

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,

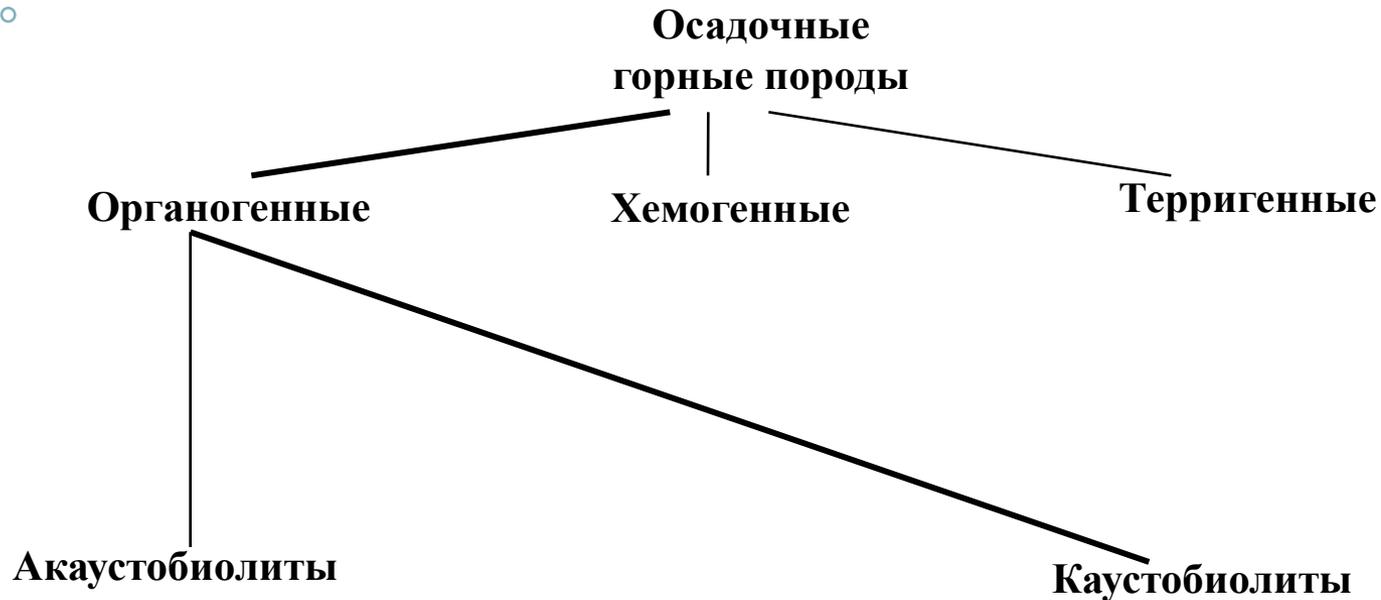
- количественный прогноз перспектив нефтегазоносности и сравнительная оценка нефтегазового потенциала территорий и осадочных комплексов;

-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)¹

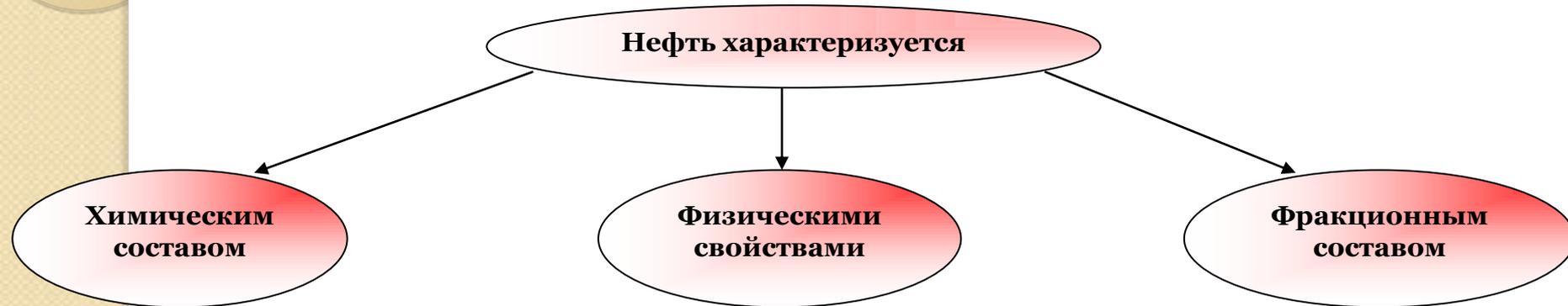
Сапропелиты – продукт преобразования низших растений и простейших микроорганизмов фито- (водоросли) и зоопланктон, фито- и зообентос, в восстановительной среде: Мелководно-морская, прибрежная (0–200м) и умеренно глубоководная (200–500м) обстановки осадконакопления, возможно континентально-озерная, болотная 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).

