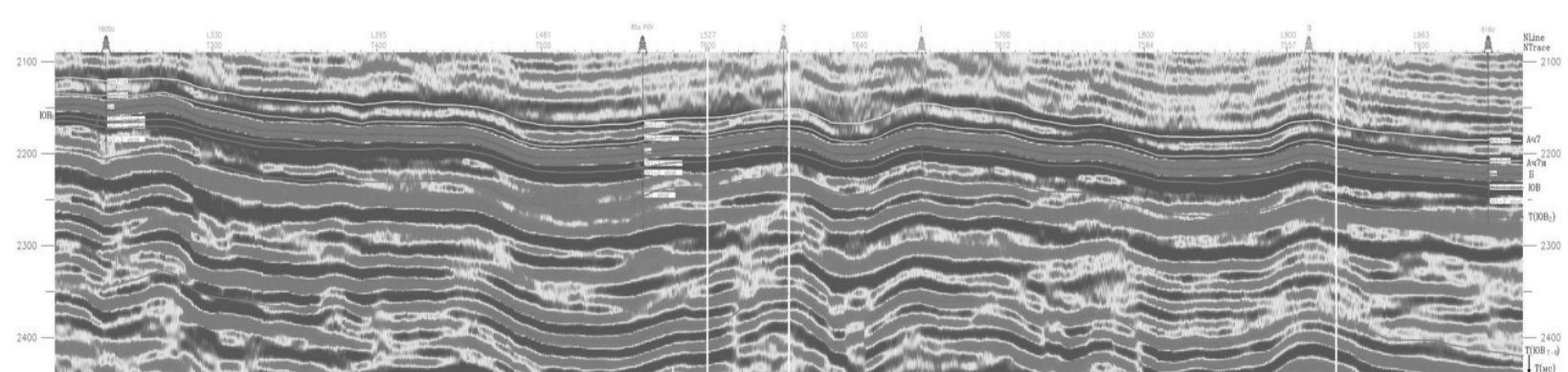
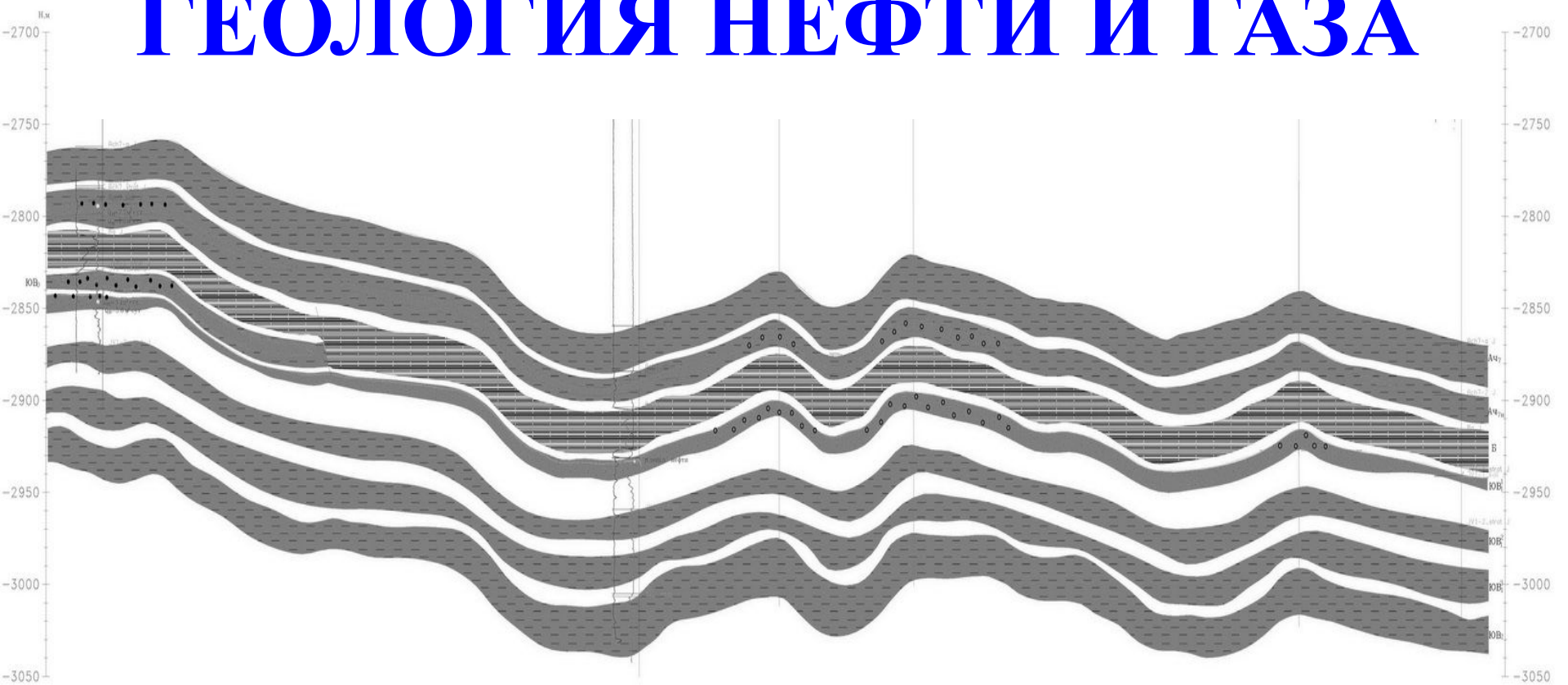




ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА



Лекция №1. ЗНАЧЕНИЕ НЕФТИ И ГАЗА В ЭКОНОМИКЕ СТРАНЫ. МИРОВОЙ РЫНОК НЕФТИ И ГАЗА. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ДОБЫЧИ НЕФТИ И ГАЗА. ОСНОВНЫЕ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИЕ СТРАНЫ МИРА.

НЕФТЬ и ГАЗ – наше национальное богатство, источник могущества страны, фундамент ее экономики.

В настоящее время нефтегазовый комплекс обеспечивает 70% общего потребления первичных энергоресурсов и почти 80% их производства. На долю нефтяной и газовой отрасли приходится более 40% налоговых поступлений в Федеральный бюджет и более 20% – в консолидированный бюджет страны. Эта отрасль обеспечивает 12% промышленного производства России, а общее число людей, занятых в ней, составляет 3% от общего числа работоспособного населения. Россия обладает одним из самых больших в мире потенциалов топливно-энергетических ресурсов. На 13% территории Земли, в стране, где проживает менее 3% населения мира, сосредоточено около 13% всех мировых разведанных запасов нефти и 34% запасов природного газа.



Значение нефти в народном хозяйстве:

сырье для нефтехимии в производстве синтетического каучука, спиртов, полиэтилена, широкой гаммы различных пластмасс, готовых изделий из них, искусственных тканей;
источник для выработки моторных топлив (бензина, керосина, дизельного и реактивных топлив), масел и смазок, а также котельного печного топлива (мазут), источник строительных материалов (битумы, гудрон, асфальт);
сырье для получения ряда белковых препаратов, используемых в качестве добавок в корм скоту для стимуляции его роста

Нефтяной рынок

Единой «цены на нефть» не существует. Как и цена на любой другой товар, она регулируется в полном соответствии с основным экономическим законом – **законом спроса и предложения**.

И в то же время этот показатель будет различаться в зависимости от места происхождения и качества нефти, а также от рынка, на котором она продается.

Сорта нефти сильно различаются по качеству и составу.

Основные параметры качества нефти

– это плотность и содержание серы.

Специалисты выделяют легкие, средние и тяжелые сорта.

Для анализа состояния рынка используют «корзину» из семи видов нефти:

- легкая нефть из Саудовской Аравии (Saudi Arabian Light crude),
- дубайская (Dubai crude) из ОАЭ,
- нигерийская легкая сорта Bonny (Nigerian Bonny Light crude),
- сахарская смесь (Saharan Blend) из Алжира,
- индонезийская Minas,
- венесуэльская Tia Juana,
- мексиканская Isthmus.

Российские торговые марки: Urals, Siberian Light, REBCO и Sokol.

- Urals** — смесь легкой западносибирской нефти Siberian Light и высокосернистой нефти Урала и Поволжья, поставляется через Новороссийск и по системе нефтепроводов «Дружба»
- Siberian Light** поставляют через порт Туапсе
- Sokol** — нефть, добываемая в проекте «Сахалин-2», экспортируется через порт Де-Кастри (Хабаровский край)
- REBCO** – российская экспортная смесь сырой нефти (Russian Export Blend Crude Oil) — марка, используемая при экспортных поставках через порт Приморск.



РОЛЬ ГЕОЛОГИИ В РАЗВИТИИ НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРАНЫ

- **Роль геологии в развитии нефтяной и газовой промышленности страны.**
- Геология нефти и газа возникла из потребностей нефтяной промышленности и развивалась с ней в тесной связи. Опираясь на другие разделы геологии (стратиграфию, тектонику, литологию, гидрогеологию, геоморфологию), используя достижения физики, химии и биологии, рассматриваемая отрасль геологии разрабатывает основные теоретические проблемы, такие, как происхождение нефти и горючего газа, формирование их скоплений и закономерности их пространственного размещения в земной коре. Важнейшими практическими задачами геологии нефти и газа являются оценка перспектив нефтегазоносности различных территорий и акваторий, подсчет прогнозных и промышленных запасов нефти и газа, выбор рационального комплекса поисково-разведочных работ, наиболее экономически выгодной системы разработки месторождений и т. д. Для решения этих задач все больше привлекается геофизика, а также геохимия, особенно органическая.
- Геологическими вопросами при разработке месторождений нефти и газа занимается прикладная наука **нефтегазопромысловая геология**. Основные задачи, решаемые ею включают:
 - - геолого-промысловое обоснование технологических решений проектирования разработки,
 - - регулирование процесса разработки,
 - - регулирование и учет фонда скважин,
 - - принятие решений о переводе скважины из одного состояния в другое.
 - - контроль добычи нефти, газа и воды и их динамики по скважине,
 - - эксплуатационному объекту и месторождению в целом.
- **НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВАЯ ГЕОЛОГИЯ**— отрасль науки геология нефти и газа, впервые оформившаяся в СССР, изучает обширный круг вопросов разведки и разработки нефтяных и газовых м-ний: геол. обслуживание процесса бурения скважин, распознавание геол. структуры м-ния, поиски более глубоко залегающих продуктивных горизонтов и выбор дальнейших направлений разведки, изучение строения нефтегазосодержащих коллекторов и их физ. свойств, исследования физико-хим. свойств нефти, газа и воды в пластовых условиях, изучение природы пластовой энергии (режимы залежей), подсчеты запасов нефти и газа и т. д.

Краткие сведения о форме и размерах Земли, плотность, магнитная и геометрическая характеристики.

- Земля - одна из планет обращающихся вокруг солнца. Земля имеет форму геоида, который приближенно можно определить как шар, сплюснутый на полюсах. Поверхность Земли превышает 510 млн. км. На поверхности Земли имеются крупные неровности рельефа - глубочайшие океанические впадины (Марианская впадина в Тихом океане, глубина более 11034 м) высочайшие горные системы и хребты (наивысшая точка в Гималаях - пик Джомолунгма - 8848 м).
- Форма и размеры Земли не остаются постоянными. Глубинное сжатие приводит к тому, что ее радиус уменьшается примерно на 5 см в столетие, что вызывает сокращение объема Земли.
- Скорость вращения Земли также изменяется, при уменьшении объема Земли она увеличивается. На поверхности Земли материки и океаны распределены неравномерно. Если для всей планеты площадь океана составляет 70,8 %, а суши 29,2 %, то для северного полушария - 61 и 39 % соответственно, а для южного - 81 и 19%.
- Как известно, Земля состоит из нескольких оболочек. Самая внешняя, газообразная оболочка Земли называется атмосферой. Ее состав: азота - 70,08 %, кислорода - 23,95 %, аргона - 0,93 %, углекислоты - 0,09 %, других газов - 0,01 %.
- Атмосфера находится в постоянном движении, зависящем от деятельности Солнца, распределения континентов и океанов на поверхности Земли.
- Атмосфера удерживает солнечное тепло, в ней формируются погодные климатические условия. Режим атмосферы крайне изменчив. Это мы ощущаем ежедневно в виде изменений погоды.
- Гидросфера - это прерывистая водная оболочка земного шара представляющая собой совокупность океанов, морей, рек, озер и ледников.
- Воды гидросферы разнородны по химическому составу и свойствам. Они встречаются в жидком (вода), твердом (лед) и газообразном (пар) состояниях.
- Литосфера является сплошной твердой оболочкой Земли. Литосфера неоднородна по своей мощности и составу. Под дном мирового океана толщина литосферы уменьшается, а под возвышенностями увеличивается. По составу литосфера представлена 3-мя горизонтами:
- Осадочный слой - мощностью до 1,5 км, плотность вещества - 2,5 гр на 1 см³, породы представлены современными отложениями (осадочными, магматическими). Продукт горных пород - результат деятельности поверхностных процессов (экзогенные).
- Гранитный слой - мощность 10-50 км, плотность вещества - 2,6-2,7 гр на 1 см³, представлен горными породами магматического цикла, имеющими кислый химический состав.
- Базальтовый слой - мощность около 50 км, плотность 3,2-3,5 гр на 1 см³, представлен магматическими породами ультраосновного состава.
- Биосфера - сфера распространения живых существ.
- При изучении поверхности Земли оказалось, что живое вещество почти сплошной пленкой покрывает земной шар. С глубиной отмечается постепенное затухание жизни.
- Наибольшие границы распространения имеют бактерии и их споры.
- Они способны жить в условиях высоких и очень низких температур и давлений.

Физические свойства Земли.

