска и разведки нефти и газа

**По сложности геологического строения продуктивных горизонтов залежи делятся на две основные группы:**

*простого строения* – продуктивные горизонты характеризуются относительной выдержанностью литологического состава, коллекторских свойств и продуктивности по всему объему залежи;

*сложного строения* – разбитые тектоническими нарушениями на ряд изолированных блоков и зон, или залежи, имеющие изменчивый характер продуктивных горизонтов.

**По рентабельности залежи делятся на**

*Балансовые или промышленные* - разработка которых в настоящее время целесообразна,

*Забалансовые (непромышленные)* - разработка которых в настоящее время нерентабельна, но которые могут рассматриваться в качестве объекта для промышленного освоения в дальнейшем.

Рентабельность добычи зависит от объема УВ на месторождении, от характера насыщения пласта коллектора, климатического и ландшафтного положения, глубины залегания, развития инфраструктуры

Классификация залежей по значениям рабочих дебитов  
(по А.Э.Конторовичу)

Класс	Залежи	Дебиты	
		нефти, т/сут	газа, м <sup>3</sup> /сут
1	Высокодебитные	100	1 000 000
2	Среднедебитные	10–100	100 000–1 000 000
3	Малодебитные	2–10	20 000–100 000
4	Низкодебитные	Менее 2	Менее 20 000

## Миграция углеводородов, формирование и разрушение залежей

Вслед за образованием углеводородов из ОВ осадочных пород происходит их миграция и аккумуляция в месторождения. Под миграцией понимается перемещение подвижных флюидов углеводородов в горных породах. Условно выделяют две фазы миграции: первичную и вторичную.



Выжимание капли нефти из материнской породы (по Бриену и др.)

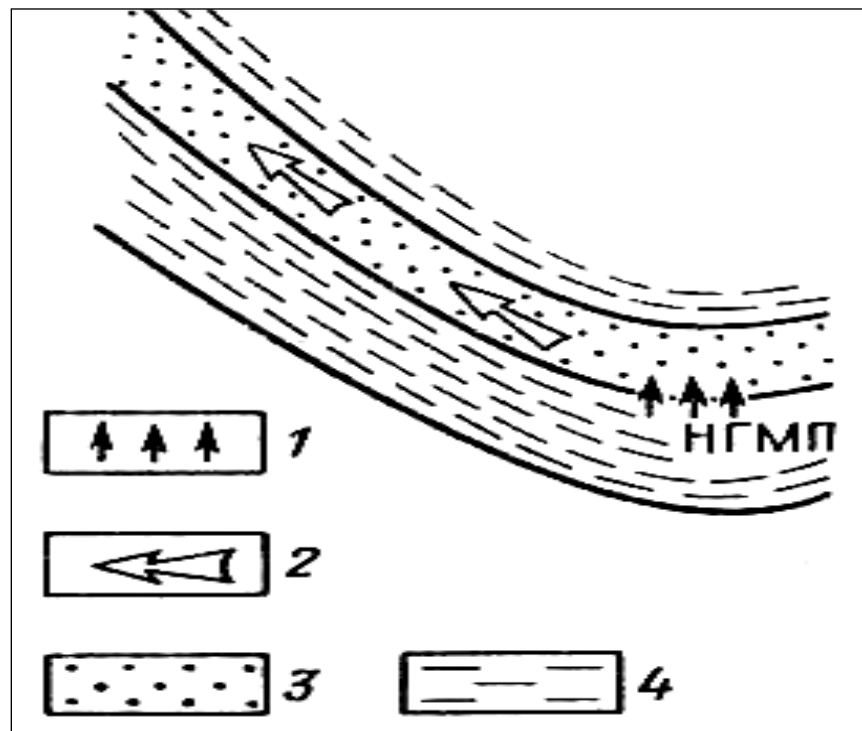
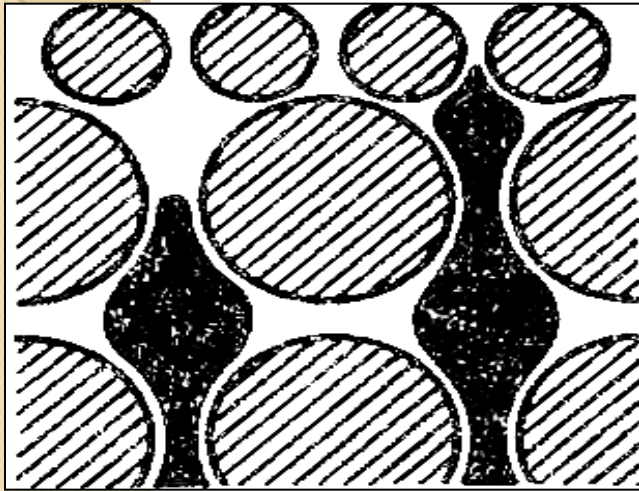


Схема первичной и вторичной миграции (по А.А. Бакирову).

1 – первичная, 2 – вторичная, 3 – коллектор, 4 - нефтегазоматеринские породы



*Вторичной миграцией* называется движение углеводородов по проницаемым толщам и пластам в сторону ловушек.



Изменение формы капли при сужении порового канала (по О.К. Баженовой и др.)

