

Концепции нефтяной геологии

Доцент Красноярова Наталья
Алексеевна

Цель курса:

объяснить основные концепции и методы нефтяной геологии, необходимые для поисков скоплений углеводородов в земной коре и их картирования

.....

- **Основы нефтяной геологии;**
- **Природные резервуары нефти и газа;**
- **Миграция нефти и газа в земной коре;**
- **Прикладная нефтяная геология;**

Что изучает Нефтяная геология?

- *«наука поиска залежей нефти и газа»*
- *«наука, сопровождающая основные изыскания при дальнейшей разработке залежей УВ»*

- - 1859 г. – Тайтесвилл (Пенсильвания) – пробурена первая нефтяная скважина, обнаружившая на глубине 21 м. залежь нефти
- - 1915 г. – нефтяная геология, признана в качестве самостоятельной науки

1. Элемент случайности:

(1:9) – соотношение безуспешных скв. / скв. с притоком УВ;

(1: 70) – соотношение скв. коммерчески выгодных / скв. безуспешных;

Должны знать

.....
Систему понятий и определений, образующих научную основу дисциплины.

Принципы систематики каустобиолитов, их свойства.

Практическое содержание понятий: а) породы-коллекторы, б) природные резервуары, в) ловушки нефти и газа.

Виды миграции углеводородов в земной коре; механизмы формирования и разрушения залежей, в) причины и закономерности пространственного размещения в земной коре залежей разного фазового состава, г) характер геохимического взаимодействия залежей с вмещающими породами и пластовыми водами.

***Уметь отображать графически:** а) элементы строения залежей и месторождений нефти и газа и их морфологию;*

Правила графического отображения залежей с помощью карт и профильных разрезов по скважинам.

Углубленно отдельные разделы курса, обучение владению профессиональным языком и навыкам, целенаправленной самостоятельной работы с обширной и, в том числе, периодической специальной литературой

Термин «Нефтяная геология» (Petroleum Geology) вошел в употребление в качестве названия науки, где совпадают интересы разработчиков и геологов.

В геологии нефти и газа обычно используются общие установленные и признанные геологические принципы, получившие широкое практическое применение для поисков, разведки нефтегазосодержащих толщ и дальнейшей их разработки.

Основные геологические принципы одинаковы у нефтяников всего мира:

Основные геологические принципы нефтяников всего мира (1)

- ❖ *Залежь* всегда представляет собой скопление нефтяных или газовых УВ, находящееся в пористых и проницаемых горных породах, называемых коллектором (резервуаром).
- ❖ *Породы-коллекторы*, как правило изменены вторичными процессами, иногда деформированы и ограничены непроницаемыми флюидоупорами (покрышками), таким образом, что возникает ловушка;
- ❖ *Промышленные скопления* УВ-сырья находятся на определенной глубине, под землей, нефть и газ содержатся в поровом пространстве и концентрируются в наиболее гипсометрически высокой части резервуара;
- ❖ Любая пористая и проницаемая порода может стать *резервуаром*, но чаще всего это осадочные породы (песчаники и карбонаты);
- ❖ Многие *ловушки* возникают в результате сложного сочетания структурных, литолого-стратиграфических и гидродинамических факторов, которые трудно выявить и оценить на основании только первичной геологической информации;

Основные геологические принципы нефтяников всего мира (1)

- ❖ *Геологические закономерности, обуславливающие формирование ловушек, довольно просты, но разнообразие вариантов и комбинаций этих закономерностей, встречающихся в природе, практически бесконечно;*
- ❖ *В настоящий момент не существует ни одного прямого метода поисков положения залежи УВ в разрезе осадочной толщи;*
- ❖ *Нет ни одного физического свойства нефти и газа, которое удалось бы измерить с поверхности земли, поэтому подход геолога-нефтяника к проблеме поисков нефтяных и газовых залежей основывается на косвенных методах;*
- ❖ *Каждая залежь представляет собой результаты воздействия 20 или 25 различных факторов, и только несколько факторов удастся установить до открытия залежи;*
- ❖ *Поддержание добычи нефти и газа на определенном уровне в любой стране почти полностью зависит от успешных поисков их новых промышленных скоплений.*

- *Поиски нефтяных и газовых месторождений – это искусство, требующее от геолога-нефтяника умения увязывать множество разрозненных различных данных и рассматривать их в изменяющихся соотношениях, т.к. каждая залежь индивидуальна и характеризуется единственным в своем роде сочетанием многочисленных геологических условий и факторов.*
- *Большая часть таких условий, как правило, заранее не известна. Главной задачей становится правильное и корректное предсказание положения залежи, ее протяженности и основных фильтрационно-емкостных параметров на наименьшем количестве предварительных геологических данных.*