- К физическим свойствам Земли относятся: сила тяжести, плотность, магнетизм и тепловые свойства.
- Сила тяжести. Изменение силы тяжести на поверхности Земли определяется ее строением и формой: сила тяжести больше в полярной области и меньше в экваториальной. Ускорение силы тяжести постепенно уменьшается от полюсов - к экватору на 0,5 %.
- Плотность Земли. Средняя плотность земной коры 2,7 г/см³, средняя плотность Земли 5,52 г/см³.
- Магнитные свойства Земли (магнетизм). Земля - гигантский магнит. Магнитное поле на поверхности Земли двух типов: переменное и постоянное. Переменное поле Земли связано с излучением Солнца, постоянное магнитное поле обязано своим происхождением скорее всего сложным процессам, протекающим в ядре Земли и на границе ядра и мантии. Магнитные свойства горных пород неодинаковы и изменяются в значительных пределах. Наибольшей магнитной восприимчивостью обладают руды железа, титана, никеля и кобальта, а также породы, богатые ими.

Основные магнитные показатели Земли:

- 1. Магнитное склонение - определяют как угол, на который отклоняется стрелка от географического меридиана. Склонение может быть восточным и западным. Соединяя точки с одинаковым склонением строят изогоны. Карты изогон определяют склонение в любой точке Земли.
- 2. Магнитное склонение - это угол наклона магнитной стрелки к горизонту. Различают Южное и Северное наклонение магнитной стрелки.
- Под тепловыми свойствами понимают количество тепловой энергии поступающей на Землю. Тепловую энергию Земли подразделяют на: 1) внешнюю; 2) внутреннюю.
- Внешняя тепловая энергия - это преобладающее поступление тепла (90 %), которое определяет температуру литосферы.
- Источник тепла - источник внешней энергии - солнечная лучистая энергия.
- Объем поступления тепла определяется энергией на единицу площади. (Энергия от поступления тепла солнца в эквиваленте составляет энергию работы ДнепроГЭСа за год).
- Внутренняя энергия определяется радиоактивным распадом элементов внутри Земли.
- Составляет около 10 % всего Земного тепла и влияет в основном на структуру ядра и мантии.

Параметры, определяющие тепловой режим.

- Геотермический градиент - это температура, на которую повышается температура слоя Земли с увеличением глубины на 100 м
- Геотермическая ступень - глубина, при которой происходит повышение температуры Земли на 1 С.
- Величина геометрического градиента и геотермической ступени зависят от теплопроводности пород, геологического строения местности и ряда других причин.

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ



Землетрясения.

- *Землетрясения* – это резкие смещения блоков пород внутри литосферы, вызванные мгновенным переходом потенциальной энергии упругих напряжений в кинетическую энергию перемещения. Проявляются землетрясения в виде толчков. Высвобождение энергии сопровождается разрывами и смещением твердого вещества в очаге землетрясения и деформацией горных пород за пределами очага. Они распространяются в виде упругих колебаний – сейсмических волн (продольных, поперечных и поверхностных).
- Продольные волны – это волны сжатия и растяжения, возникающие как реакция среды на изменение объема.
- Поперечные волны являются результатом реакции среды на изменение формы и колебания частиц происходит поперек направлению движения волны.
- Поверхностные волны представляют собой синусоидные колебания, распространяющиеся вдоль земной поверхности или по границам двух сред.
- Центр возникновения землетрясения называется *гипоцентром*, он по своим размерам может достигать десятков километров в поперечнике. На поверхности Земли располагается *эпицентр*, где сила землетрясения достигает максимума и по мере удаления от него постепенно убывает. Линии, ограничивающие зоны равных разрушений, получили название *изосейсты*.

Очагом землетрясения- называют место в земных глубинах, где зарождается землетрясение , откуда во все стороны расходятся упругие сейсмические волны.

Эпицентром землетрясения- называют место на поверхности земли, наиболее близкое к очагу.

А территорию, где были или ожидаются очаги землетрясений , называют **сейсмической областью**.

- Ежегодно на всей Земле происходит около миллиона землетрясений, но большинство из них так незначительны, что они остаются незамеченными. Действительно сильные землетрясения, способные вызвать обширные разрушения, случаются на планете примерно раз в две недели. Большая их часть приходится на дно океанов, и поэтому не сопровождается катастрофическими последствиями (если землетрясение под океаном обходится без цунами).

Причины землетрясения

- Причиной землетрясения является быстрое смещение участка земной коры как целого в момент релаксации (разрядки) упругой деформации напряжённых пород в очаге землетрясения. Большинство очагов землетрясений возникает близ поверхности Земли

Интенсивность землетрясения

- Интенсивность является качественной характеристикой землетрясения и указывает на характер и масштаб воздействия землетрясения на поверхность земли, на людей, животных, а также на естественные и искусственные сооружения в районе землетрясения.

- **1.балл** (незаметное) — колебания почвы, отмечаемые прибором;
- **2.балла** (очень слабое) — землетрясение ощущается в отдельных случаях людьми, находящимися в спокойном состоянии;
- **3.балла** (слабое) — колебание отмечается немногими людьми;
- **4.балла** (умеренное) землетрясение отмечается многими людьми— и; возможно колебание окон и дверей;
- **5.баллов** (довольно сильное) — качание висячих предметов, скрип полов, дребезжание стекол, осыпание побелки;
- **6.баллов** (сильное) — легкое повреждение зданий: тонкие трещины в штукатурке, трещины в печах и т. п.;
- **7.баллов** (очень сильное) — значительное повреждение зданий; трещины в штукатурке и отламывание отдельных кусков, тонкие трещины в стенах, повреждение дымовых труб; трещины в сырых грунтах;

- **8.баллов** (разрушительное) — разрушения в зданиях: большие трещины в стенах, падение карнизов, дымовых труб. Оползни и трещины шириной до нескольких сантиметров на склонах гор;
- **9.баллов** (опустошительное) — обвалы в некоторых зданиях, обрушение стен, перегородок, кровли. Обвалы, осыпи и оползни в горах. Скорость продвижения трещин может достигать 2 км/с;
- **10.баллов** (уничтожающее) — обвалы во многих зданиях; в остальных — серьёзные повреждения. Трещины в грунте до 1 м шириной, обвалы, оползни. За счет завалов речных долин возникают озёра;
- **11.баллов** (катастрофа) — многочисленные трещины на поверхности Земли, большие обвалы в горах. Общее разрушение зданий;
- **12.баллов** (сильная катастрофа) — изменение рельефа в больших размерах. Огромные обвалы и оползни. Общее разрушение зданий и сооружений.

Признаки землетрясения.

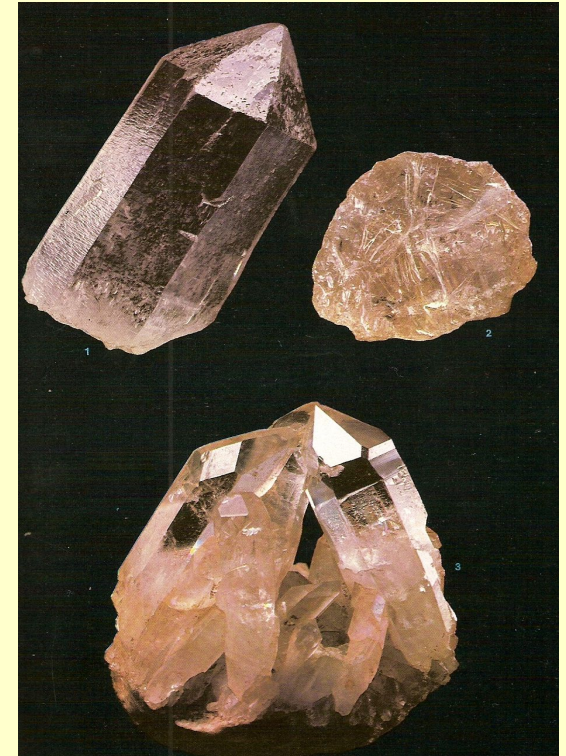
- Резкие изменения уровня воды в водоемах или ее помутнение.
- Запах газа в районах, где раньше этого не было.
- Беспокойство птиц и животных.
- Слабые толчки земной коры.
- Нарушение в работе радио, телеграфа, электромагнитных приборов.



Понятие о минералах.

Классификация минералов.

- Минералы – это природные химические соединения или самородные элементы, которые образуются при различных физико-химических (геологических) процессах. Они слагают разнообразные горные породы земной коры, и их можно увидеть невооруженным глазом. В природе минералы могут находиться в твердом, жидком и газообразном состоянии. Наука, которая изучает минералы, находящиеся в твердом состоянии, называется минералогия.
- Твердые минералы по своему внутреннему строению могут быть кристаллическими или аморфными. Основным признаком кристаллического строения минералов является их правильная внешняя форма в виде многогранников. Такие минералы называются кристаллами.



- Современная классификация минералов основана на их химическом составе и кристаллической структуре. Главнейшие пороодообразующие и рудные минералы, объединяются в несколько классов.
- - **Самородные элементы**. В этот класс входят минералы, состоящие из одного химического элемента. К этому классу относятся: самородное золото, серебро, медь, платина, графит, алмаз, сера и др.
- - **Сульфиды**. Эти минералы представляют собой соединения различных элементов с серой и являются важнейшими рудами на свинец, медь, цинк, молибден и др. К сульфидам относятся: пирит, халькопирит, галенит и другие.
- - **Галоидные соединения**. Минералы этого класса в химическом отношении представляют собой соли галоидно-водородных кислот. Наиболее распространены хлористые и фтористые соединения. К ним относятся галит (поваренная соль), сильвин, карналлит и флюорит.
- - **Окислы и гидроокислы**. В этот класс объединены минералы – соединения различных элементов с кислородом (окислы) и соединения с кислородом и гидроксильной группой OH (гидроокислы). Минералы этого класса подразделяются на две группы: 1) окислы и гидроокислы кремния (группа кварца), 2) окислы и гидроокислы металлов. Кварц – один из наиболее распространенных минералов в земной коре.
- - **Карбонаты**. В класс карбонатов входят минералы: кальцит, доломит, сидерит, магнезит.
- - **Фосфаты**. Среди фосфатов наибольшее практическое значение имеют апатит и фосфорит.
- - **Сульфаты**. К этому классу относятся минералы, представляющие собой соли серной кислоты: гипс, ангидрит, мирабилит, барит.
- - **Вольфраматы**. К ним относятся вольфрамит и шеелит.
- - **Силикаты**. В этот класс входят наиболее распространенные в земной коре пороодообразующие минералы, сложные по химическому составу и участвующие в строении всех типов горных пород, особенно магматических и метаморфических.
- Все силикаты по внутренней структуре подразделяются на островные, кольцевые, цепочечные, ленточные, слюевые и каркасные.

Физические свойства минералов

- Физические свойства минералов обусловлены их внутренним строением и химическим составом. К физическим свойствам относят плотность, механические, оптические, магнитные, электрические и термические характеристики, радиоактивность и люминесценцию.
- Под плотностью минерала понимается вес единицы его объема. Легкими являются нефти, угли, гипс, галит; к средним относят кварц, кальцит, полевые шпаты, к тяжелым – рудные минералы.
- Для отнесения минерала к одной из этих групп достаточно определить его плотность приблизительно – путем взвешивания на ладони.

- Механические свойства включают **твердость, спайность, излом, хрупкость, ковкость, гибкость**.
- **Твердость** минерала – это степень его сопротивления внешнему механическому воздействию (царапанию и т.д.). Она оценивается по 10-балльной шкале относительной твердости, предложенной немецким ученым Ф. Моосом в 1811 г. Относительная твердость определяется путем царапания исследуемого минерала острыми краями эталонных минералов (пассивная твердость) или эталонных минералов исследуемым (активная твердость).
- **Спайность** – способность кристаллов и кристаллических зерен раскалываться или расщепляться по определенным кристаллографическим направлениям с образованием ровных блестящих поверхностей, называемых плоскостями спайности. Минералы, у которых спайность отсутствует, обладают *отдельностью*.
- **Отдельность** – это способность минерала раскалываться лишь в определенных участках, а не по определенным плоскостям.
- **Излом** – форма поверхности, образующаяся при раскалывании минералов. Характер излома зависит от спайности. Различают ровный и неровный, ступенчатый, раковистый и мелко раковистый, занозистый, зернистый и шероховатый, крючковатый и др. разновидности изломов.
- **Хрупкость, ковкость, гибкость** минералов определяются визуально, по их реакции на механические напряжения.

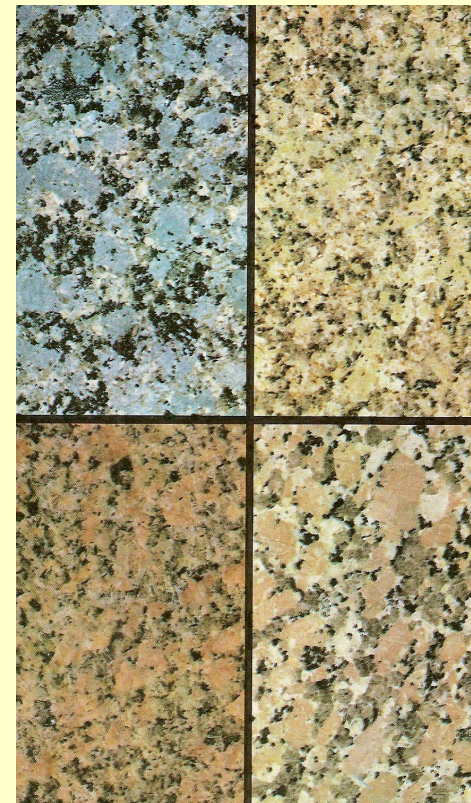
- *Цвет (окраска)* минерала является важным диагностическим признаком.
- *Цвет черты* — это цвет минерала в тонком порошке. Этот признак в сравнении с окраской минералов является более постоянным, а следовательно, и более надежным их диагностическим признаком.
- *Прозрачностью* называется свойство минералов пропускать сквозь себя свет.
- *Магнитные свойства* — это совокупность свойств, характеризующих способность минералов намагничиваться во внешнем магнитном поле.
- *Электрические свойства* — это совокупность свойств, характеризующих способность минералов проводить электрический ток.

Понятие о горных породах. Структура и текстура горных пород.