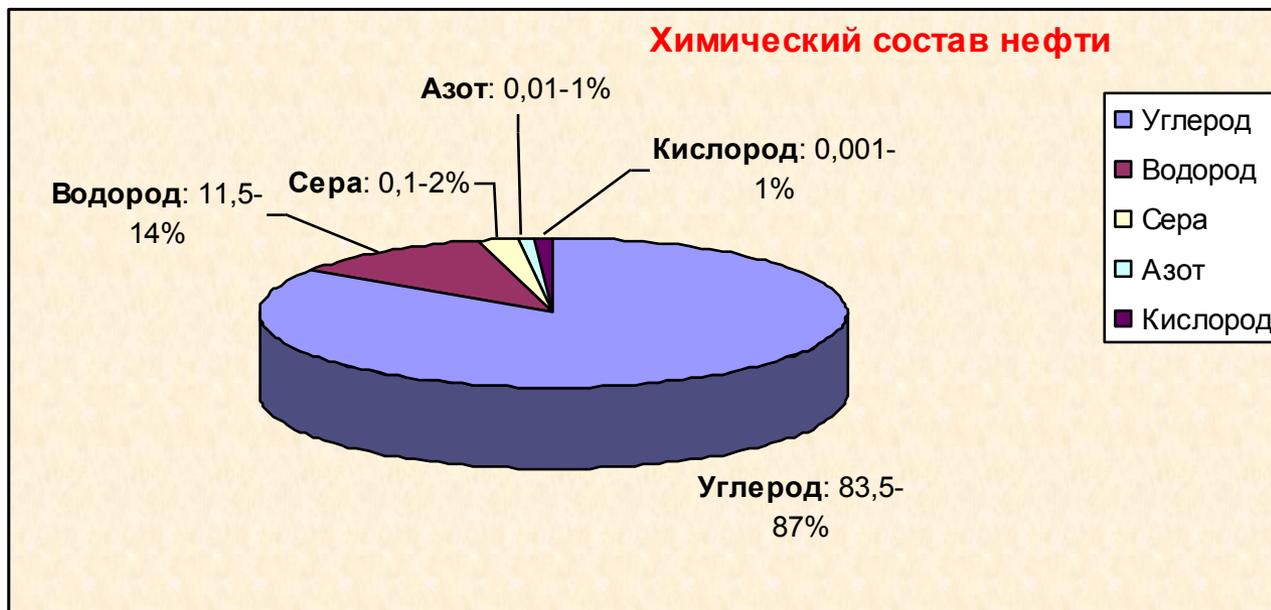
Свойства нефти учитывающие физические ее характеристики, такие как фракционный состав, плотность, температуры вспышки, застывания и др.

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 м³/м³, но иногда превышает 500 м³/м³.

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 ³ /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.)

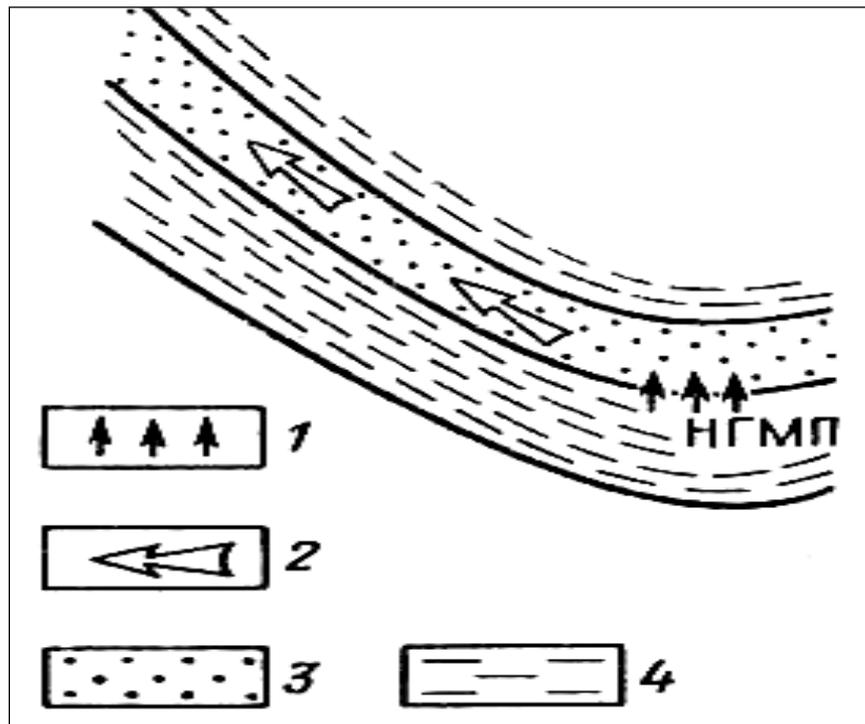
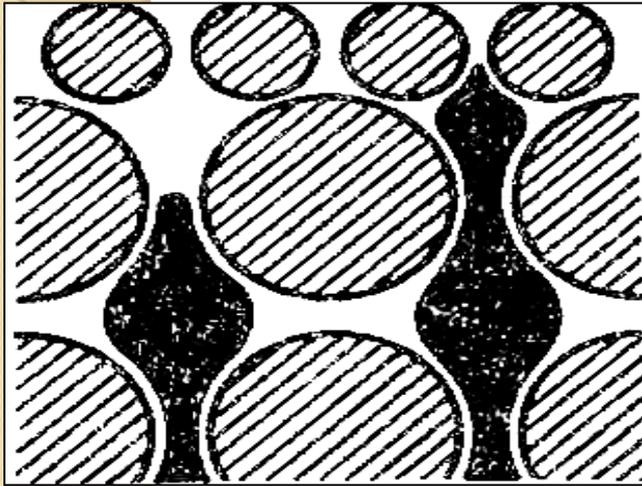


Схема первичной и вторичной миграции (по А.А. Бакирову).