- Нефтяная геология является связывающим звеном между многими смежными областями геологических научных знаний, геологоразведочными работами на нефть и газ и непосредственно с самими залежами.
- Мы не можем непосредственно видеть залежь нефти или газа в недрах земли перед началом поисковых работ.
- Но мы обязательно строим карты отражающее субъективное представление наших геологических идей (фантазий).
- Все полученные исходные данные необходимо нанести на карты и разрезы, максимально полно используя полученную информацию, обобщить и экстраполировать на соседние участки и окончательно обосновать свои заключения.
- Выполненное по региональным геологическим данным геокартирование помогает установить, на *какой конкретно территории состав отложений и структура слоев благоприятны для формирования залежей УВ.*

-

- **Открытие** реальной залежи происходит *при разбурировании* намеченной территории.
- Выбор места заложения первой поисковой скважины, расчет ее проектной глубины и в случае удачи последующее оконтуривание залежи УВ относятся к области геологических проблем, составляющих основное содержание геологии нефти и газа. Это наиболее важная часть работы геолога-нефтяника.
- Чтобы корректно решать подобные задачи необходимо знание *сложного комплекса данных разных областей геологии* (стратиграфии, петрографии, литологии, седиментологии, палеонтологии, геоистории региона, геодинамики, структурной геологии, геофизики, геохимии и др.).



Соотношение между различными науками и специализированными областями их применения, используемыми геологом-нефтяником

Какие данные использует геолог-нефтяник ?

- Данные разведки;
- Данные региональной геологии;
- Данные сейсмоки;
- Результаты бурения (скважинные данные);

× Обнажения
× Буровой шлам
× Керн
× Данные ГИС

× Нефтепромысловые данные
× Данные гидродинамики

× Геоистория резервуара
× Геомоделирование

Ключевые термины (1)

- **Нафтиды** («*Petroleum*») - природный газ, конденсат и нефть, которые в химическом отношении представляют собой сложные смеси углеводородных соединений с небольшой примесью азота, кислорода и серы.

«*Petroleum*» дословно переводится, как «каменное масло» - от лат. *Petra* – порода, и *oleum* – масло.

Слово *petroleum* употребляется для обозначения любой смеси углеводородов, которую можно получить из буровой скважины.

Наибольшее промышленное значение имеют жидкие и газообразные нафтиды. Нефть (жидкие нафтиды) называют сырым природным маслом (*crude oil*), не подвергавшимся какой либо переработке.

Ключевые термины (2)

- **Нефтегазоносная провинция [*Petroleum province*]** - главная единица нефтегазогеологического районирования, приуроченная к крупным геоструктурным элементам земной коры надрегionalного масштаба (платформы, плиты, геосинклинальные области), являющаяся ассоциацией смежных нефтегазоносных областей с общими главными чертами regionalного геологического строения, истории развития в течение всего времени существования осадочного чехла, единых условий нефтегазообразования

явление комплексное

малоизученное

**Природа
месторождений –
это**

малоизмеренное

**обладающее определенными
закономерностями**

Ключевые термины (3)

- **Нефтяная система** это - геологические компоненты и процессы необходимые для образования и скопления УВ, включая зрелые нефтематеринские толщи, пути и направления миграции, породы резервуары, ловушки и покрышки (флюидоупоры). Подходящее время для формирования таких элементов и процессов как образование аккумуляция и миграция, необходимых для формирования и сохранения УВ. Нефтяная система может быть представлена графически, отражает время формирования и основные составляющие ее элементы.

Анализ нефтяной системы

- Многочисленные компьютерные данные
- Геометрия распространения тела коллектора и типы пород его слагающих, их возраст
- Прослеживание геологии, что позволяет рассчитывать процессы, происходящие внутри залежи

Ключевые термины (4)