- Горные породы, слагающие земную кору, в большинстве своем представляют агрегат многих минералов, реже они состоят из зерен одного минерала. Породы, состоящие из многих минералов, называются *полиминеральными*, из одного минерала – *мономинеральными*. Минеральный состав, строение и формы залегания горной породы отражают условия образования. Строение породы определяется структурой и текстурой.
- *Структура* – особенность внутреннего строения горной породы, которая связана со степенью ее кристалличности, абсолютными и относительными размерами зерен разных минералов, составляющих горную породу, их формой и способом сочетания.
- *Текстура* – сложение породы, т.е. взаимное расположение в пространстве слагающих ее частиц.

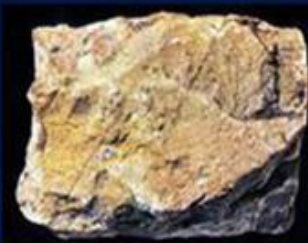
По происхождению горные породы подразделяются на 3 группы:

- 1) Магматические. Они образуются в результате внедрения (интрузии) в земную кору, или извержения на поверхность магмы. Магма излившаяся на поверхность – это лава;
- 2) Осадочные. Они образующиеся путем механического или химического осаждения продуктов разрушения (экзогенными процессами) ранее существовавших горных пород, а также благодаря жизнедеятельности организмов;
- 3) Метаморфические. Они образуются из любых горных пород при воздействии на них высоких температур и давления, а также различных газообразных и жидких растворов, проникающих с глубины.



Осадочные породы, их классификация.

- Осадочные горные породы образуются в результате накопления продуктов разрушения ранее существовавших пород. Они составляют около 75% поверхности континентов.
- По генетическим признакам среди осадочных горных пород выделяются три главные группы: 1) обломочные породы; 2) хемогенные, 3) органогенные.



песчаник



известняк



поваренная соль



нефть



уголь



галька



щебень



песок



глина

Осадочные горные породы – породы, которые образовались в результате оседания их на дне водоемов и на суше в различных условиях.

- **Обломочные породы** подразделяются по величине обломков на:
- - **грубообломочные рыхлые** (валуны, щебень, галька, гравий) и сцементированные (конгломераты, брекчии, гравелиты);
- - **среднеобломочные** (пески и песчаники);
- - **мелкообломочные** (алевриты и алевролиты);
- - **тонкообломочные** (глины и аргиллиты).
- Глинистые породы имеют наибольшее распространение (около 50%) среди осадочных горных пород и состоят из мельчайших (от 0,01 до 0,005–0,001 мм) частиц. Уплотненные глины называют аргиллитом. Породы, представляющие смесь глины и алеврита с песком, называются суглинки и супеси, в том числе особый тип – лёссовидные пылеватые суглинки.

- **Хемогенные породы** образуются путем выпадения химических соединений из истинных и коллоидных растворов. В результате накапливаются разнообразные соли (карбонаты, сульфаты, хлориды), а также кремнистые, железистые и марганцевые соединения.
- **Органогенные горные породы** образуются в результате накопления продуктов жизнедеятельности животных и растений в виде остатков раковин, колониальных построек (типа коралловых рифов), минеральных скелетов.
- Процесс преобразования осадков в осадочные породы носит название **диагенеза**.

Понятие о каустобиолитах.

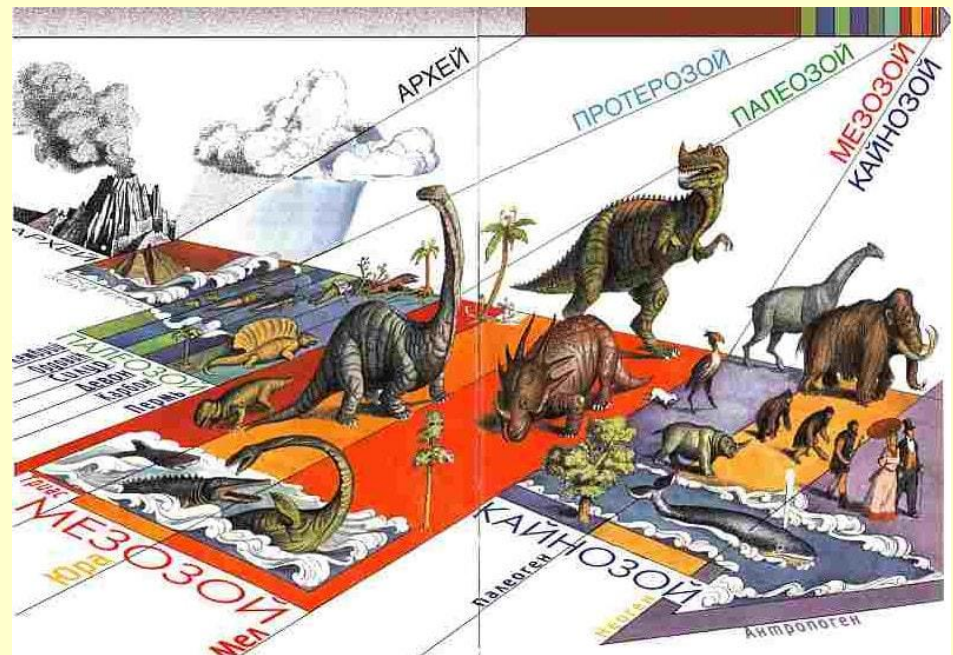
- К органогенным горным породам относятся скопления растительных остатков, которые образуют группу *каустобиолитов* – породы угольного ряда. Они характеризуются различной степенью разложения органического вещества и разным содержанием углерода: торф, бурый уголь, каменный уголь, антрацит.

- По современным представлениям делятся на **сингенетические** (поступившие в осадок вместе с основной формирующей массой) каустобиолиты угольного ряда (торф, ископаемые угли, горючие сланцы, янтарь, шунгиты), и **эпигенетические** (внедрившиеся в породу в постседиментационном этапе) каустобиолиты нефтяного и нафтоидного ряда (природные битумы: нефти, мальты, асфальты, озокерит, природный газ).
- Из каустобиолитов можно особо выделить большую группу пород, используемых как ископаемое топливо: нефть, каменный уголь, горючий сланец, природный газ и его гидраты, торф и другие горючие минералы и вещества, имеющих большую важность для человечества.
- Наука, изучающая свойства этих ископаемых, условия образования и залегания, а также проблемы их добычи и переработки, называется **геологией каустобиолитов**.

Деление истории Земли на эры и периоды

- Зарождение жизни на Земле произошло около 3,8 млрд. лет назад, когда закончилось образование земной коры. Ученые выяснили, что первые живые организмы появились в водной среде, и только через миллиард лет произошел выход на поверхность суши первых существ.
- Формированию наземной флоры способствовало образование у растений органов и тканей, возможность размножаться спорами. Животные также значительно эволюционировали и приспособились к жизни на суше: появилось внутреннее оплодотворение, способность откладывать яйца, легочное дыхание. Важным этапом развития стало формирование головного мозга, условных и безусловных рефлексов, инстинктов выживания. Дальнейшая эволюция животных дала основу для формирования человечества.

- Деление истории Земли на эры и периоды, дает представление об особенностях развития жизни на планете в разные временные промежутки. Ученые выделяют особо значимые события в формировании жизни на Земле в отдельные отрезки времени – эры, которые делятся на периоды.
- Существует пять эр:
- Архейская;
- протерозойская;
- палеозойская;
- мезозойская;
- кайнозойская.



Архейская эра

- Архейская эра началась около 4,6 млрд. лет назад, когда планета Земля только стала формироваться и признаков живого на ней не было. Воздух содержал хлор, аммиак, водород, температура доходила до 80° , уровень радиации превышал допустимые границы, при таких условиях зарождение жизни было невозможным.
- Считают, что около 4 млрд. лет назад наша планета столкнулась с небесным телом, и следствием было формирование спутника Земли – Луны. Это событие стало значимым в развитии жизни, стабилизировало ось вращения планеты, поспособствовало очищению водных структур. Как следствие, на глубине океанов и морей зародилась первая жизнь: простейшие, бактерии и цианобактерии.



Протерозойская эра

- Протерозойская эра длилась примерно с 2,5 млрд. лет до 540 млн. лет назад. Обнаружены остатки одноклеточных водорослей, моллюсков, кольчатых червей. Начинает формироваться почва.
- Воздух в начале эры еще не был насыщен кислородом, но в процессе жизнедеятельности бактерии, населяющие моря, стали все больше выделять O_2 в атмосферу. Когда количество кислорода находилось на стабильном уровне, многие существа сделали шаг в эволюции и перешли на аэробное дыхание.



Палеозойская эра



Палеозойская эра включает **шесть** периодов.

- **Кембрийский период** (530 – 490 млн. лет назад) характеризуется возникновением представителей всех видов растений и животных. Океаны населяли водоросли, членистоногие, моллюски, появились первые хордовые (хайкоуихтис). Суша оставалась незаселенной. Температура сохранялась высокой.
- **Ордовикский период** (490 – 442 млн. лет назад). На суше появились первые поселения лишайников, а мегалограпт (представитель членистоногих) стал выходить на берег для откладывания икры. В толще океана продолжают развиваться позвоночные, коралловые, губки.
- **Силурийский период** (442 – 418 млн. лет назад). На сушу выходят растения, у членистоногих формируются зачатки легочной ткани. Завершается образование костного скелета у позвоночных, появляются сенсорные органы. Идет горообразование, формируются разные климатические зоны.
- **Девонский период** (418 – 353 млн. лет назад). Характерно образование первых лесов, преимущественно папоротниковых. В водоемах появляются костные и хрящевые, амфибии стали выходить на сушу, формируются новые организмы – насекомые.
- **Каменноугольный период** (353 – 290 млн. лет назад). Появление земноводных, происходит опускание материков, в конце периода было значительное похолодание, что привело к вымиранию многих видов.
- **Пермский период** (290 – 248 млн. лет назад). Землю населяют пресмыкающиеся, появились терапсиды – предки млекопитающих. Жаркий климат привел к образованию пустынь, где смогли выжить только стойкие папоротники и некоторые хвойные.

Мезозойская эра

- Мезозойская эра делится на 3 периода:
- **Триасовый период** (248 – 200 млн. лет назад). Развитие голосеменных растений, появление первых млекопитающих. Раскол суши на континенты.
- **Юрский период** (200 – 140 млн. лет назад). Возникновение покрытосеменных растений. Появление предков птиц.
- **Меловой период** (140 – 65 млн. лет назад). Покрытосеменные (цветковые) стали господствующей группой растений. Развитие высших млекопитающих, настоящих птиц.



Кайнозойская эра

- Кайнозойская эра состоит из трех периодов:
- **Нижнетретичный период или палеоген** (65 – 24 млн. лет назад). Исчезновение большинства головоногих моллюсков, появляются лемуры и приматы, позднее парапитеки и дриопитеки. Развитие предков современных видов млекопитающих – носорогов, свиней, кроликов и др.
- **Верхнетретичный период или неоген** (24 – 2,6 млн. лет назад). Млекопитающие населяют сушу, водные просторы, воздух. Появление австралопитеков – первых предков людей. В этот период сформировались Альпы, Гималаи, Анды.
- **Четвертичный период или антропоген** (2,6 млн. лет назад – наши дни). Знаменательное событие периода – появление человека, сначала неандертальцев, а вскоре Homo sapiens. Растительный и животный мир обрел современные черты.



Возраст горных пород

[illegible]

ВРЕМЯ (Стратиграф. единица)	ТОЛЩА ГОРНЫХ ПОРОД
ЭРА	ГРУППА
ПЕРИОД	СИСТЕМА
ЭПОХА	ОТДЕЛ
ВЕК	ЯРУС

Региональные и местные единицы – пласт, свита, пачка

Архейская эра («начало жизни» - греч.)	Отсутствие останков животных и растений
Протерозойская эра («заря жизни» - греч.)	Окаменелости беспозвоночных животных и водорослей
Палеозойская эра («древняя» - греч.)	Бурное развитие животных и растений, горообразование (месторождения нефти и газа)
Мезозойская эра («средняя» - греч.)	Большое количество залежей нефти и газа
Кайнозойская эра («новая» - греч.)	В Западной Сибири - маломощные отложения (залежей нефти и газа нет)

Геохронологическая шкала отражает последовательность геологических событий по времени формирования г.п.

Понятия о фациях и формациях.

- **Фация** (от лат. *facies* – облик) – горная порода или осадок, возникшие в определённых физико-географических условиях.
- **Фация** – физико-географические условия, определенного времени, отличные от условий того же времени в соседних смежных районах, которые находят свое выражение в характере осадков и пород или первичном отсутствии отложений.

Фации и формации осадочных пород

1. **Континентальные фации** – элювиальные, коллювиальные, делювиальные, пролювиальные, аллювиальные, лимнические, ледниковые, эоловые пустынные образования.
2. **Морские и океанические фации:**
 - 2.1. **Приконтинентальные** – шельфа, уступа континентального склона, континенталь-ного подножья, абиссальных равнин и т.д.
 - 2.2. **Пелагические** – придонная часть океанов.
 - 2.3. **Морских водоемов аномальной солености.**
3. **Переходные фации** – прибрежно-морские, лагунные, лиманные, дельтовые.

Формация – парагенетические сообщества фаций более или менее устойчивые во времени и пространстве.

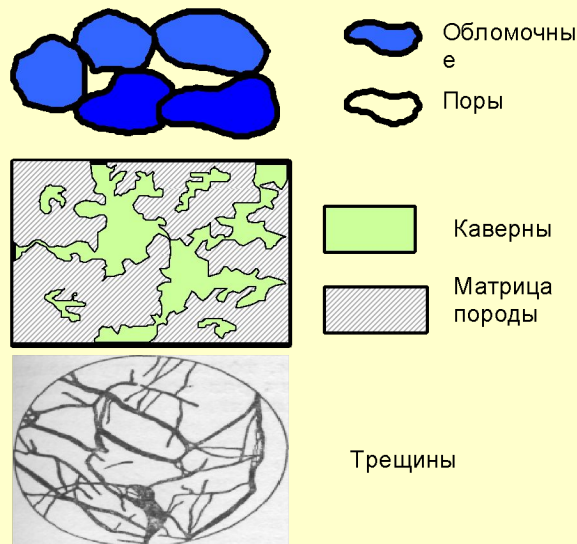
Лекция 3. ГОРНЫЕ ПОРОДЫ-КОЛЛЕКТОРЫ НЕФТИ И ГАЗА, ИХ ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА И КЛАССИФИКАЦИИ

Коллекторы – это горные породы, обладающие способностью вмещать нефть, газ и воду и отдавать их при разработке.