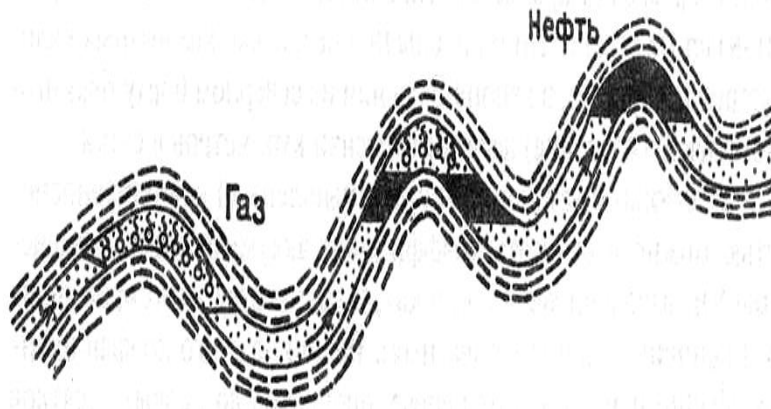
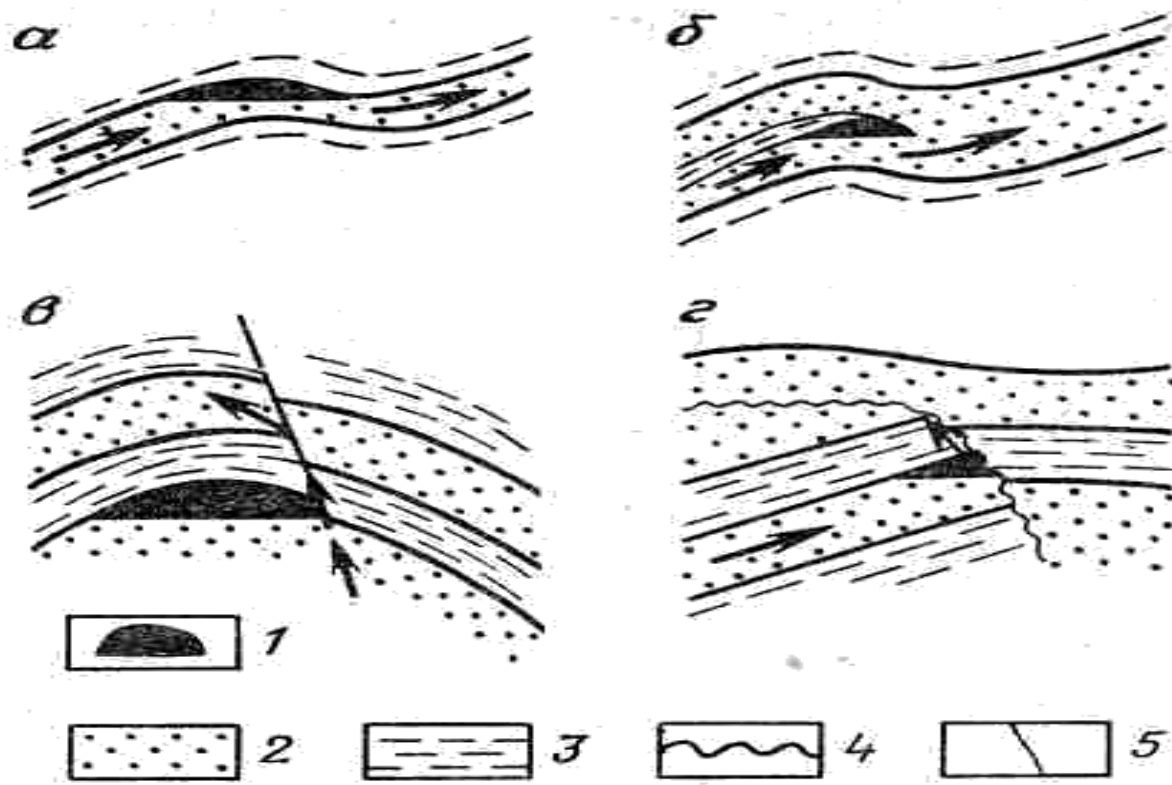


Схема размещения залежей нефти и газа согласно принципу дифференциального улавливания углеводородов (по У. Гассоу (канадский геолог) и С.П.Максимову).



Направления миграции УВ (по О.К. Баженовой и др.)

1 – скопление УВ, 2 – порода-коллектор, 3 – порода-флюидоупор, 4 – граница стратиграфического несогласия, 5 – тектоническое нарушение

## Классификация миграционных процессов (По О.К. Баженовой и др.)

Виды миграции	Периоды	
	Усиление	Ослабление
Миграция углеводородов в молекулярном виде и в молекулярных и мицеллярных растворах	Перенос в водных и газовых растворах	Постоянная диффузионно - капиллярная
Миграция нефти в виде обособленной фазы	Кратковременная (пульсационная) прорывная транспластовая, в потоке воды под влиянием флюидо-динамического фактора	Капельно-жидкая в водной среде при всплывании, под влиянием капиллярного давления, под влиянием диффузионно-осмотических сил.

## **Закономерности размещения скоплений нефти и газа.**

*Месторождение* - это ловушки, заключающие в себе нефтяные и газовые залежи в пределах одной площади, контролируемые единым структурным элементом.

Понятие месторождения включает в себя не только совокупность залежей, но и весь объем земной коры, в котором размещаются залежи.

Месторождение - это площадь, где обнаруживаются скопления нефти и газа, место расположения их залежей, но не место их генерации




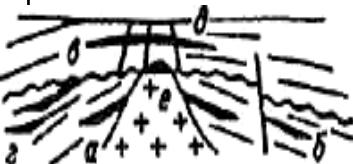

### Классификация месторождений

Месторождения углеводородов подразделяют по разным признакам: по величине запасов сырья, по количеству залежей, по составу флюида, по генезису и строению структурных форм, по геотектоническому положению.