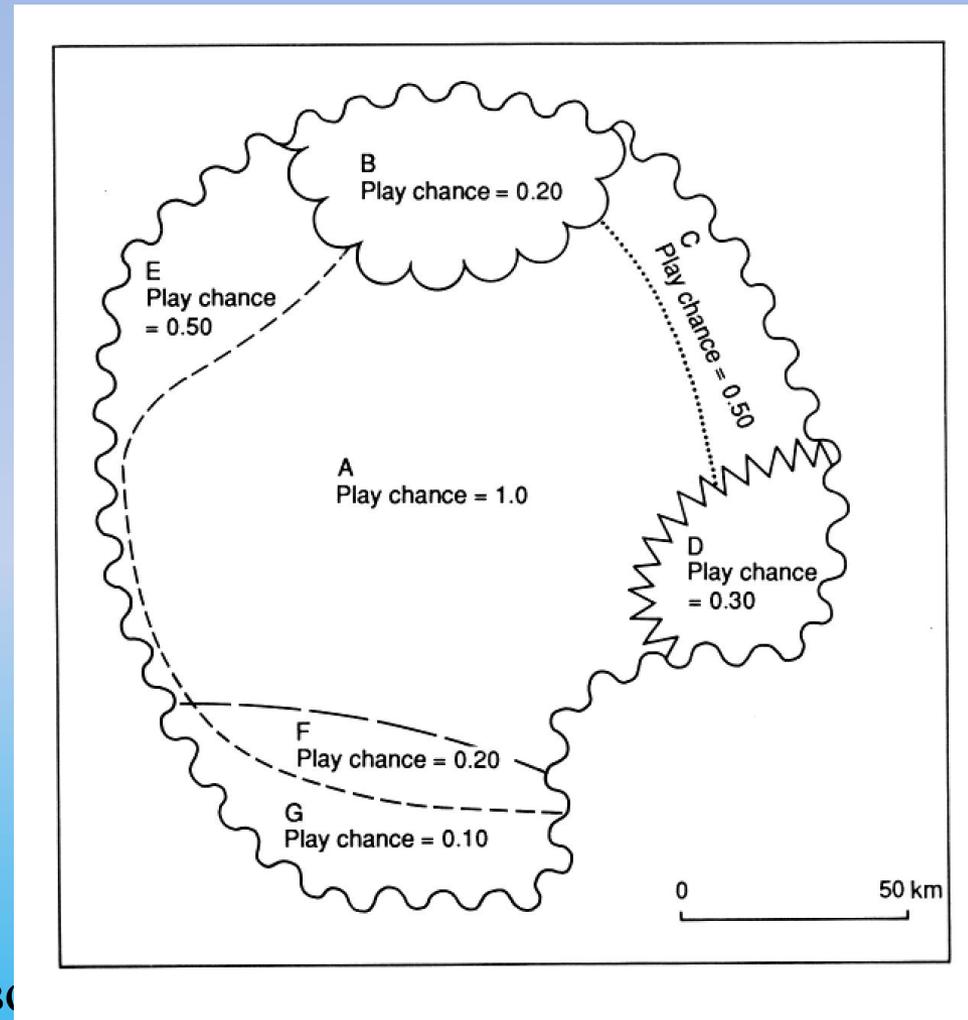
- «Нефтяная пьеса» [*Petroleum Play*] - концепция, включающая объединенный анализ различных данных:
 - осадочный бассейн,
 - продуктивный резервуар,
 - текстурная зрелость осадка,
 - крышка,
 - ловушка,
 - миграция и т.д.

предназначенная для выявления перспективы бурения скважин и получения запасов УВ на определенной площади (участке земной коры).

Карта определяющая пьесу

Философия разведки

- Вся разведка есть риск
- Все перспективы имеют свои неопределенности
- Сбалансированный portfolio
 - высокий риск / высокое вознаграждение
 - Низкий риск / низкое вознаграждение
- Другие риски: политический /экономический
- Определение риска / руководство риском



Ключевые термины (5)

- **Нефтематеринские породы [*Organic source rock*]** – осадочные горные породы, богатые органическим материалом. Осадочные материалы, отложенные вместе с органическим веществом, которое под воздействием давления и тепла в течение определенного времени превращаются в жидкие и газообразные УВ.
- **Органическая материя [*Organic matter*]** всегда осаждается вместе с минеральными зернами в процессе седиментогенеза и присутствует хотя бы в небольших количествах в отложениях любого типа. Наибольшее ее количество наблюдается в глинистых осадках. Возможность сохранения органики обеспечивают специфические обстановки седиментации.

Источниками органического материала являются *растения и животные*, поставляющие 4 главных химических компонента: углеводы; протеины; липиды и лигнин.