Абсолютное большинство пород-коллекторов имеют осадочное происхождение. Коллекторами нефти и газа являются **терригенные** (пески, алевролиты, песчаники, алевролиты и некоторые глинистые породы), **карбонатные** (известняки, мел, доломиты), **вулканогенно-осадочные** и **кремнистые** породы.

Свойства горной породы вмещать (емкость) и пропускать (проницаемость) через себя жидкости и газы называются **фильтрационно-емкостными свойствами – ФЕС**.

Емкость горной породы характеризуется пористостью. Это один из наиболее важных параметров пород-коллекторов.



Разные типы пустот в породах-коллекторах

ПОД ПОРИСТОСТЬЮ горной породы понимается наличие в ней пор (пустот). Пористость определяет долю пустотного пространства в общем объеме породы.

Пластовые флюиды – нефть, газ, вода - аккумулируются в пустотном пространстве породы-коллектора, представленном порами, кавернами и трещинами.

Поры – пространство между отдельными зернами, слагающими горную породу.

Каверны – сравнительно крупные пустотные пространства, образовавшиеся в результате действия процессов выщелачивания.

Трещины – разрывы сплошности горных пород, обусловленные в основном тектонической деятельностью.

Согласно **генетической классификации** все поры делятся на первичные и вторичные.

Первичные поры (пустоты) образуются в процессе осадконакопления и породообразования (промежутки между зернами – межзерновые поры, между плоскостями наслоения и т.д.).

Вторичные поры образуются в результате последующих процессов: разлома и дробления породы, растворения, перекристаллизации, возникновения трещин вследствие сокращения породы (например, при доломитизации) и других процессов.

В большой степени свойства пористых сред определяются размерами поровых каналов. По величине поровые каналы нефтяных пластов условно разделяют на три группы:

сверхкапиллярные — размеры больше 0,508 мм (>508 мкм);

капиллярные — от 0,5 до 0,0002 мм (508 - 0,2 мкм);

субкапиллярные — меньше 0,0002 мм (<0,2 мкм).

При характеристике нефтесодержащих пород различают типы пористости:

общую (полную, абсолютную) – объем всех пор в породе;

открытую – объем связанных сообщающихся между собой пор;

эффективную – объем пор, из которых нефть может быть извлечена при разработке.

$$K_{\pi} = \frac{V_{пор}}{V_{обр}}$$

Коэффициентом полной пористости (K_{π}) называется отношение объема взаимосвязанных и изолированных пустотных каналов ($V_{пор}$) к общему объему образца горной породы ($V_{обр}$)

$$E_i = \frac{V_i}{V_{ia?}}$$

Коэффициентом открытой пористости (K_o) называется отношение объема открытых сообщающихся пор (V_o) к объему образца горной породы ($V_{обр}$)

$$K_{эф} = \frac{V_{эф}}{V_{обр}}$$

Коэффициентом эффективной пористости ($K_{эф}$) называется отношение объема пор ($V_{эф}$), через которые возможно движение нефти, воды или газа при определенных температуре и градиентах давления к объему образца горной породы ($V_{обр}$)

Пористость коллекторов, дающих промышленную нефть, обычно следующая (в %).

Пески	20—25
Песчаники	10—30
Карбонатные коллекторы	10—25 и меньше.

По преобладающему типу пустот, слагающих поровое пространство, коллекторы делятся на три основных типа: поровые, трещинные и каверновые.

подавляющая часть нефтяных и газовых месторождений приурочена к коллекторам трех типов – гранулярным, трещинным и смешанного строения.

К **гранулярному типу** относятся коллекторы, представленные песчано-алевритовыми породами, реже известняками и доломитами; поровое пространство в них состоит из межзерновых полостей.

Трещинные коллекторы сложены преимущественно карбонатами; поровое пространство в них образуется системой трещин. При этом участки коллектора между трещинами представлены плотными непроницаемыми и малопроницаемыми нетрещиноватыми блоками пород, поровое пространство в которых практически не участвует в процессах фильтрации.

В коллекторах **смешанного типа** отмечается сочетание систем трещин, порового пространства блоков и пор (каверны, карст).

В последнее время открыт ряд месторождений в карбонатных коллекторах, поровое пространство которых состоит в основном из трещин. Пористость (коэффициент трещиноватости) таких пластов оценивается долями и единицами процентов. Однако из них получены большие промышленные притоки нефти.

ПРОНИЦАЕМОСТЬЮ называют свойство горных пород пропускать сквозь себя жидкости и газы при наличии перепада давления.

Проницаемость – важнейший параметр, характеризующий **проводимость коллектора**, его *фильтрационные свойства*, т. е. способность пород пласта пропускать к забоям скважин нефть и газ.

Проницаемость зависит от многих факторов; важнейшими из них являются: характер проявления постседиментационных процессов, структура порового пространства, степень отсортированности обломков, размер зерен, взаиморасположение частиц, плотность укладки обломочного материала.

Обычно для оценки проницаемости пользуются практической единицей **Дарси**, которая приблизительно в 10^{12} раз меньше, чем проницаемость в 1 м^2 , или миллидарси (мД). За единицу проницаемости в **1 Дарси (1 Д)** принимают проницаемость такой пористой среды, при фильтрации через образец которой площадью 1 см^2 и длиной 1 см при перепаде давления 1 кг/см^2 расход жидкости вязкостью **1 спз** (сантипуаз) составляет **$1 \text{ см}^3/\text{сек}$** .

Проницаемость пористой среды зависит также от типа пластового флюида и характера его движения. Поэтому для характеристики проницаемости нефтесодержащих пород введены понятия **абсолютной** (физической, удельной), **эффективной** (фазовой) и **относительной** проницаемости.

Под **абсолютной проницаемостью** понимают проницаемость пористой среды, которая определена при движении в ней лишь одной какой-либо фазы (газа или однородной жидкости), химически инертной по отношению к породе, при условии полного заполнения порового пространства газом или жидкостью.

В случае, когда поровое пространство породы содержит в себе более одного флюида, проницаемость по конкретному флюиду называется **эффективной**.

Относительная проницаемость определяется как отношение эффективной проницаемости для флюида при данной насыщенности к абсолютной проницаемости.

Лекция 4. ПРИРОДНЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ НЕФТИ И ГАЗА, ИХ ОСНОВНЫЕ ТИПЫ. ЛОВУШКИ НЕФТИ И ГАЗА, ИХ ОСНОВНЫЕ ТИПЫ. ЗАЛЕЖИ НЕФТИ И ГАЗА, ИХ ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И КЛАССИФИКАЦИИ

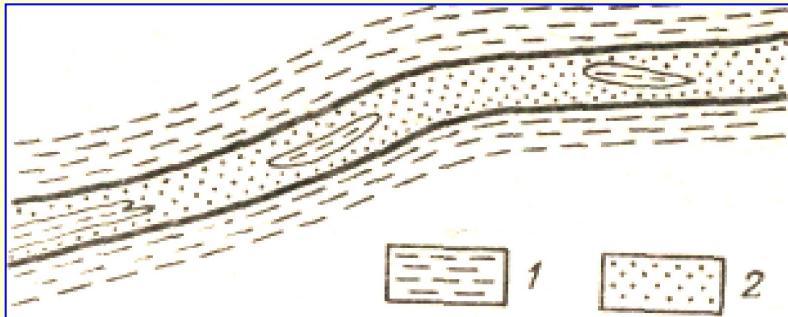
Природные резервуары - естественныеместилища для нефти, газа и воды, внутри которых эти флюиды могут циркулировать, и форма которых обусловлена соотношением коллектора с вмещающими его (коллектор) плохо проницаемыми породами.

три основных типа природных резервуаров:

пластовые

массивные

литологически ограниченные со всех сторон



Пластовый природный резервуар с включением линзовидных тел глинистых пород:
1 - глины; 2 - песчаники

Пластовые природные резервуары в природе наиболее распространены пластовые резервуары, представленные коллекторами, ограниченными в кровле и подошве плохо проницаемыми породами.

Пластовые резервуары представлены породами-коллекторами, значительно распространенными по площади (сотни и тысячи квадратных километров), характеризующимися небольшой мощностью (от долей метров до десятков метров). Они могут быть сложены как карбонатными, так и терригенными образованиями; часто содержат отдельные линзовидные прослойки непроницаемых пород в толще основного горизонта, что делает их неоднородными по строению, как в вертикальном направлении, так и в горизонтальном.

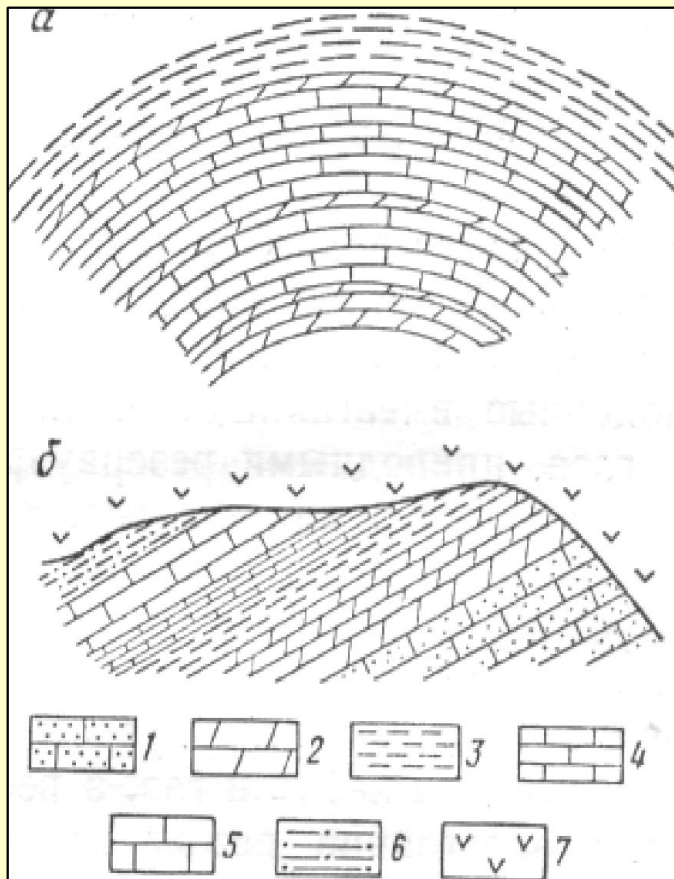


Схема массивных резервуаров (по Н. А. Еременко):
а — однородного, б — неоднородного.

- 1 — песчаники; 2 — мергели; 3 — глины;
4 — доломиты; 5 — известняки;
6 — алевролиты; 7 — соленосные отложения

Массивные природные резервуары представляют собой мощную (несколько сот метров) толщу пластов-коллекторов (поровых, кавернозных, трещиноватых), различного (неоднородные) или одинакового (однородные) литологического состава.

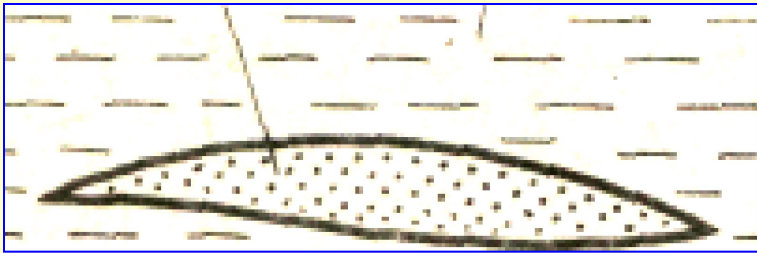
В толще пластов-коллекторов могут быть непроницаемые прослои, однако все пласты проницаемых пород сообщаются, образуя единую гидродинамическую систему (единый природный резервуар).

Однородные массивные резервуары обычно сложены известняково-доломитовыми толщами, неравномерно насыщенными газом, нефтью и водой.

Неоднородные массивные резервуары часто охватывают значительный стратиграфический интервал. В их строении могут принимать участие самые различные породы: пески, песчаники, известняки.

Благодаря трещинам, разломам или невыдержанности экранирующих свойств глин, пласты-коллекторы образуют **единую гидродинамическую систему.**

Геологический возраст подобных резервуаров может быть различным. Частным случаем массивного природного резервуара являются ископаемые рифы, представляющие собой захороненные под мощной толщей молодых отложений рифовые постройки.



Литологически ограниченные природные резервуары практически со всех сторон окружены непроницаемыми породами

Примером такого природного резервуара может служить линза песков в толще глинистых пород

Литологически ограниченные резервуары, по определению Н. А. Еременко, представляют собой **«... природные резервуары всех видов, в которых насыщающие их газообразные и жидкие углеводороды окружены со всех сторон практически непроницаемыми породами»**. Подобные резервуары образуются благодаря изменениям литологического состава пород и наличию проницаемых зон среди непроницаемых.