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.)

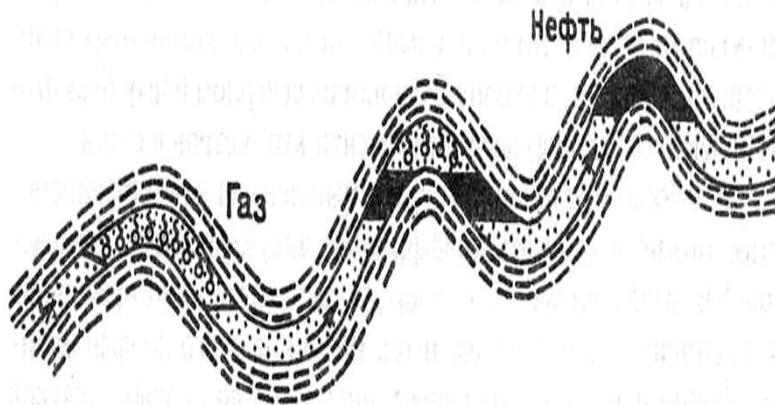
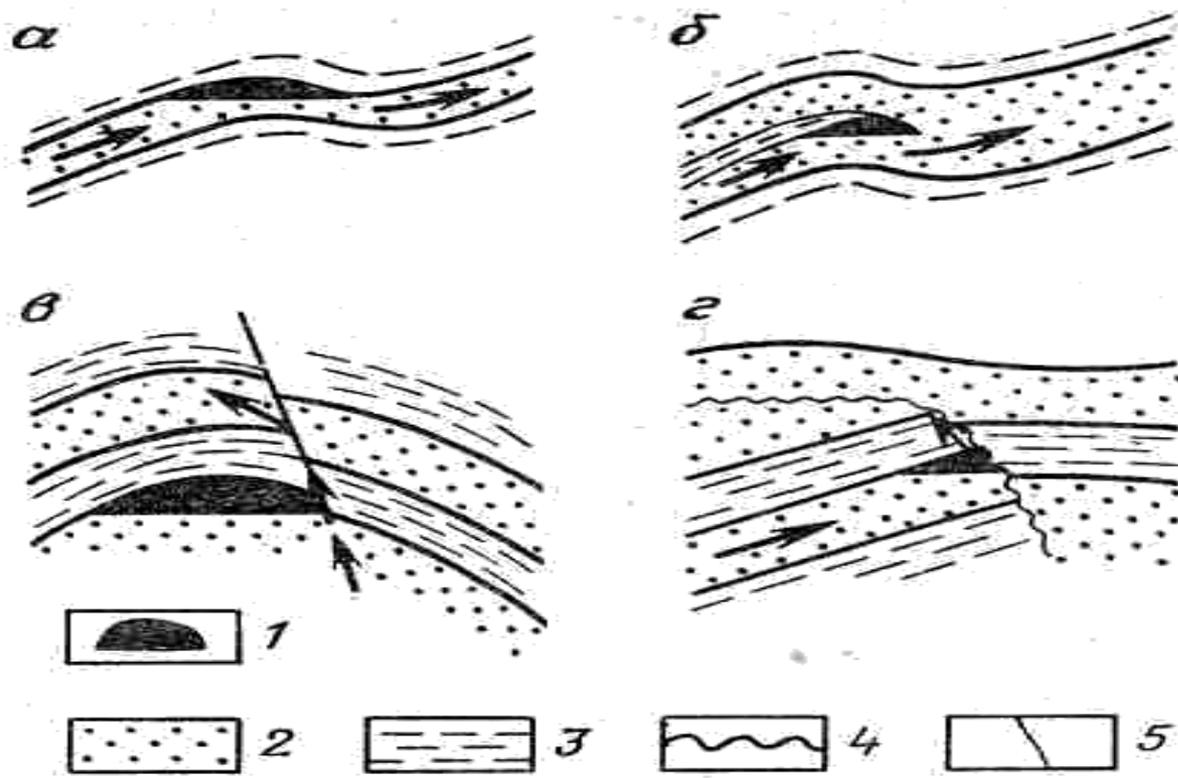


Схема размещения залежей нефти и газа согласно принципу дифференциального улавливания углеводородов (по У. Гассоу (канадский геолог) и С.П.Максимову).