#### По величине запасов УВ

Размер месторождений	Извлекаемые запасы нефти, млн.т.	Балансовые запасы газа, млрд.м <sup>3</sup> .
Мелкие	Меньше 10	Меньше 10
Средние	10 - 30	10 - 30
Крупные	30 - 300	30 - 500
Уникальные	Больше 300	Больше 500

# Генетическая типизация месторождений нефти или газа

Тип по генезису структурных элементов	Класс по строению структурных элементов	Типичная совокупность ловушек	Схематический разрез
I. Голоморфного складкообразования	1. Линейных антиклиналей и брахиатиклиналей, не нарушенных разрывами	а) сводовые	
	2. Линейных антиклиналей и брахиатиклиналей, нарушенных разрывами	а) сводовые б) экранированные по разрыву	
II. Диализма	3. Непрорванных соляных куполов	Экранирования: а) ядром диапира б) по разрыву в) по поверхности несогласия г) выклинивающиеся	
	4. Закрытых диапиров	Экранирования: а) ядром диапира б) по разрыву в) по поверхности несогласия г) выклинивающиеся д) сводовые е) линзы выветривания	
	5. Открытых диапиров	Экранирования: а) ядром диапира б) по разрыву в) по поверхности несогласия г) выклинивающиеся	

III. Отраженного складкообразования

6. Куполов антиклиналей платформенного типа

- а) сводовые
- Экранирования
- б) по поверхности несогласия
- в) выклинивающиеся
- г) седиментационные линзы



7. Платформенных синклиналей

- а) синклинальные изгибы

IV. Разрывообразования

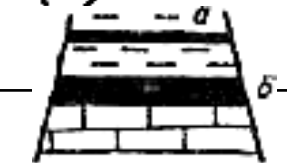
8. Приразрывных моноклиальных участков и складок

- а) сводовые
- б) экранированные по разрыву



9. Приразрывных трещиноватых участков

- а) линзы тектонической трещиноватости



10. Горсты

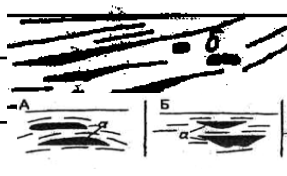
- Тектонически экранированные
- а) пластовые
- б) массивные



V. Рифогенные

11. Рифовых массивов

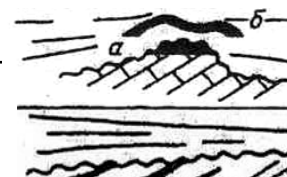
- а) биогенные выступы
- б) сводовые
- в) выклинивающиеся