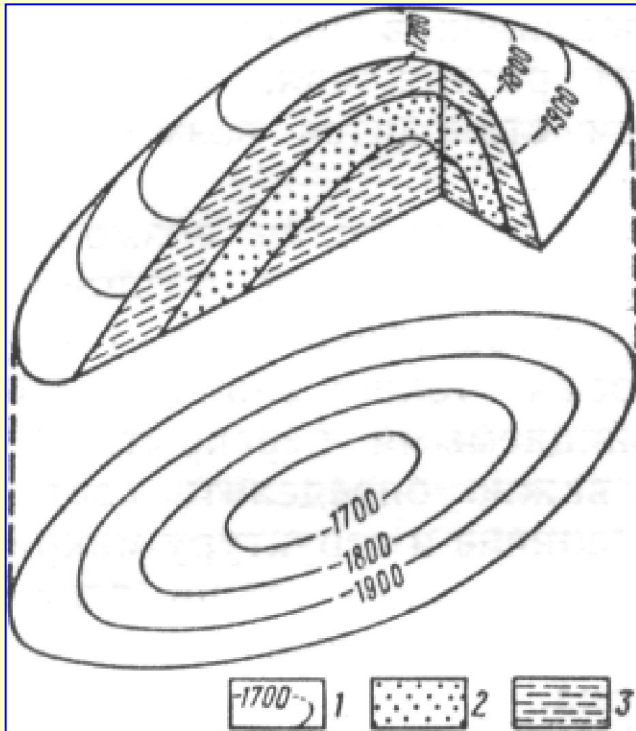
Как правило, большая часть природного резервуара заполнена водой. Это связано с тем, что либо породы природного резервуара первично насыщены седиментационными, или, как их еще называют, элизионными ("элизио" — выжимание), водами, либо в их поровое пространство внедрились атмосферные, т.е. инфильтрационные воды. Нефть и природный газ по отношению к седиментационной воде являются более поздними образованиями.

Нефть и газ, оказавшись в свободном состоянии в природном резервуаре, заполненном водой, стремятся занять в нем самое высокое положение.

Они перемещаются вверх, оттесняя воду (вследствие гравитационного эффекта), до тех пор, пока не достигнут кровли пласта-коллектора (подошвы пласта-флюидоупора).

Дальнейшее их продвижение по пласту-коллектору происходит только в том случае, если кровля пласта наклонена к горизонту. Тогда нефть и газ перемещаются преимущественно вверх по наклонному пласту-коллектору вблизи его кровли. Если на их пути встречается препятствие (литологический экран, изменение наклона пласта на обратное), то в этой части природного резервуара, перед препятствием, образуется скопление нефти и газа.

ЛОВУШКИ НЕФТИ И ГАЗА



Объемная модель антиклинальной ловушки:

1 — изогипсы кровли, м;

2 — песчаники; 3 — глины

Ловушкой называется часть природного резервуара, в котором могут экранироваться нефть и газ и может образоваться их скопление.

Любая ловушка представляет собой трехмерную объемную форму, в которой в силу емкостных, фильтрационных и экранирующих свойств накапливаются и сохраняются углеводороды.

Наиболее простым и распространенным случаем образования ловушки является смятие пластового или массивного природного резервуара под воздействием складкообразовательных тектонических движений в антиклинальную структуру.

Если в изогнутый в виде свода проницаемый пласт, перекрытый непроницаемыми породами, попадут нефть, газ и вода, то, распределяясь согласно плотностям, нефть и газ займут верхнюю часть сводового изгиба и будут изолированы сверху непроницаемыми породами, а снизу водой.

Ловушки нефти и газа в разных типах природных резервуарах

Ловушки нефти и газа можно разделить на четыре типа:

- 1) связанные со структурными дислокациями
- 2) рифогенные
- 3) стратиграфически экранированные
- 4) литологически ограниченные

Ловушки, связанные со структурными дислокациями

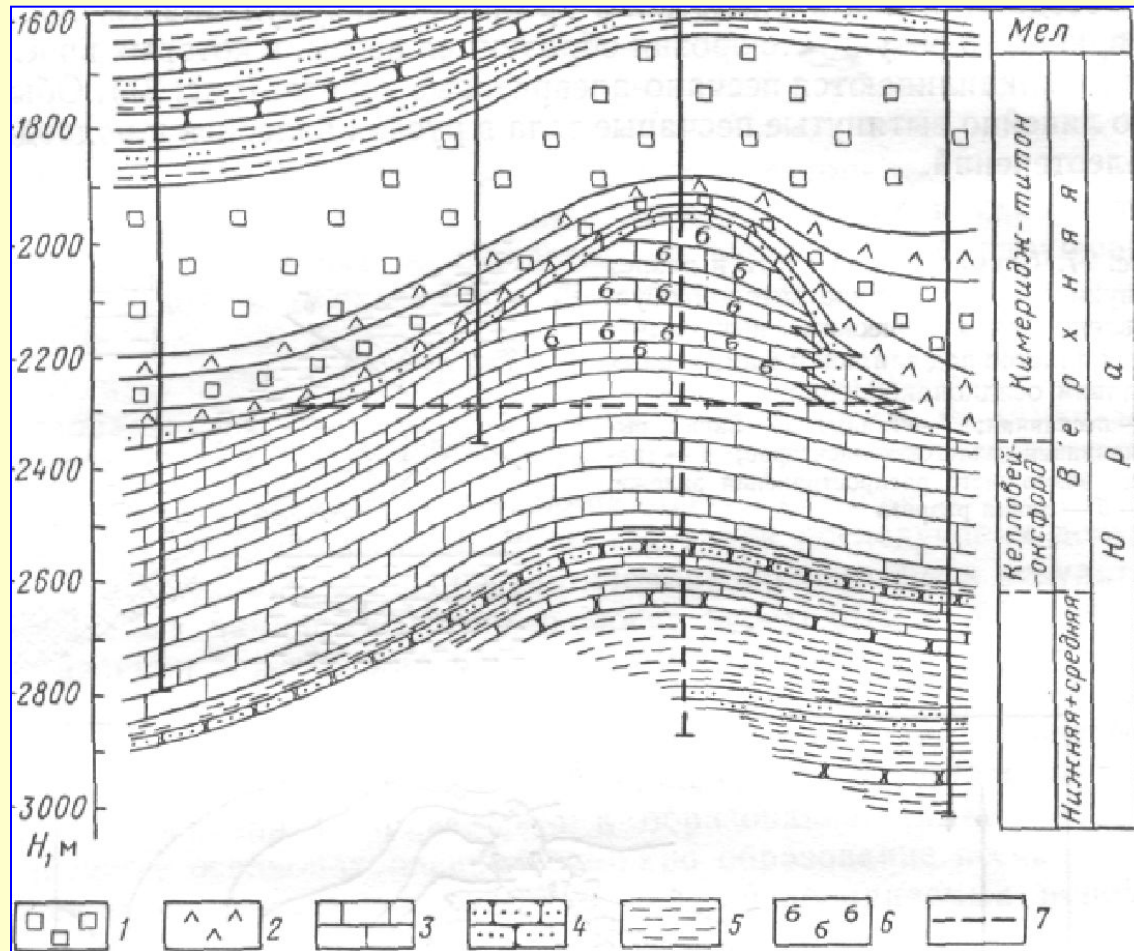
В ловушках, образовавшихся в результате складчатости, известно наибольшее число залежей нефти и газа.

Антиклинальные ловушки обычно охватывают всю толщу осадочных пород. Типы структур могут быть самыми различными — от пологих куполов до длинных антиклиналей с симметричными или асимметричными крыльями.

Размеры структурных ловушек также различны. Площадь отдельных структур достигает 5 тыс. км², высота складок может колебаться от единиц до 1000 м и более. Некоторые складки могут меняться по форме или смещаться с глубиной, в связи с чем наблюдается несовпадение структурных планов на различных глубинах.

Тектонические нарушения — сбросы, взбросы, надвиги — часто осложняют складки, изменяют их структуру и влияют на условия скопления нефти и газа. Обуславливая смещение слоев, они иногда приводят к разрушению залежей или их тектоническому экранированию. На отдельных месторождениях в складчатых областях наблюдаются многочисленные тектонические нарушения, что приводит к образованию большого числа самостоятельных залежей в тектонически экранированных ловушках.

Рифогенные ловушки



Геологический разрез газового месторождения Уртабулак:

1 — соли; 2 — ангидриды; 3 — известняки; 4 — песчаники; 5 — глины;
6 — залежь газа в рифогенных образованиях; 7 — газоводяной контакт

Рифовые ловушки образуются благодаря процессам последовательного накопления осадков за счет жизнедеятельности рифостроящих организмов.

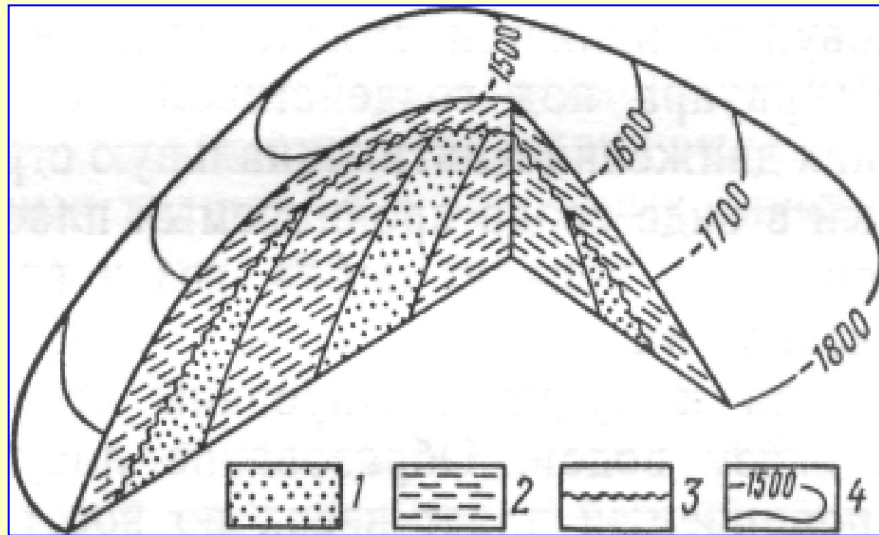
Для них характерны горизонтальное или наклоненное положение нижней поверхности и выпуклая форма кровли

Рифовые ловушки наиболее значимы с точки зрения нефтегазонакопления среди неантиклинальных ловушек и широко распространены во многих районах земного шара.

К ним приурочены крупные залежи нефти и газа в США и Канаде.

В России залежи в рифовых ловушках известны в Камско-Кинельской системе прогибов Волго-Уральской провинции.

Стратиграфически экранированные ловушки



Модель ловушки, образованной в результате стратиграфически несогласного перекрытия пластов-коллекторов непроницаемыми породами:

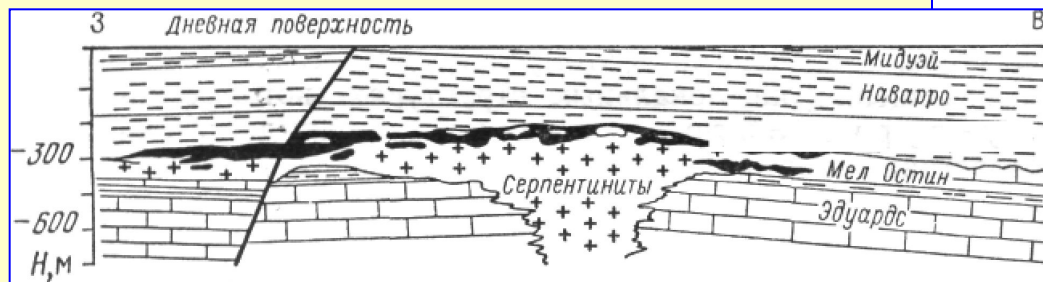
1 – песчаники; 2 – глины; 3 – поверхность стратиграфического несогласия; 4 – изогипсы кровли, м.

Стратиграфические ловушки образуются в результате срезания природных резервуаров и их перекрытия более молодыми отложениями с образованием стратиграфических несогласий

По условиям образования эти ловушки делятся на две группы:

- первая группа ловушек формируется под воздействием только денудационных процессов, структурный фактор в этом случае не участвует в образовании объемной формы, в которой возможна локализация скоплений нефти и газа.

- вторая группа ловушек связана с несогласным перекрытием проницаемых пород непроницаемыми и их изгибом в положительную структурную форму под воздействием тектонических движений.



Ловушка в эрозионном выступе кристаллического фундамента

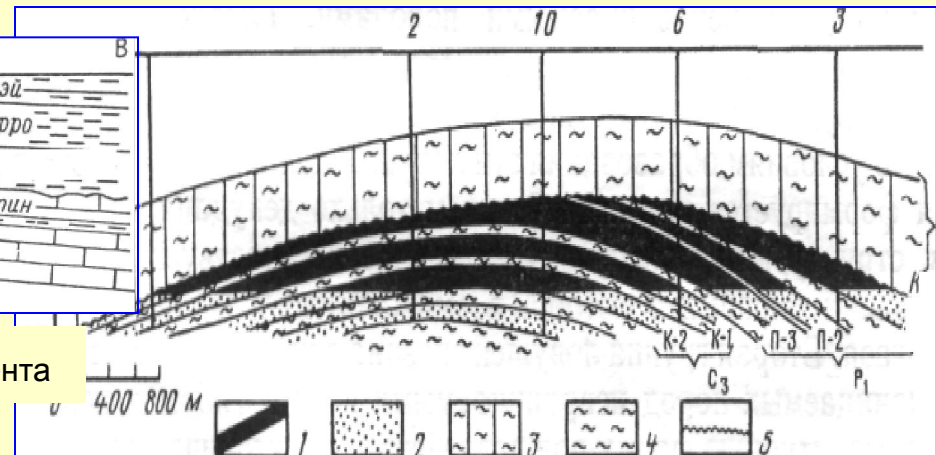
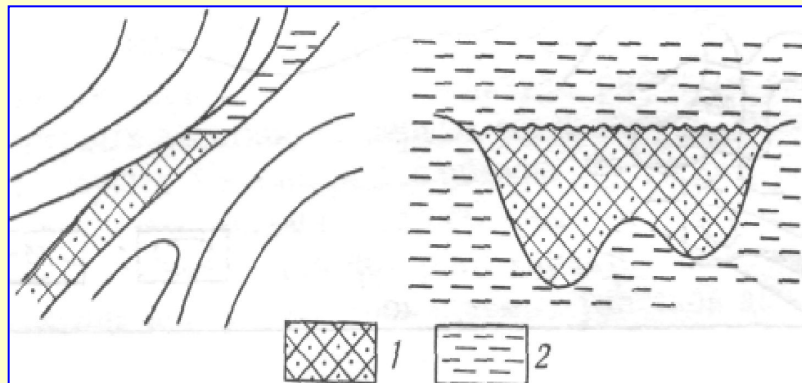


Схема залегания нефти в структурно-стратиграфической ловушке

Литологически ограниченные ловушки



Схематическая карта и разрез ловушки,
образованной в русле реки:

1 — зона возможного распространения залежи;
2 — глины

Литологические ловушки, сформированные в руслах рек. Неантиклинальные ловушки нефти и газа могут образоваться в руслах палеорек.