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

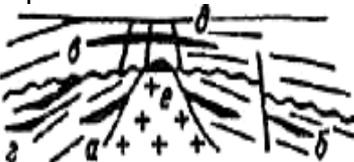
Классификация месторождений

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 ³ .
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

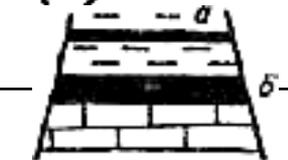
8. Приразрывных моноклиальных участков и складок

- а) сводовые
- б) экранированные по разрыву



9. Приразрывных трещиноватых участков

- а) линзы тектонической трещиноватости



10. Горсты

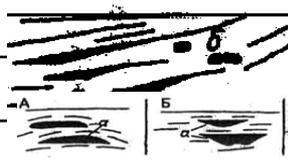
- Тектонически экранированные
- а) пластовые
- б) массивные



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

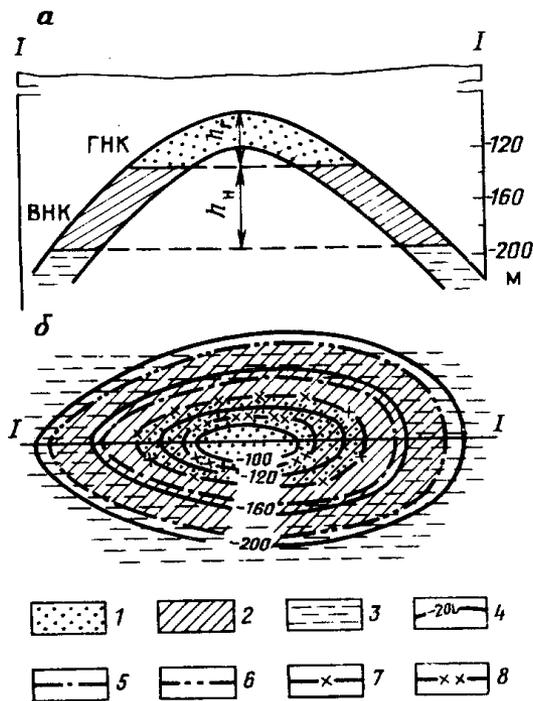


15. Моноклиналией срезанных поверхностью углового несогласия

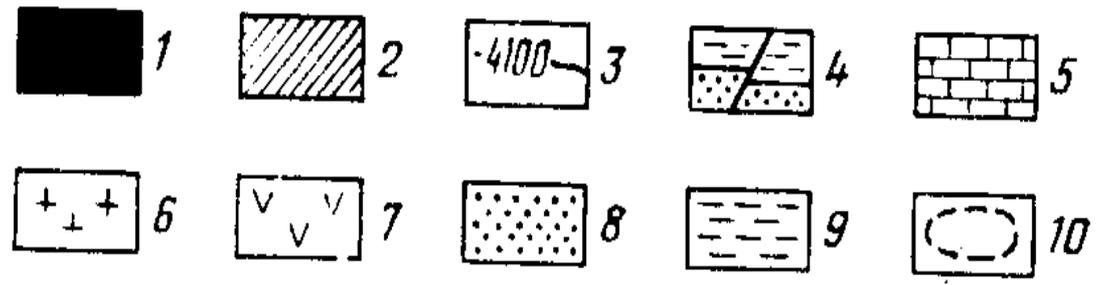
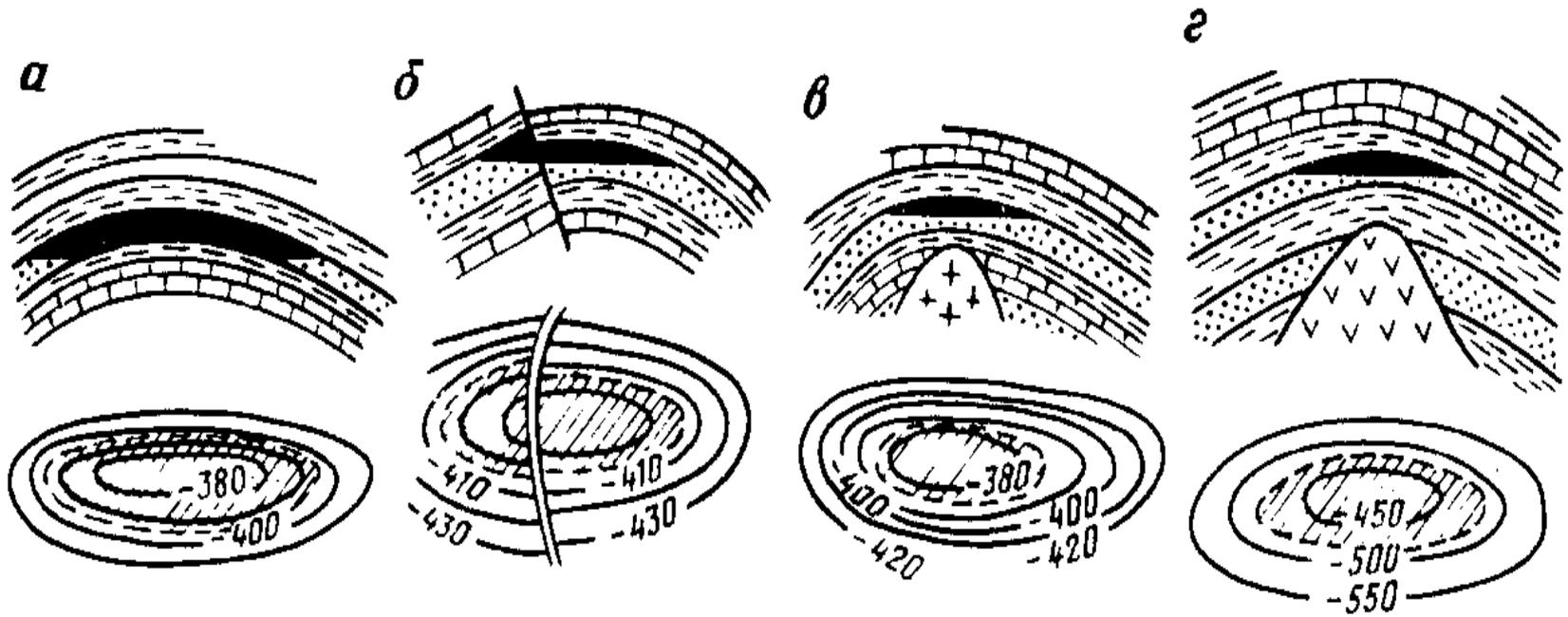
- а) экранирования по поверхности несогласия
- б) выклинивающиеся