- **Липиды (*lipids*)** – нерастворимые в воде и кислотах биохимические компоненты живого вещества, нейтральные жиры и жироподобные вещества (липоиды), растительные смолы. Встречаются в морских животных и в растениях. Дают нефть.
- **Лигнин (*lignine*)** – образует важнейшую часть вещества древесных высших растений. Дают начало гуминовым кислотам – важнейшему компоненту ОВ. Являются предшественниками газа.
- **Углеводы (*carbohydrates*)** – представлены простыми сахарами и полимерами. Встречаются как моносахариды и полисахариды в древних осадках (целлюлоза).
- **Протеины (белки) – (*proteins*)** - сложные по составу вещества (водород, углерод, кислород, азот, сера, фосфор) легко разрушаются в природных условиях до аминокислот.

Ключевые термины (6)

- **Покрышка [Seal]** – литологическое тело пород (пласт, пачка, свита, формация), расположенное над породой резервуара и препятствующая фильтрации УВ в верхние горизонты. Наличие покрышки является необходимым условием для возникновения и существования залежи.
- **Ловушка [Trap]** – локальное тело пород-коллекторов, окруженных породами непроницаемыми, создающими естественным образом благоприятные условия для аккумуляции углеводородного сырья. Формирование ловушек осуществляется в результате сложнейшего взаимодействия структурных, литолого-стратиграфических или гидродинамических факторов. Разнообразие вариаций основных геологических закономерностей в природе создает бесконечное множество вариантов ловушек, не каждая из которых может и должна быть заполнена УВ.

Ключевые термины (7)

- **Резервуар [*Reservoir*]** – пористая и проницаемая толща горных пород, способная вмещать УВ и отдавать их при разработке. Резервуары могут быть сложены любыми породами, но чаще всего в этой роли выступают осадочные образования, в большей степени **песчаники и карбонаты**.
 - В обломочных резервуарах коллекторские свойства зависят от размера зерна и степени сортировки осадка, обусловленных обстановкой осадконакопления.
 - Первичная пористость (осадочная) обычно ухудшается с глубиной захоронения осадка.
 - Карбонатные резервуары практически всегда развиты, как небольшие постройки в мелководной части шельфа.
 - Первичная минералогия карбонатных резервуаров контролируется процессами биохимической направленности (создание рифа кораллами и т.д.). Пористость в карбонатах зависит в большей степени от степени диагенеза.
 - Изменения известняков в доломиты приводит к сокращению объема порового пространства. Карбонатные породы (доломиты более чем известняки) хрупкие и имеют тенденцию трескаться под давлением.

Ключевые термины (8)

- **Залежь [*Pool*]** – единичное скопление нефти и газа, заполняющее ловушку полностью или частично, находящееся почти всегда под напором краевой или подошвенной воды. Представляет собой открытую динамическую систему, в которой соотношения нефти, газа и воды меняются с течением времени.
- **Месторождение [*Oil-Field*]** – отдельная залежь или группа залежей, имеющих в проекции на земную поверхность полное или частичное перекрытие своих контуров нефтегазоносности. К единому месторождению относится также группа залежей, разобращенных в плане, но контролируемых одной локальной структурой.
- **Пористость [*Porosity*]** – природное свойство горной породы, заключающееся в наличии в ней пустот, трещин, каверн.
- **Проницаемость [*Permeability*]** – природное свойство горной породы, определяющее возможность фильтрации УВ и их отдачу при перепаде давления.

Ключевые термины (9)

- **Время формирования** [*Timing*] - Наиболее важный вопрос: время формирования ловушки относительно времени прихода в нее УВ.
- Стратиграфические ловушки формируются всегда раньше миграции в них УВ.
- Структурные ловушки могут быть созданы позже формирования залежи УВ.
- Время прихода нефти в ловушку может быть оценено при геомоделировании, предусматривающем воссоздание стратиграфического каркаса, литологии, источника осадочного материала и пород резервуара и изменения в них при захоронении.
- **Историю захоронения** (*burial history*) можно представить в виде кривых, показывающих уплотнение пород, периоды поднятия территории, эрозии и опускания.
- **Миграция УВ** [*Petroleum migration*] – процесс перехода УВ из материнских пород в породу-коллектор. В зависимости от вмещающих пород движение может происходить по горизонтали или в вертикальном направлении

Ключевые термины (10)

- **Обстановка осадконакопления** [*Depositional environment*] – область осадконакопления, охватывающая часть земной поверхности и связанные с ней физические, химические и биологические условия, от которых зависят процессы седиментации и осадки, накопленные в результате действия этих процессов.