VI. Седиментационные

12. Выклинивания моноклинали

- а) выклинивающиеся
- б) седиментационные линзы



13. Локальных песчаных скоплений

- а) седиментационные линзы

VII. Эрозионно-денудационные

14. Погребенных возвышенностей палеорельефа

- а) эрозионные выступы
- б) сводовые

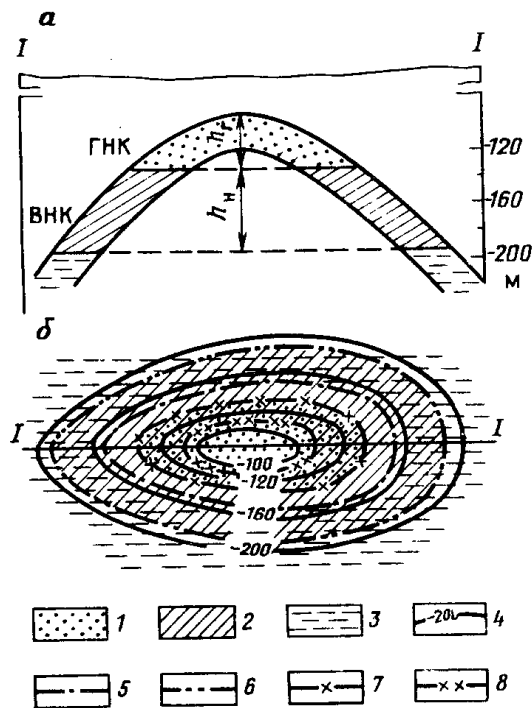


15. Моноклиналией срезанных поверхностью углового несогласия

- а) экранирования по поверхности несогласия
- б) выклинивающиеся

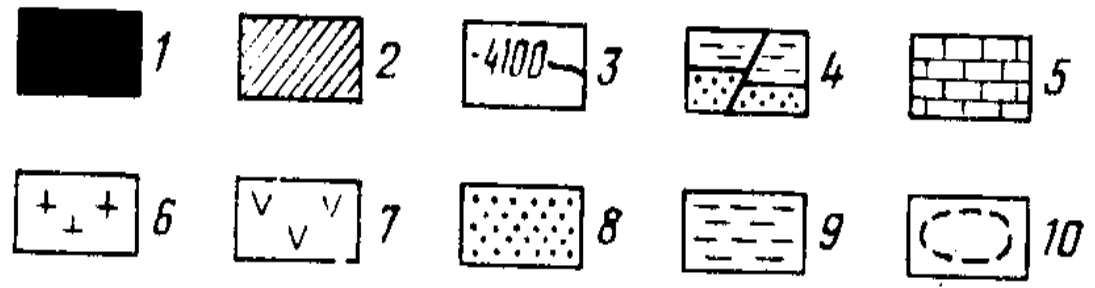
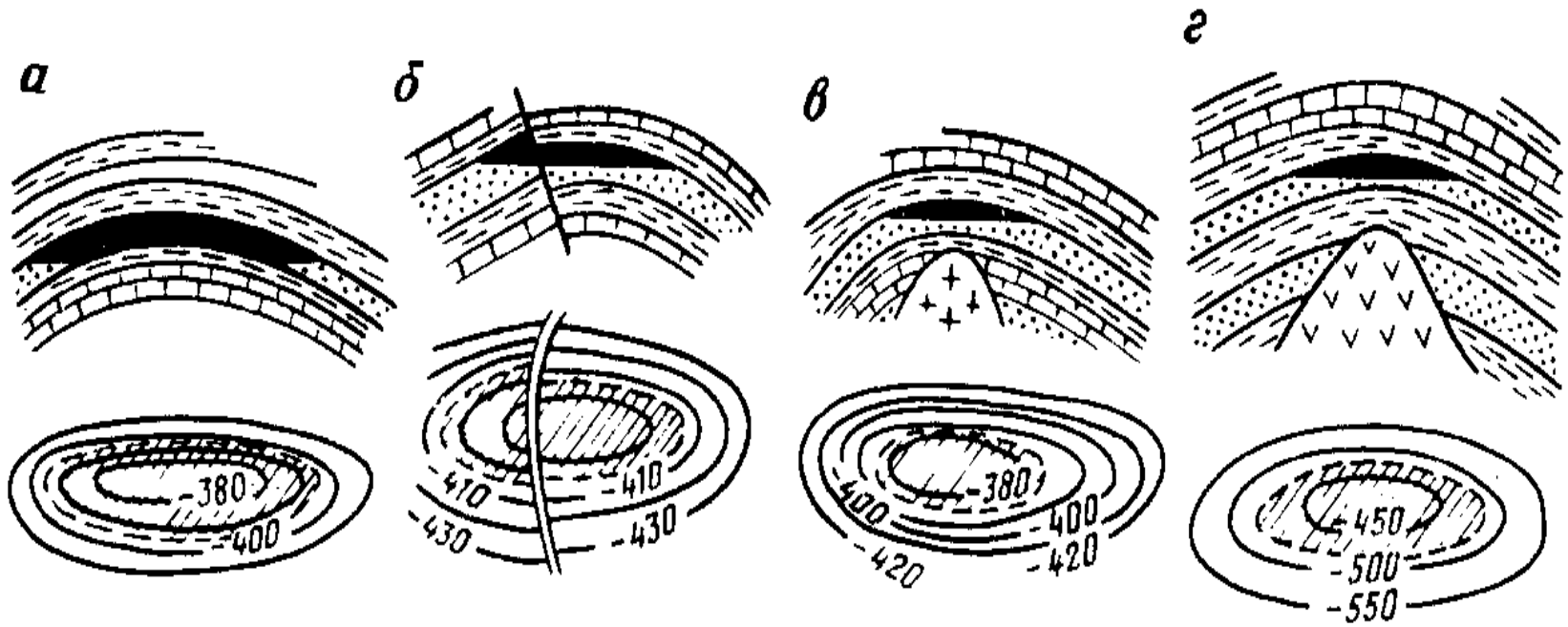
# Элементы залежи

Газ, нефть и вода располагаются в ловушке в соответствии с их плотностью. Газ, как наиболее легкий, находится в кровельной части природного резервуара под покрывкой. Ниже поровое пространство заполняется нефтью, а еще ниже водой. Приведены принципиальные схемы (карта и разрез) залежи нефти с газовой шапкой, приуроченной к сводовому изгибу пласта-коллектора пластового природного резервуара.