Элементы залежи

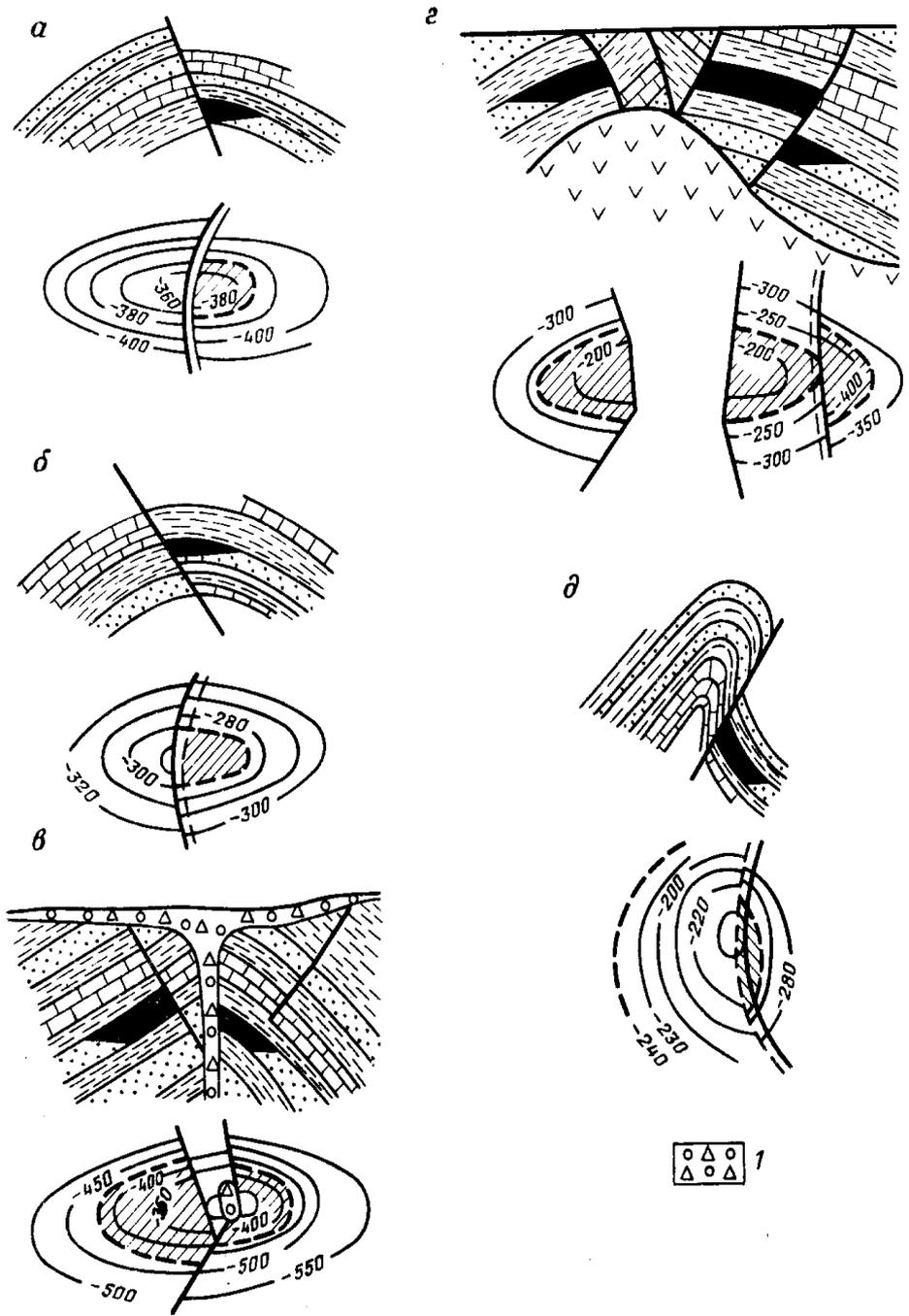
Газ, нефть и вода располагаются в ловушке в соответствии с их плотностью. Газ, как наиболее легкий, находится в кровельной части природного резервуара под покрывкой. Ниже поровое пространство заполняется нефтью, а еще ниже водой. Приведены принципиальные схемы (карта и разрез) залежи нефти с газовой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