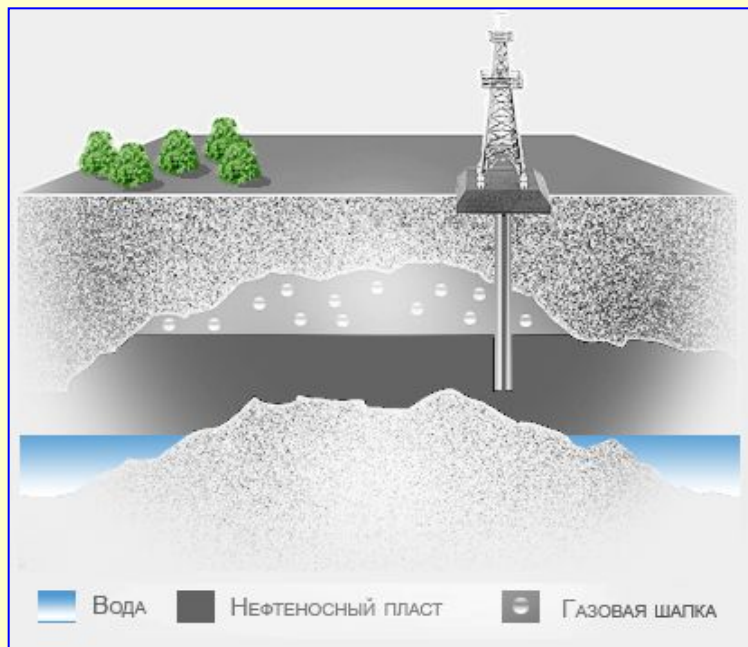
В ловушках подобного типа литологические барьеры создаются под воздействием эрозионно-аккумулятивных процессов, когда в результате эрозии образуются врезы, в которых впоследствии накапливаются песчано-алевритовые породы. Обычно это линейно вытянутые песчаные тела в руслах палеорек и подводных палеотечений.

Литологические ловушки в баровых телах представляют собой аккумулятивные песчаные тела, сформированные в прибрежной полосе моря (прибрежные бары) или в устьях рек (устьевые бары) благодаря поступлению песчаного материала с суши. При выходе баров на поверхность (регрессивные бары) или при их погружении (трансгрессивные бары) происходит фациальное замещение песчаников алевролитами и глинистыми породами. Образуется ловушка литологического типа, для нее характерны горизонтальное или наклоненное положение нижней поверхности и выпуклая форма кровли.

Литологические ловушки других типов могут быть обусловлены:

- неравномерным уплотнением и цементацией,
- доломитизацией,
- заполнением пор кальцитом и солью,
- образованием трещин в непроницаемых породах.

ЗАЛЕЖИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ И ГАЗА



Газ, нефть и вода располагаются в залежи зонально:

- **газ**, как наиболее легкий, занимает кровельную часть природного резервуара, под крышкой
- ниже поровое пространство заполняется **нефтью**
- еще ниже - **вода**

Залежь нефти и газа представляет собой естественное локальное (единичное) скопление нефти и газа в ловушке.

Залежь образуется в той части резервуара, в которой устанавливается равновесие между силами, заставляющими нефть и газ перемещаться в природном резервуаре, и силами, которые препятствуют этому. По преобладанию жидкой фазы над газовой (или наоборот) залежи делятся на:

- **однофазовые** — нефтяные, газовые, газоконденсатные
- **двухфазовые** — газонефтяные, нефтегазовые.

По фазовым соотношениям содержащихся в залежи углеводородов выделяется шесть типов скоплений:

- **газовые,**
- **газоконденсатные,**
- **нефтегазоконденсатные,**
- **нефтегазовые,**
- **гаzoneфтяные,**
- **нефтяные.**

По сложности геологического строения 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.

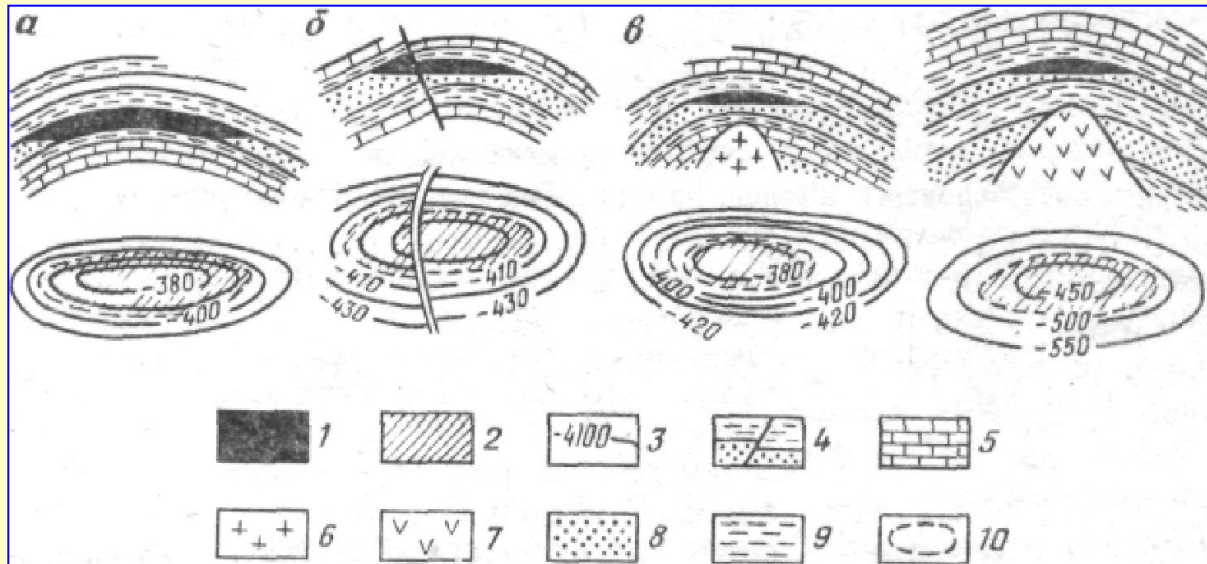
ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ И ГАЗА ПО ФОРМЕ ЛОВУШЕК

Согласно классификации А. А. Бакирова, учитывающей главные особенности формирования ловушек, выделяются четыре основных класса локальных скоплений нефти и газа:

- **структурные**
- **рифогенные**
- **стратиграфические**
- **литологические**

К классу **структурных залежей** относятся залежи, приуроченные к различным видам локальных тектонических структур. Наиболее часто встречающиеся залежи этого класса – **сводовые**, **тектонически экранированные** и **приконтактные**.

Сводовые залежи (пластовые сводовые, по Г.А. Габриэлянцу) формируются в сводовых частях локальных структур.



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

а - ненарушенные; б - нарушенные; в структурах, осложненных:

в - криптодиапиром или вулканогенными образованиями, г - соляными куполами.

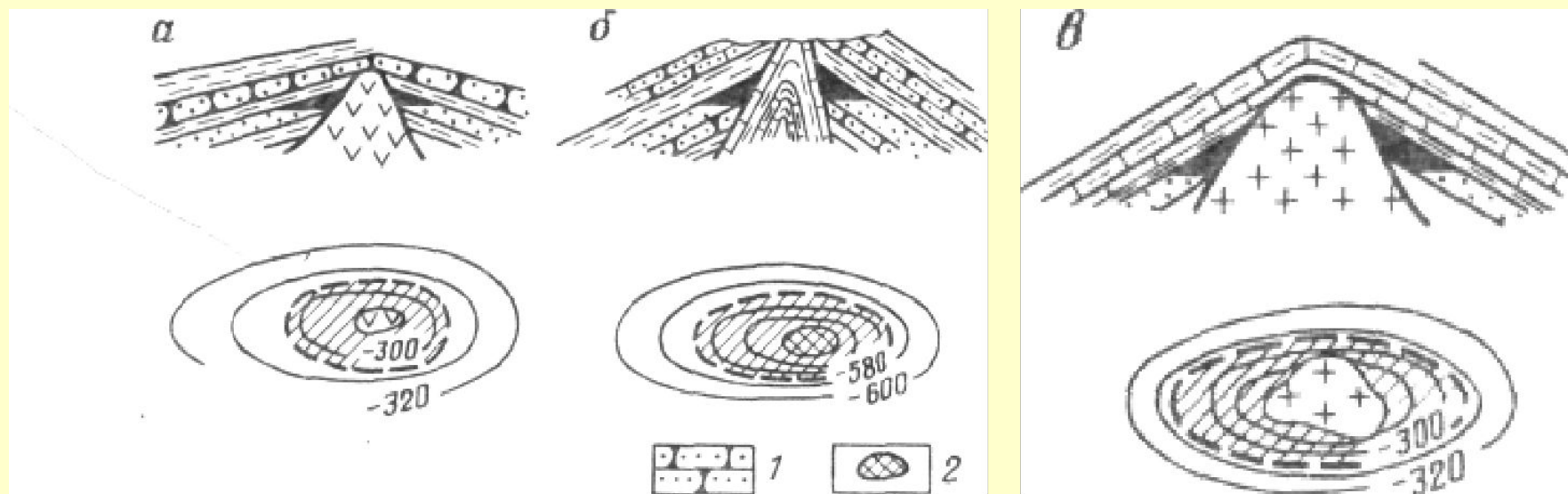
1,2 - нефть соответственно на профиле и в плане; 3 - стратоизогипсы по кровле продуктивного пласта, м; 4 - нарушения; 5 - известняки; 6 - вулканогенные образования; 7 - соляной шток; 8 - песчаные породы; 9 - глины; 10 - контур нефтеносности

Тектонически экранированные залежи (пластовые тектонически экранированные, по Г.А. Габриэлянцу) формируются вдоль разрывных смещений, осложняющих строение локальных структур



Подобные залежи могут находиться в различных частях структуры: на своде, крыльях или периклиналях

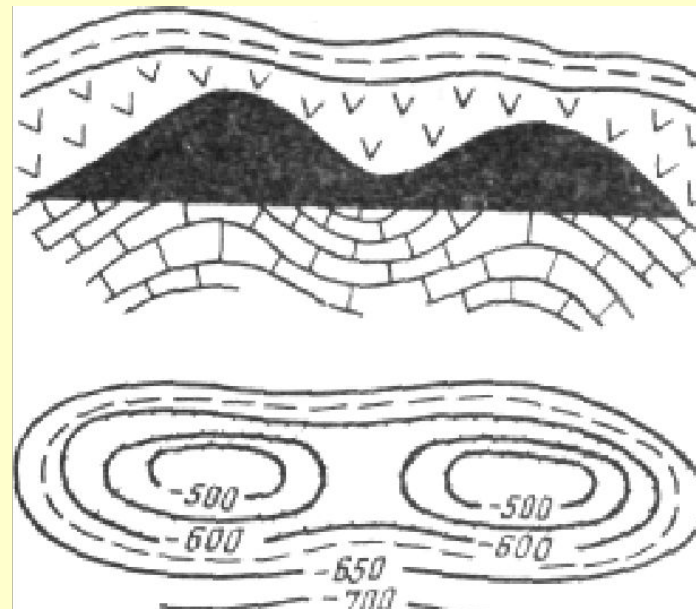
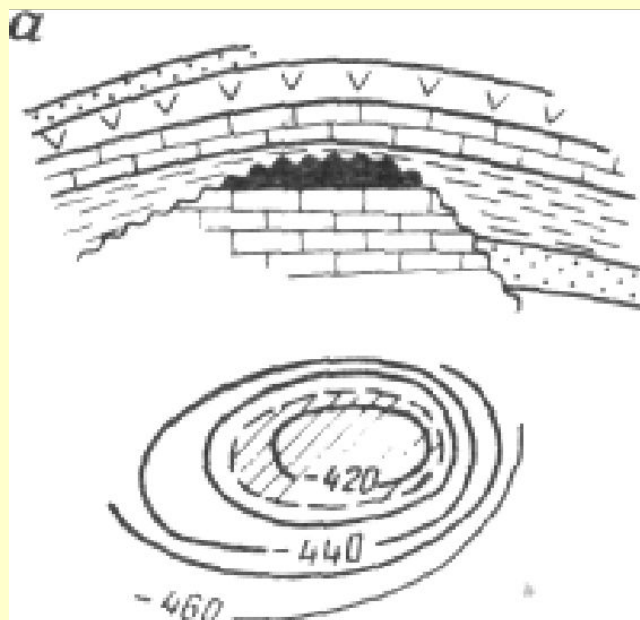
Приконтактные залежи образуются в продуктивных пластах, контактирующих с соляным штоком, глиняным диапиром или же с вулканогенными образованиями



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.

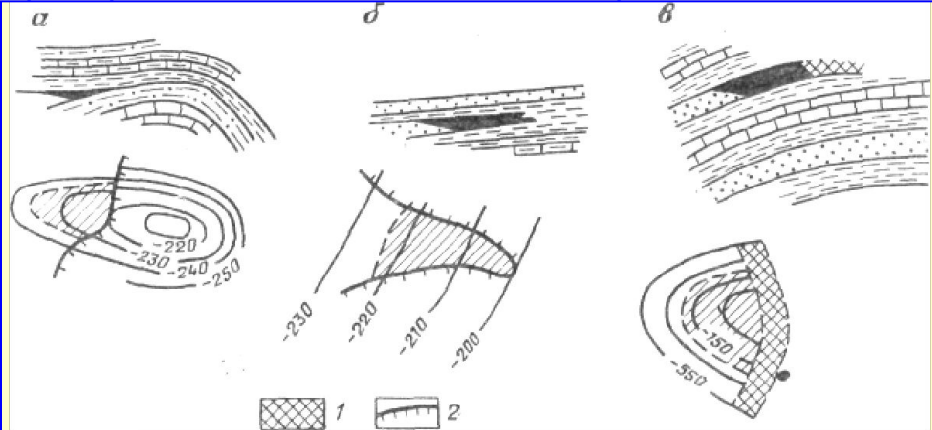
Залежи **рифогенного класса** образуются в теле рифовых массивов



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

Типичным примером могут служить залежи в рифогенных массивах Ишимбаевского района Башкирского Приуралья.