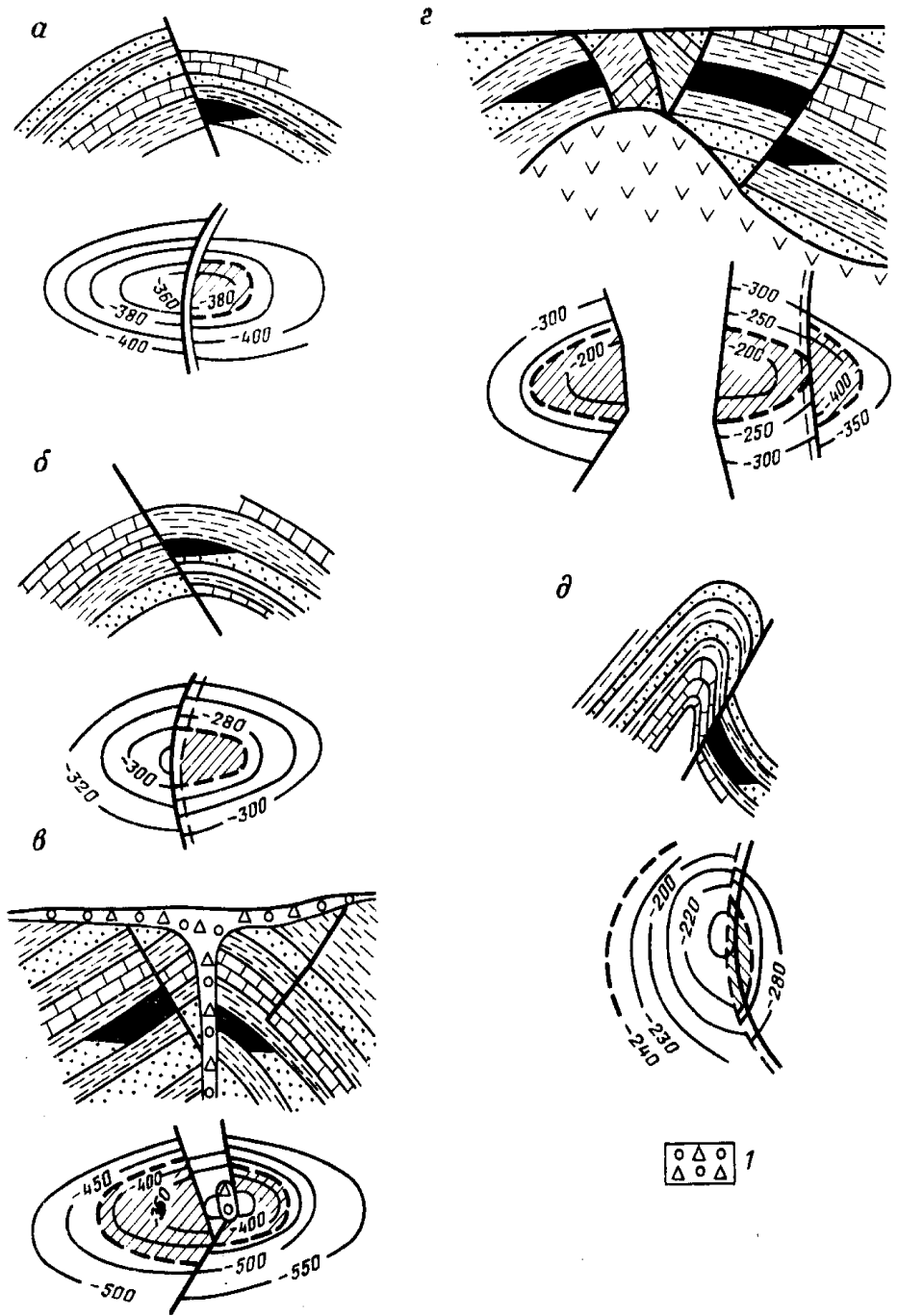


Принципиальная схема сводовой залежи. *а* — геологический разрез; *б* — структурная карта. 1 — газовая шапка; 2 — нефтяная часть залежи; 3 — водоносная часть пласта; 4 — изогипсы по кровле пласта, м; контуры нефтеносности: 5 — *внутренний*, 6 — *внешний*; контуры газоносности: 7 — *внешний*; 8 — *внутренний*;  $h$  — высота газовой шапки;  $h_н$  — высота нефтяной части залежи;  $h + h_г$  — высота залежи