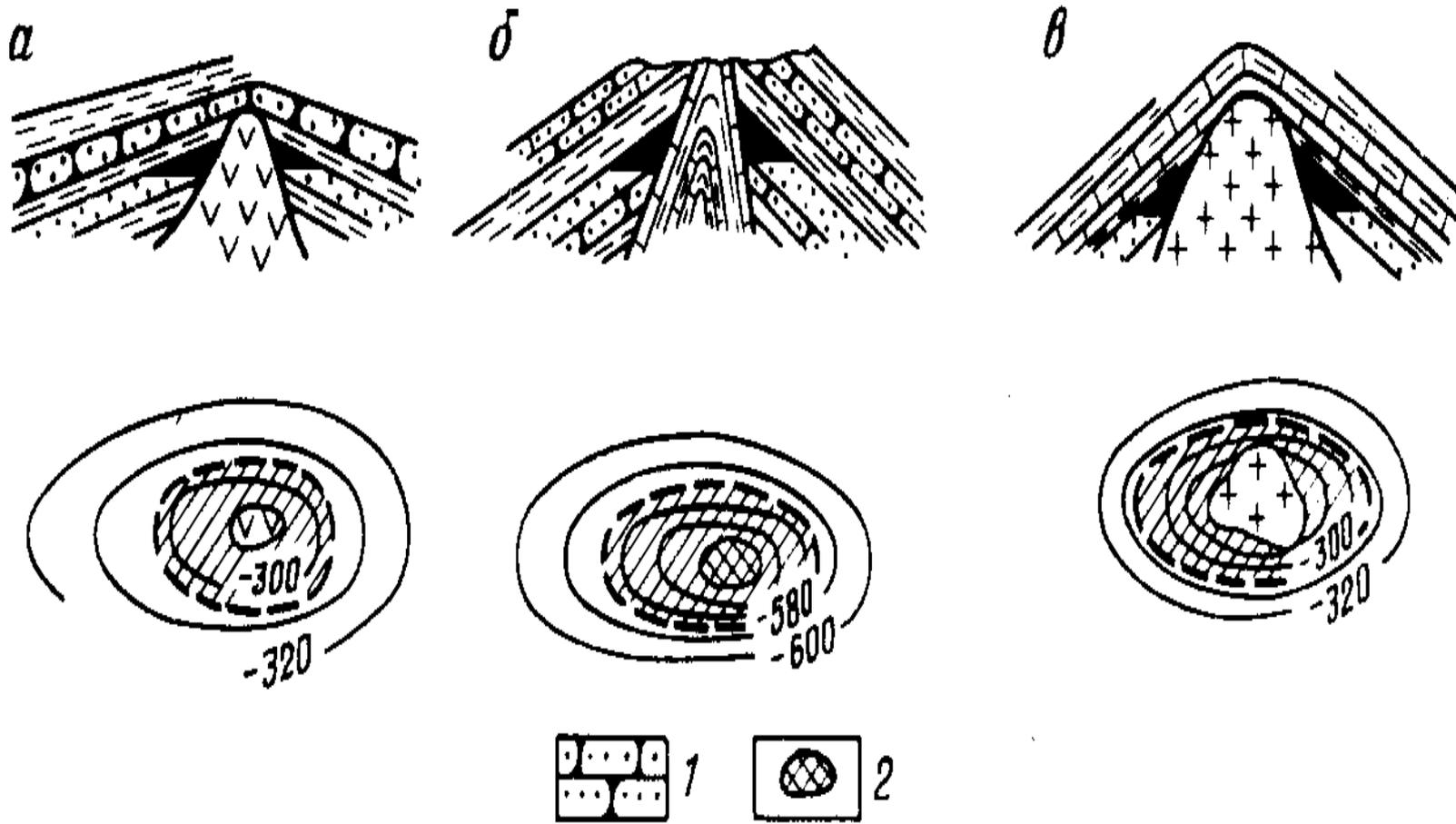
Принципиальная схема сводовой залежи. *а* — геологический разрез; *б* — структурная карта. *1* — газовая шапка; *2* — нефтяная часть залежи; *3* — водоносная часть пласта; *4* — изогипсы по кровле пласта, м; контуры нефтеносности: *5* — *внутренний*, *6* — *внешний*; контуры газоносности: *7* — *внешний*;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