В составе **класса литологических залежей** выделяются две группы залежей: **литологически экранированных** и **литологически ограниченных**.

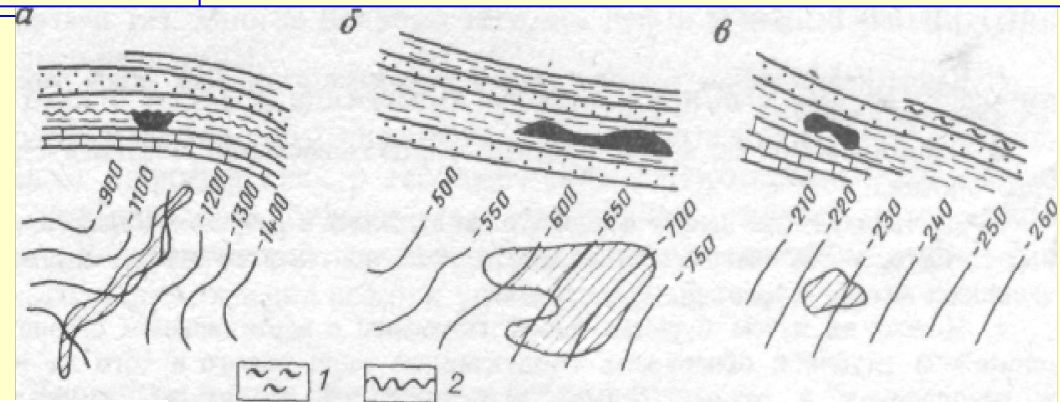


Литологически экранированные залежи в разрезе и в плане (по А.А. Бакирову): *а* — связанные с выклиниванием пласта-коллектора по восстанию слоев; *б* — связанные с замещением проницаемых пород непроницаемыми; *в* — запечатанные асфальтом.
1 — асфальт; 2 — линия выклинивания пласта-коллектора

Залежи литологически экранированные располагаются в участках выклинивания пласта-коллектора.

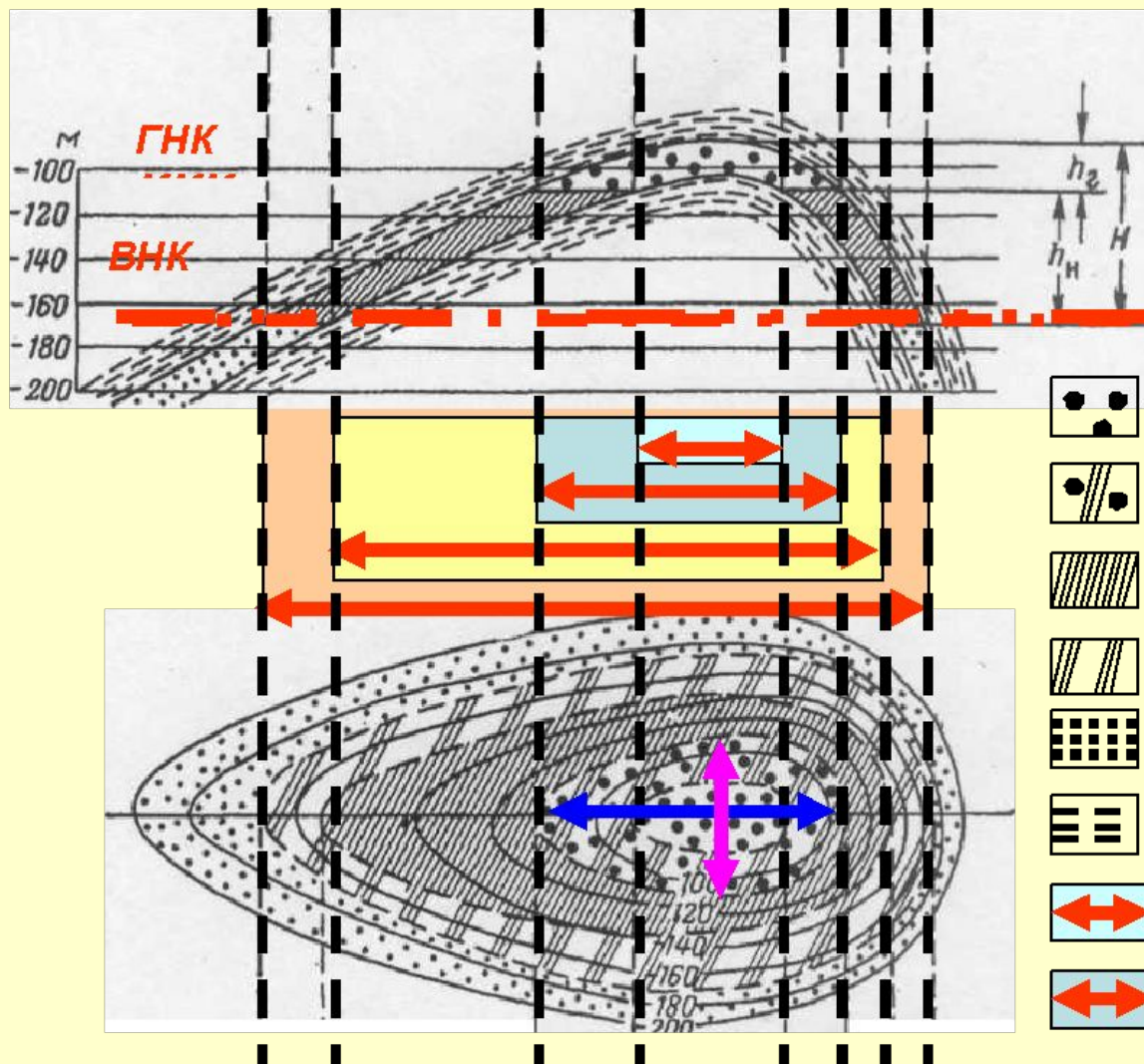
Они связаны с выклиниванием пласта-коллектора по восстанию слоев; с замещением проницаемых пород непроницаемыми; с запечатыванием пласта-коллектора асфальтом.

Залежи литологически ограниченные приурочены к песчаным образованиям ископаемых русел палеорек (шнурковые или рукавообразные), к прибрежным песчаным валоподобным образованиям или к гнездообразно залегающим породам-коллекторам, окруженным со всех сторон плохопроницаемыми породами



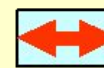
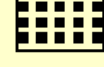
Литологически ограниченные залежи в разрезе и в плане (по А.А. Бакирову): *а* — в песчаных образованиях ископаемых русел палеорек — шнурковые или рукавообразные; *б* — в прибрежных песчаных валоподобных образованиях ископаемых баров (баровые); *в* — в гнездообразно залегающих песчаных коллекторах, окруженных со всех сторон плохопроницаемыми глинистыми образованиями. 1 — мергели; 2 — поверхность несогласия

Элементы залежи



Части пласта:

- 1 — газовая,
- 2 — газонефтяная,
- 3 — нефтяная,
- 4 — водонефтяная,
- 5 — водяная;
- 6 — породы-флюидоупоры;
- 7 — внутренний контур газоносности;
- 8 — внешний контур газоносности;
- 9 — внутренний контур нефтеносности;
- 10 — внешний контур нефтеносности;
- 11, 12 — длина (11) и ширина (12) газовой шапки;



ПОРОДЫ-ФЛЮИДОУПОРЫ

Сохранение скоплений нефти и газа в породах-коллекторах невозможно, если они не будут перекрыты непроницаемыми для флюидов (нефти, газа и воды) породами. **Плохо проницаемые породы, перекрывающие породы-коллекторы со скоплениями нефти и газа, называют покрывками нефтяных и газовых залежей.**

Роль пород-нефтегазоводоупоров выполняют **глины, аргиллиты, глинистые алевролиты, глинистые известняки, гипсы, ангидриты и соли**. Соляно-ангидритовые покрывки служат наиболее надежными экранами, несколько худшими экранирующими свойствами обладают глинистые и глинисто-карбонатные породы, весьма слабыми непроницаемыми перекрытиями являются алевролитоглинистые породы. Надежность экранов во многом определяется характером флюидов в подстилающих залежах. Наиболее подвижны газообразные углеводороды. Поэтому покрывки, перекрывающие газовую залежь, должны обладать лучшими экранирующими свойствами по сравнению с покрывками, перекрывающими нефтяную залежь.

По площади распространения

- Региональные
- Субрегиональные
- Зональные
- Локальные

По соотношению с этажами нефтегазоносности

- Межэтажные
- Внутриэтажные

По литологическому составу

- Однородные
- Неоднородные
смешанные
расслоенные

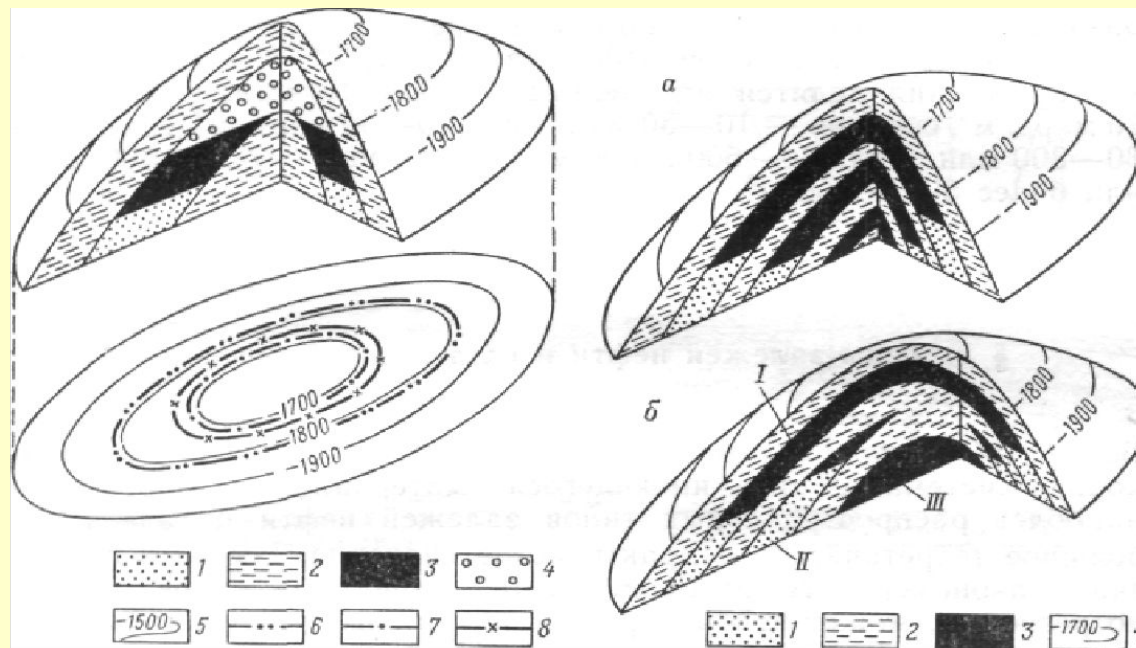
Группа	Экранирующая способность	Проницаемость по газу, мкм ²	Давление прорыва газа, МПа
A	Весьма высокая	$\leq 10^{-9}$	≥ 12
B	Высокая	10^{-8}	8,0
C	Средняя	10^{-7}	5,5
D	Пониженная	10^{-6}	3,3
E	Низкая	10^{-5}	0,5

Классификация покрывок по А.А. Ханину

Лекция №5. МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ И ГАЗА, ИХ ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА И КЛАССИФИКАЦИИ. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ НЕФТЕЙ И ГАЗОВ В ЗАЛЕЖАХ И НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

Пространственно ограниченный участок недр, содержащий залежь или несколько залежей нефти и газа, расположенных в разрезе одна над другой в пределах одной площади, называется **МЕСТОРОЖДЕНИЕМ**.

Модели однозалежного и многозалежного месторождений



1 — водонасыщенный коллектор;
 2 — непроницаемая крышка;
 3 — нефть; 4 — газ; 5 — изогипсы структурной поверхности в м;
 6 — внешний контур нефтеносности; 7 — внутренний контур нефтеносности;
 8 — контур газоносности

Сочетание залежей:

а — пластово-сводовых; б — пластово-сводовой (I), пластовой, литологически ограниченной (II) и массивной (III). 1 — водонасыщенный коллектор; 2 — непроницаемые крышки; 3 — нефть; 4 — изогипсы структурной поверхности в м

МЕСТОРОЖДЕНИЯ

по составу

- нефтяные
- газовые
- нефтегазовые
- газонефтяные

по числу базисных горизонтов
(или базисных этажей разведки)

- однобазисные
- многобазисные

по количеству запасов
нефти и газа

- мелкие
- средние
- крупные
- уникальные

по расположению в
земной коре

- месторождения, сформировавшиеся в геосинклинальных (складчатых) областях
- месторождения, сформировавшиеся в платформенных областях

Месторождения платформ характеризуются следующими основными чертами:

1. приуроченность к пологим антиклинальным формам (куполам, брахиантиклиналям и т.д.).
2. углы падения крыльев структур измеряются единицами градусов или десятками минут.
3. площадь наиболее крупных поднятий – сотни и тысячи км² при высоте 10-км. и первые сотни м.

Множество мелких поднятий, площади которых составляют единицы км², а высота десятки м.

4. широкое развитие карбонатных комплексов и связанных с ними зон рифов.
5. наличие соляно-ангидритовых экранирующих толщ и зон соляного диапиризма.
6. широкое распространение литологического и стратиграфического экранирования;
7. обширные площади нефтегазовых и водонефтяных контактов;
8. незначительные дизъюнктивные нарушения;
9. ненарушенность покровов и благоприятные условия сохранения залежей;
10. широкое распространение газовых залежей.