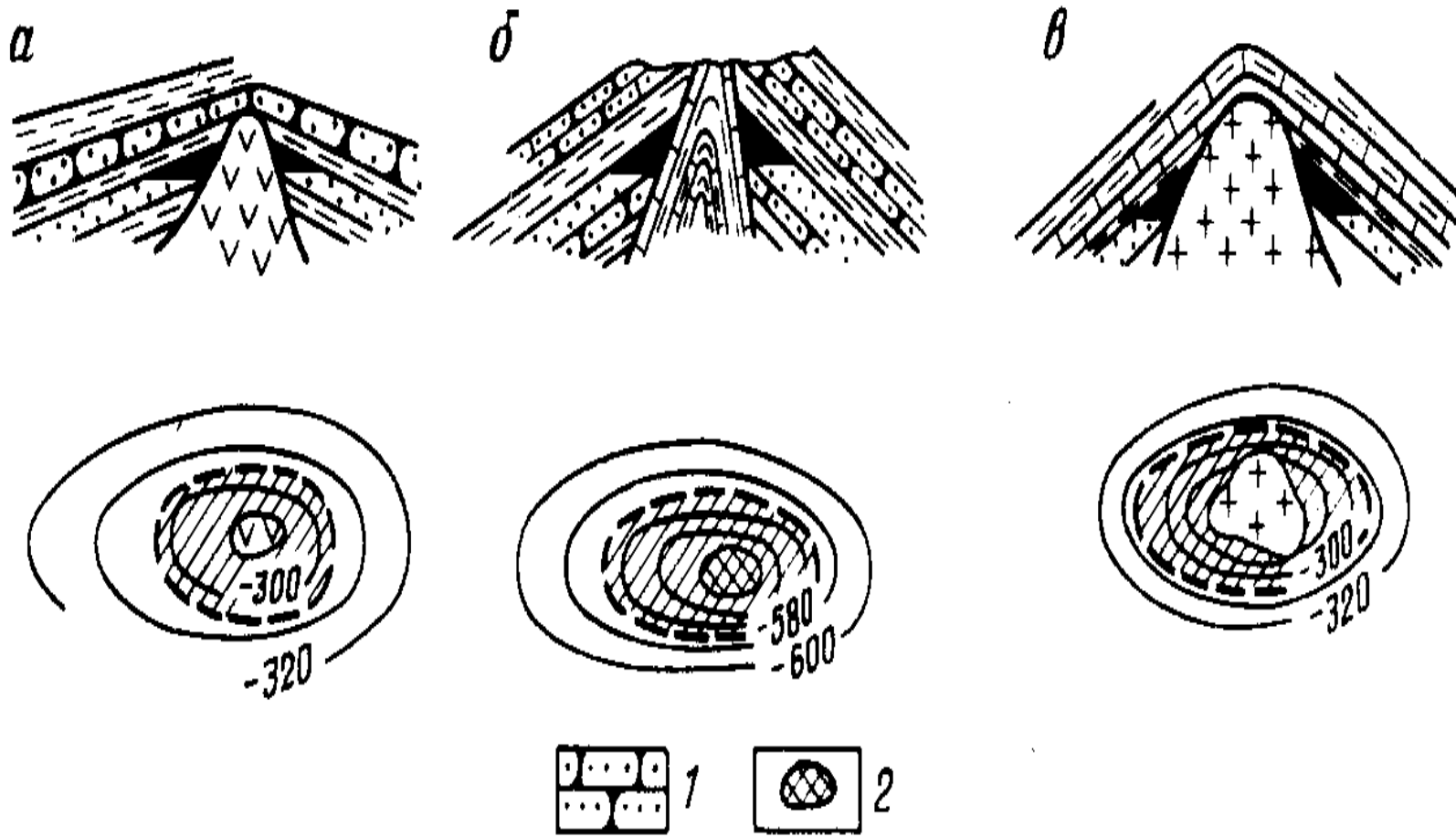




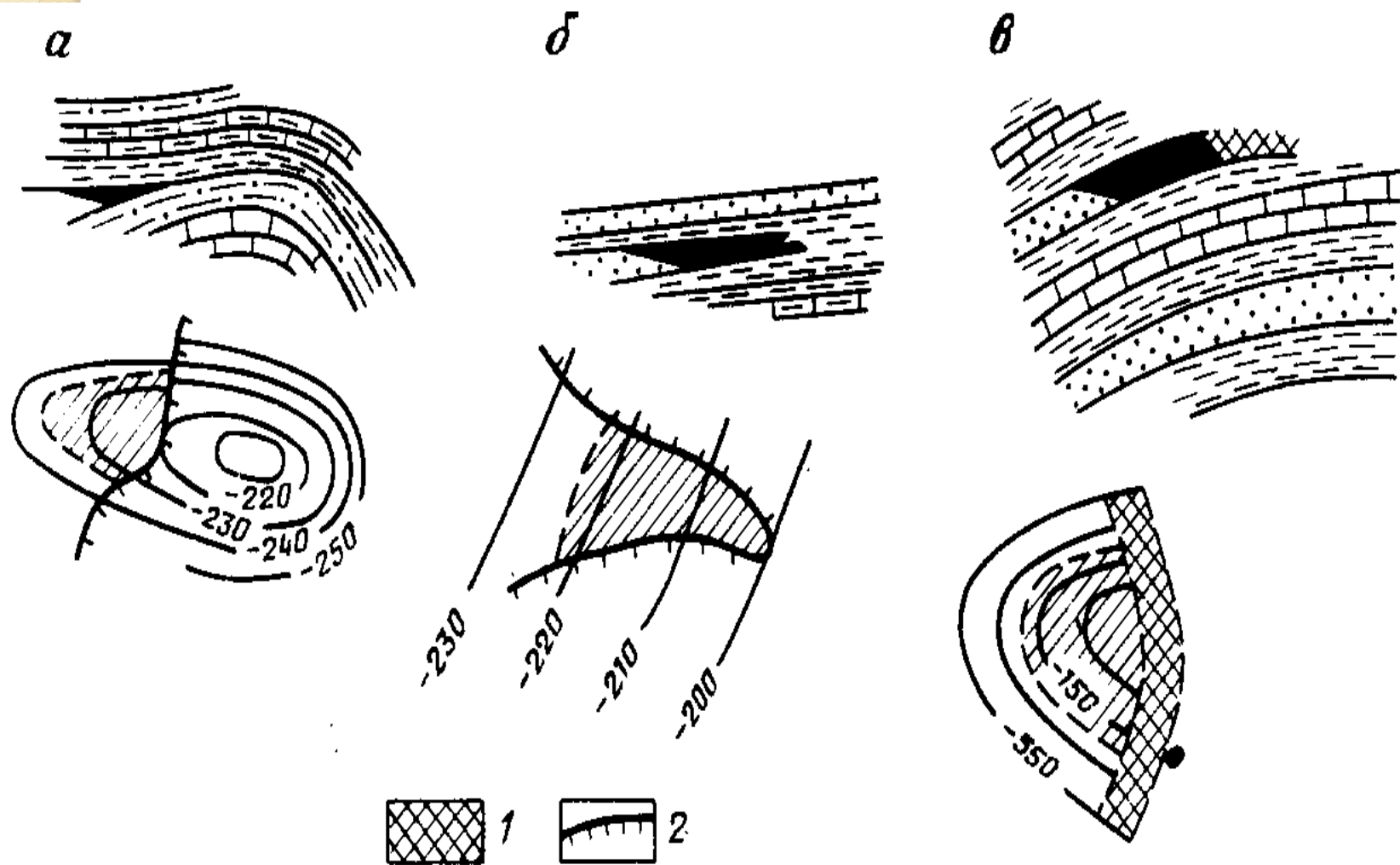
Сводные залежи в разрезе и в плане (по А.А. Бакирову) : а - ненарушенные; б — нарушенные; в структурах, осложненных: в - крипто-диапиром или вулканогенными образованиями, г — соляными куполами. 1, 2 — нефть соответственно на профиле и в плане; 3 — стратоизогипсы по кровле продуктивного пласта, м; 4 - нарушения; 5 - известняки; 6 - вулканогенные образования; 7 — соляной шток; 8 — песчаные породы; 9 — глины; SO — контур нефтеносности