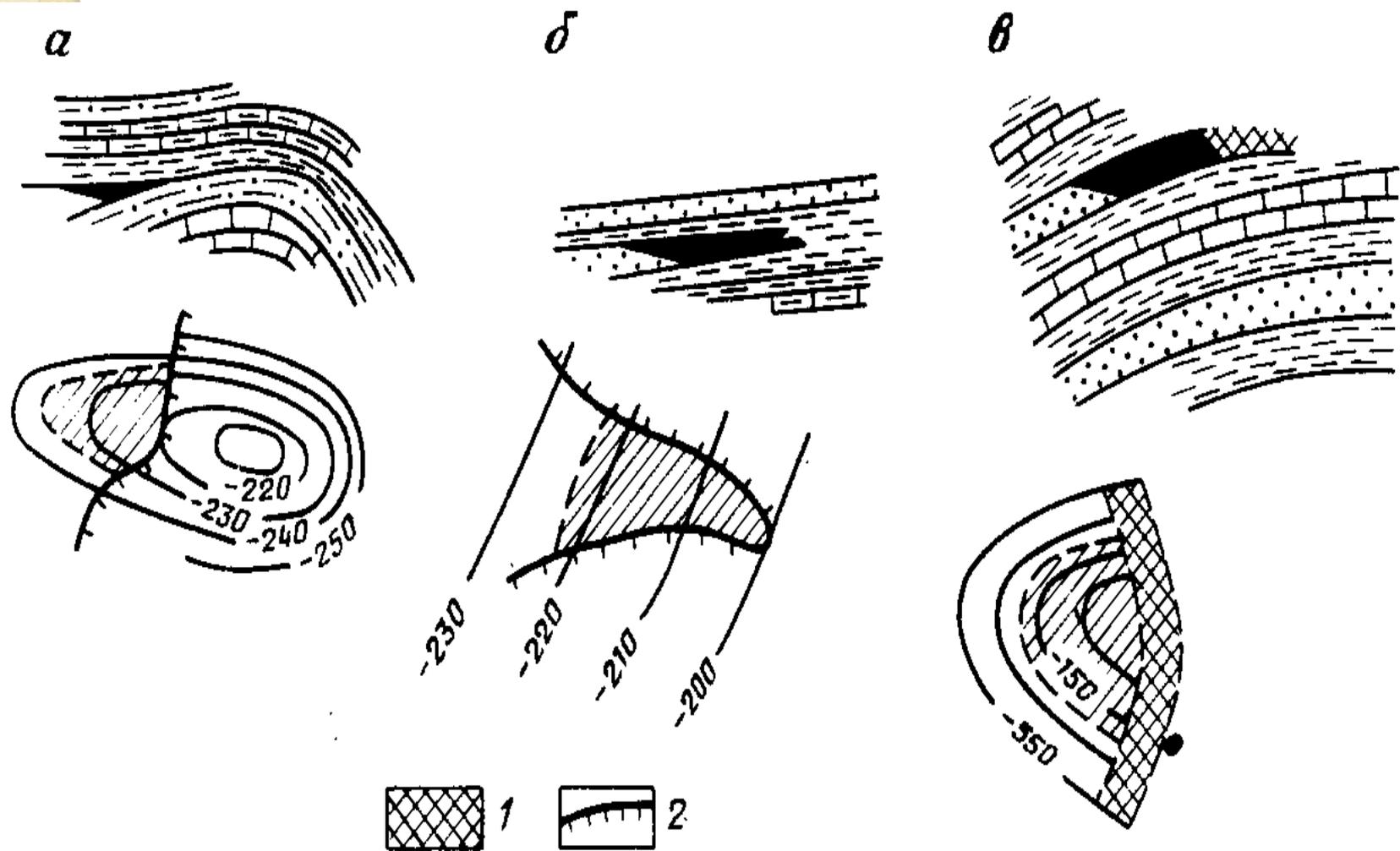
Сводные залежи в разрезе и в плане (по А.А. Бакирову) : а - ненарушенные; б — нарушенные; в структурах, осложненных: в - крипто-диапиром или вулканогенными образованиями, г — соляными куполами. 1, 2 — нефть соответственно на профиле и в плане; 3 — стратоизогипсы по кровле продуктивного пласта, м; 4 -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