Месторождениям складчатых областей и эпиплатформенных внутриорогенных впадин свойственны:

1. крутые резко выраженные структуры, своды и крылья которых осложнены дизъюнктивными нарушениями (сбросами, надвигами и пр.); углы падения крыльев - десятки градусов, иногда крылья поставлены на голову или подвернуты;
2. преимущественно терригенный разрез;
3. преимущественно небольшие тектонически экранированные и сводовые пластовые залежи;
4. низкая герметичность экранов, обусловленная наличием дизъюнктивных нарушений;
5. преобладание нефтяных залежей, иногда с газовыми шапками.

24 крупнейших нефтяных месторождения в мире

Платформенные месторождения

содержат 96% запасов нефти
99% запасов газа

Именно на платформах во всем мире
сосредоточено большинство
гигантских месторождений.

Восточно-Европейская

Западно-Сибирская

Северо-Американская

Аравийская

Африканская

платформы, содержат
месторождения, основные запасы
которых и дают почти всю добычу
нефти и газа в мире

Месторождение	Страна	Оцененные запасы млрд. баррелей
Гавар	Саудовская Аравия	75-83
Бурган	Кувейт	66-72
Кантарел	Мексика	35 (извлекаемые 18)
Боливар	Венесуэла	30-32
Сафания-Хафджи	Саудовская Аравия / нейтральная зона	30
Румалия	Ирак	20
Тенгиз	Казахстан	15-26
Ахваз	Иран	17
Киркук	Ирак	16
Марун	Иран	16
Дацин	Китай	16
Гашаран	Иран	15
Агаджари	Иран	14
Самотлорское	Западная Сибирь, Россия	14-16
Прадхо-Бей	Аляска, США	13
Кашаган	Казахстан	13
Абкайк	Саудовская Аравия	12
Ромашкинское	Волго-Уральский бассейн, Россия	12-14
Чиконтепек	Мексика	12
Берри	Саудовская Аравия	12
Закум	Абу-Даби, ОАЭ	12
Манифа	Саудовская Аравия	11
Фарузан-Марджан	Саудовская Аравия / Иран	10
Марлим	Кампос, Бразилия	10-14

Лекция 6. ДАВЛЕНИЕ И ТЕМПЕРАТУРА В ЗАЛЕЖАХ НЕФТИ И ГАЗА. ВИДЫ ДАВЛЕНИЙ В НЕДРАХ ЗЕМЛИ. РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДАВЛЕНИЯ НА ЗАДАННУЮ ГЛУБИНУ

Геотермический градиент:

$$\Gamma = \frac{100(T - T_{\text{ср}})}{H - h}$$

где Γ – температура горных пород на глубине H , м (в $^{\circ}\text{C}$);
 $T_{\text{ср}}$ – средняя температура на уровне пояса постоянной
 годовой температуры в данном районе, $^{\circ}\text{C}$;
 h – глубина пояса постоянной годовой температуры, м (на
 нефтегазовых месторождениях $h=25-30\text{м}$).

Расчет пластовой температуры:

$$T = \bar{T} + (H - \bar{H})$$

где
 $\bar{T}$ – пластовая температура (в $^{\circ}\text{C}$) на $\bar{H} = 2000\text{м}$
 глубине
 Γ – геотермический градиент в $^{\circ}\text{C}$ /м, $10^4 h$,

Горное давление:

$$p_{\text{т.в.}} = g \sum_{i=1}^n p_i h_i$$

где g – ускорение свободного падения;
 n – число слоев.

Гидростатическое давление:

$$p_{\text{г}} = \rho_{\text{ж}} g H,$$

где $\rho_{\text{ж}}$ – плотность столба жидкости, кг/м^3 ; H –
 высота столба жидкости, м.

Устьевое давление:

$$P_{\text{заб}} - P_{\text{у}} = \rho g h$$

где ρ – плотность жидкости (кг/м^3), g – ускорение свободного
 падения, равное $9,81 \text{ м/с}^2$ (для приближенных расчетов принимают g
 $= 10 \text{ м/с}^2$), h – глубина залегания пласта, м; 10^4 – переводной
 коэффициент, Па/м . Разность ($P_{\text{пл}} - P_{\text{заб}}$) называют депрессией
 скважины.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ НЕФТИ И ГАЗА

В основу нефтегазового районирования положены административный принцип, геоструктурный анализ, палеогеографический анализ и геохимические критерии

Элементы нефтегазогеологического районирования

Нефтегазоносный бассейн

Нефтегазоносная провинция

Нефтегазоносная область

Зона нефтегазонакопления

Нефтегазоносный район

Лекция 8. МЕТОДИКА ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА: СЕЙСМОРАЗВЕДКА, БУРЕНИЕ, КАРОТАЖ СКВАЖИН. СХЕМЫ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОИСКОВЫХ И РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН. ФОРМУЛЫ ПОДСЧЕТА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗАПАСОВ НЕФТИ И ГАЗА, ОБОСНОВАНИЕ ПОДСЧЕТНЫХ ПАРАМЕТРОВ, КОЭФФИЦИЕНТОВ

Основные методы, применяемые в геологоразведочном процессе

Сейсморазведка

- Метод преломленных волн – МПВ
- Метод общей глубинной точки – МОГТ
- Вертикальное сейсмическое профилирование

Бурение

- Поисковые скважины
- Разведочные скважины
- Эксплуатационные скважины
- Оценочные скважины
- Нагнетательные скважины
- Наблюдательные скважины

ГИС

- Стандартный электрический
- Боковое каротажное зондирование
- Каротаж микрозондами
- Гамма-каротаж
- Нейтрон-гамма-каротаж
- Акустический каротаж
- Кавернометрия
- Газовый каротаж

Схема размещения поисково-разведочных скважин

Под **схемой размещения поисково-разведочных скважин** понимается порядок размещения минимального количества разведочных скважин для получения соответствующих геологических данных, необходимых для подсчета запасов нефти и газа промышленных категорий и для подготовки залежи к разработке.

Треугольная система предусматривает заложение новой разведочной скважины в вершине равностороннего треугольника; два других угла составляют скважины, давшие нефть. к достоинствам относится, что достигается равномерное освещение всей залежи. Однако обладает рядом существенных недостатков. Вследствие того, что каждая новая скважина закладывается в зависимости от получения положительного результата соседней скважины, разведка и оконтуривание откладывается на длительный срок.

Кольцевая система применяется в широких и пологих структурах с последовательным размещением скважин по падению пластов. Однако эта система для месторождений со значительной литологической изменчивостью и широким колебанием мощности продуктивных пластов требует заложения большого числа скважин и не всегда может обеспечить достоверность геологических построений. Кроме того значительное число скважин может оказаться за контуром нефтегазоносности. Кольцевая система не применима в литологических, стратиграфических, тектонически экранированных залежах.

Профильная система размещения разведочных скважин, дающая возможность при минимальном количестве скважин составить правильное представление о геологическом строении залежей, является наиболее рациональной для всех типов залежей. В условиях значительной изменчивости литологического состава продуктивных горизонтов профильные разрезы, проведенные вкрест простирания пластов, дают наиболее правильную картину геологического строения залежей.

Рис. 11.2. Схема заложения разведочных скважин:

а — по кольцевой системе; 1 — скважина-открывательница; 2, 3 и 4 — разведочные скважины соответственно первого, второго и третьего колец; б — по профильной системе; 1 — скважина-открывательница; 2, 3 и 4 — разведочные скважины соответственно первой, второй и третьей очереди

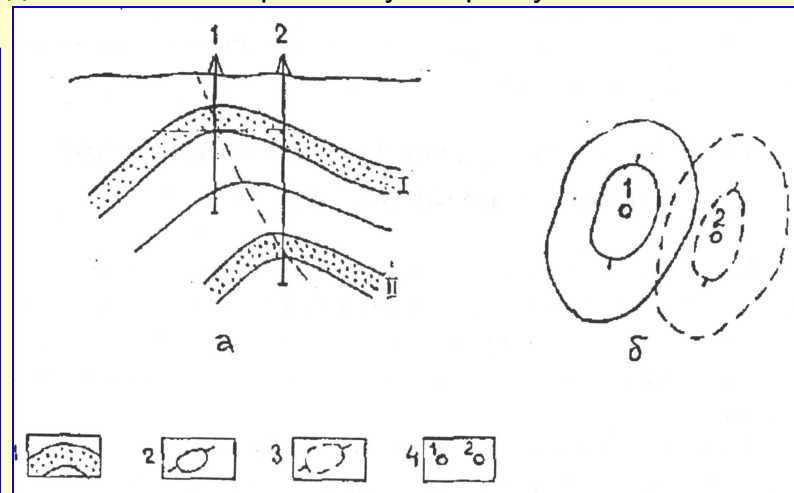
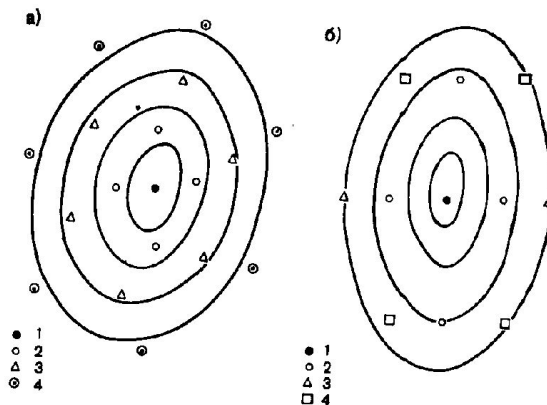


Схема размещения поисковых скважин при смещении сводовых частей структуры по различным горизонтам

Методы подсчета запасов нефти и газа

По степени изученности запасы нефти в России подразделяются на четыре категории

Категория А

Категория В

Категория С1

Категория С2

При **объемном методе подсчета запасов** нефти исходят из того, что нефть залегает в порах пласта, объем которых можно определить, зная геометрические размеры нефтеносного пласта и пористость слагающих его пород.

Для подсчета запасов нефти применяют следующую формулу:

$$Q = Fhm\beta\eta\rho\theta$$

где Q – извлекаемые запасы нефти, т; F – площадь нефтеносности, м²,

h – нефтенасыщенная мощность пласта, м; m – коэффициент открытой пористости нефтесодержащих пород;

β – коэффициент насыщения пласта нефтью; (коэффициент насыщения); η – коэффициент нефтеотдачи;

ρ – плотность нефти на поверхности, т/м³; θ – пересчетный коэффициент, учитывающий усадку нефти:

$\theta = 1/b$ (b – объемный коэффициент пластовой нефти)

Формула подсчета запасов газа объемным методом следующая:

$$V = Fhmf(P_{\alpha} - P_{\kappa}\alpha_{\kappa})\beta\eta_{\kappa}$$

где V – извлекаемые (промышленные) запасы газа на дату расчета, м³; F – площадь, в пределах продуктивного контура газоносности, м²; h – мощность пористой части газоносного пласта, м;

m – коэффициент пористости; P_{α} – среднее абсолютное давление в залежи газа на дату расчета, МПа;

P_{κ} – среднее остаточное абсолютное давление (конечное) в залежи после извлечения промышленных запасов газа и установления на устье скважины абсолютного давления, равного 0,1 МПа;

Лекция 9. НЕФТЯНЫЕ И ГАЗОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПРОВИНЦИИ

Провинция занимает одноименную низменность и в геотектоническом отношении соответствует Западно-Сибирской эпигерцинской плите. Естественными ее границами являются тектонические сооружения Урала (на западе), Енисейского кряжа и Сибирской докембрийской платформы (на востоке) и Казахской каледонско-герцинской складчатой страны (на юге).

В открытии местоскоплений Западной Сибири большую роль сыграли геофизические методы разведки и особенно сейсморазведки. Именно последняя была подготовлена к поисковому бурению большая часть открытых месторождений.

В разрезе Западно-Сибирского региона выделяют три структурных этажа: преимущественно палеозойский фундамент, доюрский промежуточный комплекс, мезозойско-кайнозойский платформенный чехол. Основной особенностью разреза чехла является исключительно терригенный его состав.

В тектоническом отношении Западно-Сибирская плита разделяется на внешний пояс, центральную и северную области.

В центральной тектонической области площадью около 1млн.км², где расположены основные местоскопления нефти, развиты крупные структуры типа сводов, из которых наиболее известны Сургутский и Нижневартовский, а также мегавалов и впадин.

В пределах северной тектонической области (площадью немногим менее 1млн.км²), где расположены основные местоскопления газа, отмечаются наиболее резкие перепады погружения фундамента. Амплитуда многочисленных валов по поверхности фундамента достигает 1000-1500м. Здесь под юрскими отложениями предполагается наличие пермо-триасовой толщи значительной мощности.

Характерной особенностью Западно-Сибирской плиты является **отсутствие по ее окраинам вблизи горных сооружений краевых (предгорных) прогибов**, чем она отличается от других платформенных территорий земного шара.

В Западно-Сибирской провинции выделено 10 нефтегазоносных областей, которые приурочены к крупным сводам, мегавалам, впадинам и мегапрогибам. Последние распространены главным образом в центральных и северных районах Западной Сибири.

В разрезе мезозойских отложений Западной Сибири насчитывается несколько десятков нефтегазоносных пластов, которые группируются в региональные **нефтегазоносные комплексы: верхнемеловой, нижнемеловой, верхнеюрский и ниже-среднеюрский.**

Большинство залежей приурочено к структурным ловушкам. Широко развиты также литологические залежи, связанные с базальными слоями верхней юры и корой выветривания пород фундамента, а также с трещиноватыми битуминозными аргиллитами баженовской свиты верхней юры (Салымский район). **Местоскопления нефти расположены в основном в центральных частях Западно-Сибирской плиты, газовые и газоконденсатные как бы обрамляют их на севере, северо-западе, западе и востоке.**

Западная Сибирь - бесспорный лидер, где сосредоточено 72 % разведанных нефтяных запасов. В одной только Тюменской области находится 13,8 млрд. т. «черного золота», что сопоставимо с запасами Ирака (13,2 млрд. т.), Ирана (12,1 млрд. т.), ОАЭ (12,6 млрд. т.).