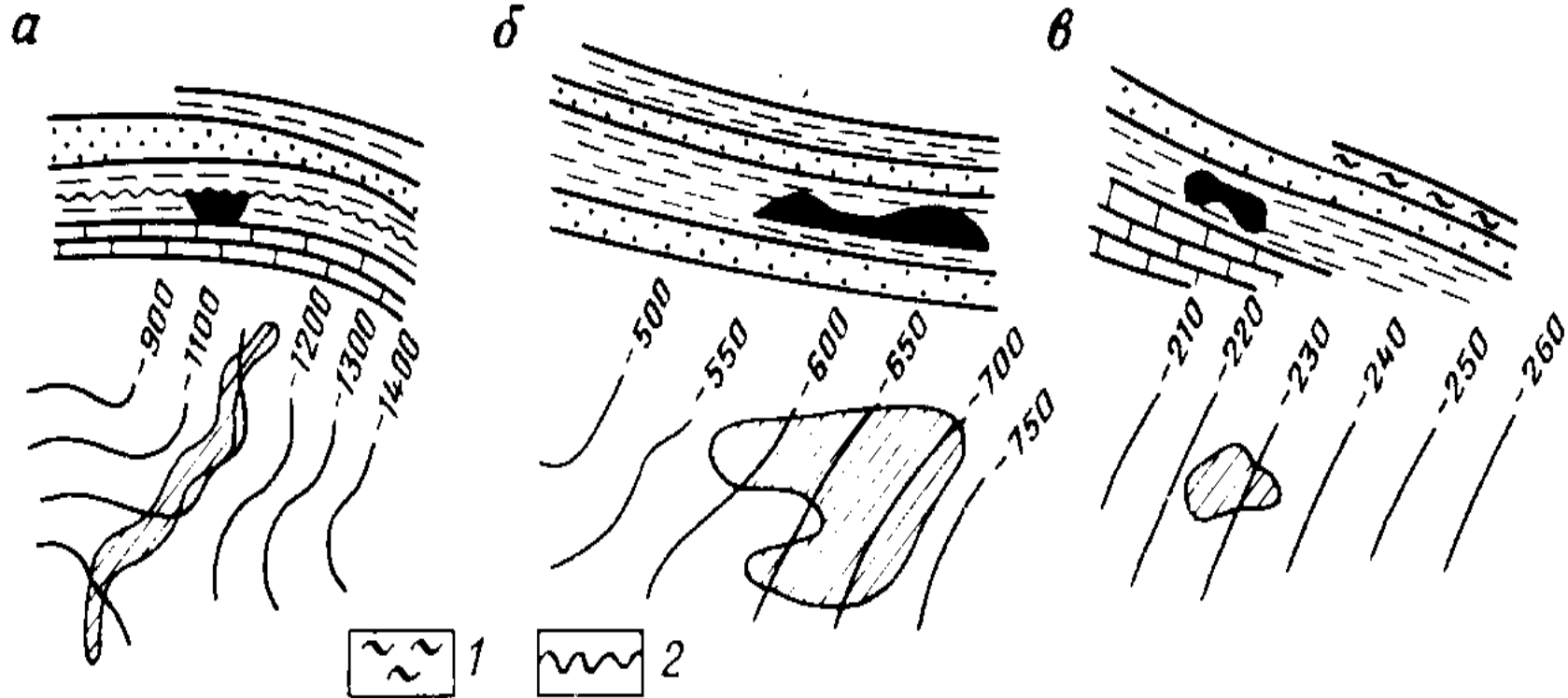
Тектонически экранированные залежи в разрезе и в плане (по А.А. Бакирову): а — присбросовые; б — привзбросовые; структур, осложненных: в — диапиризмом или грязеым вулканизмом, г — соляными куполами; д — подпадвиговые. 1 — грязевой вулкан



Приконтактные залежи в разрезе и в плане (по А.А. Бакирову) : *a* - с соляными штоками; *б* — с диапировыми ядрами или с грязевулканическими образованиями; *в* - с вулканогенными образованиями. 1 - песчаные породы; 2 - диапировое ядро складки



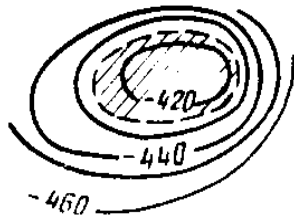
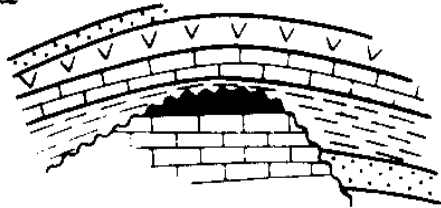
Литологически экранированные залежи в разрезе и в плане (по А.А. Бакирову) :  
*а* - связанные с выклиниванием пласта-коллектора по восстанию слоев; *б* - связанные с замещением проницаемых пород непроницаемыми; *в* - запечатанные асфальтом. *1* - асфальт; *2* - линия выклинивания пласта-коллектора



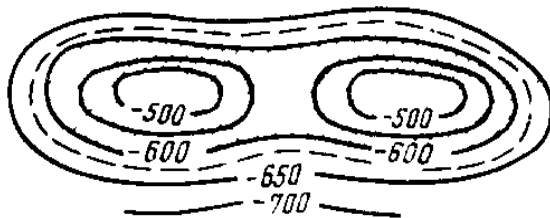
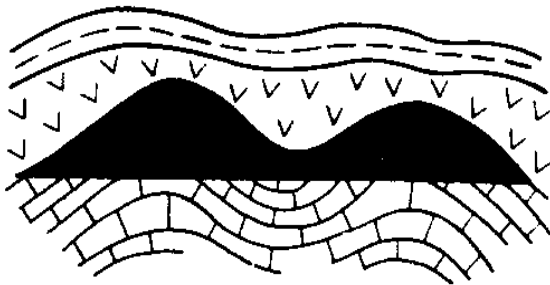
Литологически ограниченные залежи в разрезе и в плане (по А.А. Бакирову):