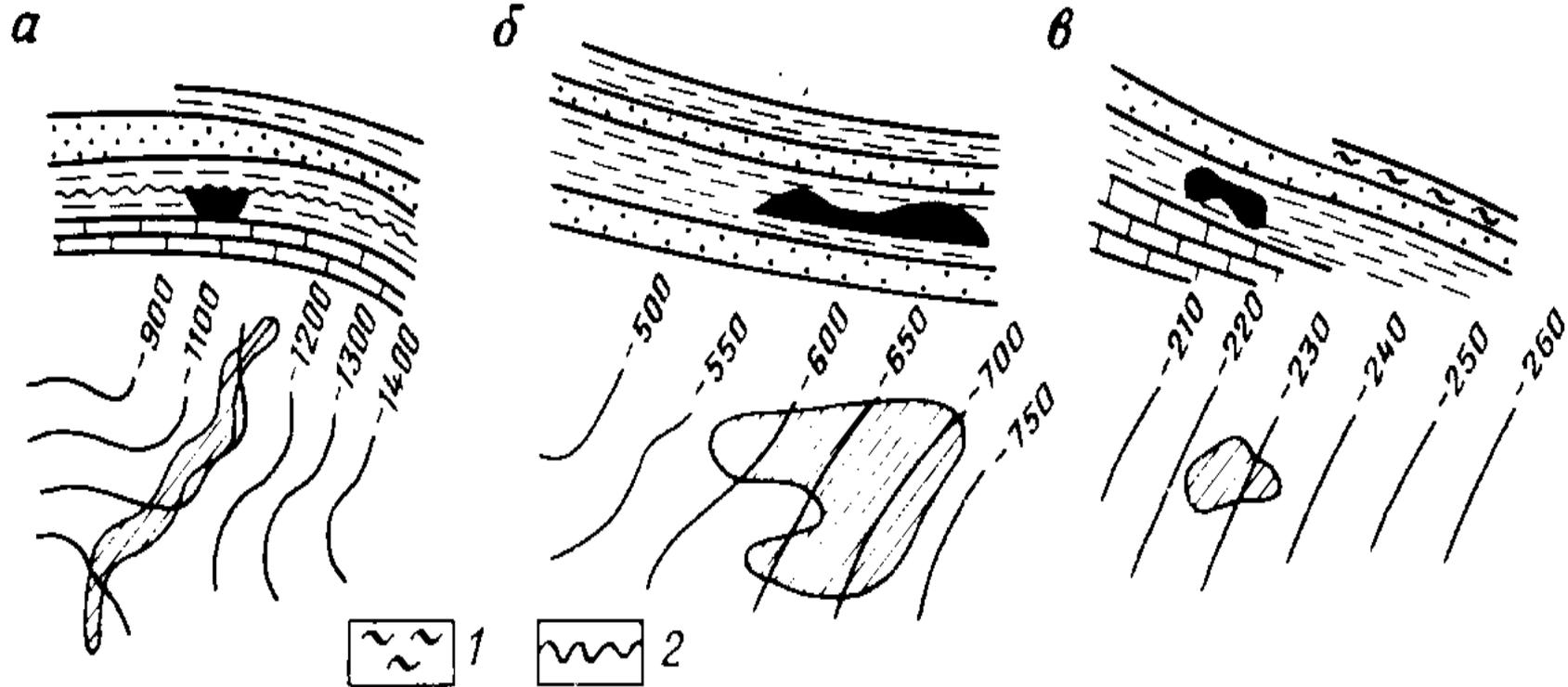
Тектонически экранированные залежи в разрезе и в плане (по А.А. Бакирову): а — присбросовые; б — привзбросовые; структур, осложненных: в — диапиризмом или грязеым вулканизмом, г — соляными куполами; д — подпадвиговые. 1 — грязевой вулкан



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



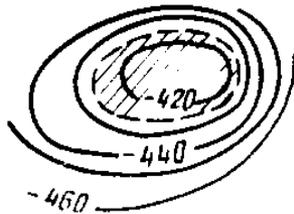
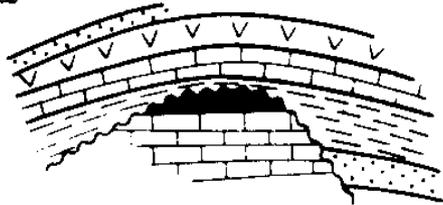
Литологически экранированные залежи в разрезе и в плане (по А.А. Бакирову) :
а - связанные с выклиниванием пласта-коллектора по восстанию слоев; *б* - связанные с замещением проницаемых пород непроницаемыми; *в* - запечатанные асфальтом. 1 - асфальт; 2 - линия выклинивания пласта-коллектора



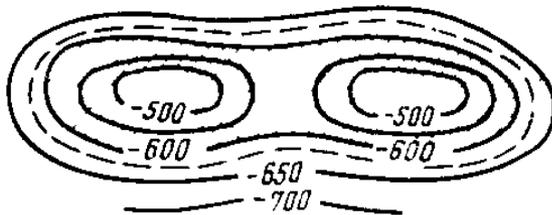
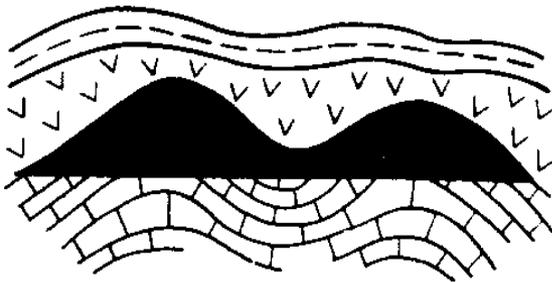
Литологически ограниченные залежи в разрезе и в плане (по А.А. Бакирову):

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.
		Висячие	Солянокупольные структуры. Структуры, осложненные вулканогенными образованиями Структуры: простого и сложного строения; осложненные диапиризмом, грязевым вулканизмом.
		Тектонически экранированные	Структуры, осложненные разрывными нарушениями, диапиризмом и грязевым вулканизмом. Солянокупольные структуры, осложненные вулканогенными образованиями.
		Блоковые	Поднадвиговые структуры Сильно нарушенные структуры
	Моноклиналей	Приконтактные	Пласты, экранированные: соляным штоком; диапировым ядром или образованиями грязевого вулканизма; вулканогенными образованиями Экранированные разрывными нарушениями моноклинали Флексуры и структурные носы
	Синклиналей	Нарушенных моноклиналей 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 Д₂ и частично Д₁ .



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