*a* - в песчаных образованиях ископаемых русел палеорек - шнурковые или рукавообразные; *б* - в прибрежных песчаных валоподобных образованиях ископаемых баров (баровые); *в* - в гнездообразно залегающих песчаных коллекторах, окруженных со всех сторон плохопроницаемыми глинистыми образованиями. 1 - мергели; 2 - поверхность несогласия

*a*



*б*



Залежи рифогенных образований в разрезе и в плане (по А.А. Бакирову): *a* - в одиночных рифовых массивах; *б* - в группе (ассоциации) рифовых массивов

Классификация залежей, по А.А. Бакирову			Вид ловушки
Класс	Группа	Тип	
Структурные	Антиклиналей и куполов	Сводовые	Антиклинали и купола: простого не-нарушенного строения; осложненные разрывными нарушениями; осложненные диапиризмом и грязевым вулканизмом. Солянокупольные структуры. Структуры, осложненные вулканогенными образованиями
		Висячие	Структуры: простого и сложного строения; осложненные диапиризмом, грязевым вулканизмом.
		Тектонически экранированные	Структуры, осложненные разрывными нарушениями, диапиризмом и грязевым вулканизмом.
		Блоковые	Солянокупольные структуры, осложненные вулканогенными образованиями. Поднадвиговые структуры Сильно нарушенные структуры
	Моноклиналей	Приконтактные	Пласты, экранированные: соляным штоком; диапировым ядром или образованиями грязевого вулканизма; вулканогенными образованиями
		Нарушенных моноклиналей	Экранированные разрывными нарушениями моноклинали Флексуры и структурные носы
	Синклиналей	Ненарушенных моноклиналей	Бортовые и центральные части синклиналей Рифогенные образования

<p>Рифогенные Литологические</p>	<p>Литологически экрани- рован-ные</p>	<p>Выклинива-ющ ихся или замещенных коллекторов</p>	<p>Участки: выклинивания коллек- торов вверх по восстановлению пластов ; замещения проницаемых пород непроницаемыми</p>
<p>Стратиграфические</p>	<p>Литологически ограниченные</p>	<p>Экранированны е</p>	<p>Экранирование отложениями асфальта и битума</p>
		<p>Шкурковые или рукавообразные Баровые Линзовидны</p>	<p>Песчаные образования ископае- мых русел палеорек. Прибрежно-дельтовые образова- ния палеорек Песчаные валоподобные образо- вания ископаемых баров г Линзовидно-или гнездообразно за- легающие коллекторы среди непроницаемых пород</p>
	<p>В коллекто-рах, срезан-ных эрозией и пере-к-ры-тых несогласно зале-гающими слоями непро-ницаемых пород ных пород:</p>	<p>Под несогласиями на тектоничес-ких струк-турах Останцовые Выступовые</p>	<p>Участки стратиграфических не- согласий на антиклиналях или моноклиналях Участки эродированной поверх- ности погребенных останцов палеорельефа Выступы кристаллического фундамента</p>



## Схема стадийности геологоразведочных работ на нефть и газ

В соответствии с «Положением об этапах и стадиях геологоразведочных работ на нефть и газ» в практике геологоразведочных работ установилась определённая их последовательность.

В процессе этих работ на нефть и газ выделяют три этапа: **региональный, поисково-оценочный и разведочный**, с выделением в них стадий.

# Схема стадийности геологоразведочных работ на нефть и газ

## Региональный этап



### Цель работ:

Изучить на тах возможную глубину геологическое строение осадочного чехла. Выявление литолого-стратиграфических комплексов, Оценка прогнозных ресурсов категории Д<sub>2</sub> и частично Д<sub>1</sub> .



прогноза  
нефтегазоносности



оценка зон  
нефтегазонакопления

## Поисково-оценочный этап

```
graph TD; A[Поисково-оценочный этап] --> B[Выявление объектов поискового бурения]; A --> C[Подготовка объекта к поисковому бурению]; A --> D[Поиск и оценка месторождения]; B --> E[Цель поисков: обнаружение новых месторождений нефти и газа или новых залежей на ранее открытых месторождениях. Оценка ресурсов категории Сз.]; C --> E; D --> E;
```

Выявление объектов  
поискового бурения

Подготовка  
объекта к  
поисковому  
бурению

Поиск и оценка  
месторождения

Цель поисков:  
обнаружение новых месторождений нефти и газа или новых залежей  
на ранее открытых месторождениях. Оценка ресурсов категории Сз.

Разведочный этап



Разведки и пробной эксплуатации

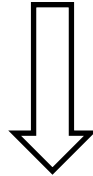
Цель работы:

Изучение характеристики месторождения для составления технологической схемы разработки месторождения нефти или проекта опытно-промышленной эксплуатации месторождения газа.

Разведочные и поисково-оценочные скважины

Разведанные запасы категории  $C_1$  и частично предварительно оцененные запасы  $C_2$ .

## Пробная эксплуатация залежи



временная (сроком не более 3 лет) эксплуатация разведочных или специально пробуренных опережающих добывающих и нагнетательных скважин.

# Опытно-промышленная эксплуатация

*Под опытно-промышленной разработкой* нефтяных месторождений, залежей или участков залежей следует понимать промышленные испытания новой для данных условий технологии разработки (сроки проведения не более 5-7 лет).

## I региональный этап

- опорные
- параметрические
- структурные

## II поисково-оценочный этап

- поисковые
- поисково-оценочные

## III разведочный этап

- поисково-оценочные
- разведочные

## разработки и эксплуатация залежей

- эксплуатационные
  - оценочные (опережающие эксплуатационные)
  - добывающие
  - нагнетательные
  - наблюдательные (контрольные, пьезометрические)
- специальные