Седиментационные обстановки подразделяются в зависимости от аспекта исследований и от выбора критериев, границы между ними часто бывают нечеткими. В качестве наиболее общего *критерия* классификации принимается *пространство аккумуляции*. На этом основании выделяют группы *морских и континентальных* обстановок. В зоне совместного влияния моря и материка в зонах побережья выделяют *переходную* группу обстановок, обладающих специфическими чертами. Более детальное подразделение внутри этих групп проводится на основе разнородных критериев.

Ключевые термины (11)

- **Стратиграфия [*Stratigraphy*]** – раздел геологии, изучающий *пространственно-временные соотношения слоистых толщ осадочных горных пород*. Имеет в своем арсенале различные стратиграфические методики, базирующиеся на вещественном составе пород, на их физико-химических характеристиках и на содержании в породах остатков растений и животных в целях датировки, *расчленения* и прослеживания одновозрастных геологических образований, содержащих полезные ископаемые, в том числе нефть и газ.
- **Литостратиграфия [*Lithostratigraphy*]** – наиболее распространенный *метод выделения* и прослеживания слоев осадочных пород, обладающих *схожими литологическими характеристиками*. Литостратиграфические подразделения (серия, группа, комплекс, толща, пачка, слой (пласт), маркирующий горизонт) выделяются в объеме совокупностей горных пород, объединенных литологическими особенностями (признаками), позволяющими устанавливать положение этих подразделений в разрезе и на площади распространения.

Ключевые термины (11)

- **Кероген [*Kerogen*]** – фракция ОВ горючих сланцев и рассеянной органики пород, представляющее собой темно-серое аморфное вещество, содержащее до 70–80 % углерода, 7–11 % водорода, 10–15 % кислорода, немного азота и серы. Кероген нерастворим в обычных органических растворителях, неокисляющихся кислотах и щелочах. Различают сапропелевый, гумусовый и смешанные его типы. Иногда термином «кероген» обозначают все рассеянное органическое вещество (РОВ) пород в целом.
- **Созревание [*Maturation*]** – жар + время преобразуют органическую материю в осадках в кероген и подвижные углеводороды. Аналогия с приготовлением пищи. Высокая температура необходимая для генерации УВ (но не их сжигания). Важно, чтобы материнские породы были достаточно нагреты, для того чтобы произошла генерация и миграция УВ, и не перегреты до такой температуры, при которой бы происходило разрушение углеводородных молекул на составные элементы.
- **Керн [*Core*]** – каменный материал, выбуренный из стенки скважины, обеспечивающий базовую информацию для понимания детального строения осадочного резервуара.

Ключевые термины (12)

- **История развития бассейна седиментации** [*Basin histories*] важна для описания нефтегазоносной системы во времени и пространстве. Необходимы палеореконструкции, позволяющие определить основные ее характеристики. Реконструкции временных интервалов показывают распределение в разные геологические эпохи морей, океанов и континентов. Такие карты необходимы для определения наиболее важных трендов седиментации и депоцентров отложения пород резервуаров и флюидоупоров.
- **Картопостроение** [*mapping*]. Карты при работе геолога-нефтяника являются первичным средством для объединения, интерпретации и передачи пространственных данных. Соответственно картопостроение представляет собой метод двумерного представления трехмерных поверхностей в целях расположения скважин и определения размеров скоплений УВ. Геологинефтяники и геофизики должны быть знатоками в построении и чтении карт. Визуализацию данных обеспечивают современные картопостроительные пакеты, позволяющие не только изображать поверхности в 3-мерном виде. Насыщенные красками визуальные изображения жестко зависят от качества используемых данных, и могут непреднамеренно ввести в заблуждение относительно простоты строения исследуемого объекта. Поэтому следует адекватно оценивать некоторые из возможных погрешностей, заложенные в картах.
- **Каротаж скважин** (*Well logging*) – процесс производства каротажа или регистрация показаний каротажа скважин при измерении физических свойств пород-резервуаров. Общий термин, используемый для обозначения различных методов или технических приемов изучения погребенных осадочных толщ.

Литература

1. Бакиров А.А. и др. Геология и геохимия нефти и газа. – М.: Недра, 1982. – 286 с.
2. Геология и геохимия нефти и газа. / Баженова О.К., Бурлин Ю.К., Соколов Б.А., Хаин В.В. – М.: МГУ, 2000. – 384 с.
3. Еременко Н.А. Геология нефти и газа. – М.: Недра, 1968. – 389 с.
4. Основы геологии горючих ископаемых. / Семенович В.В. и др. – М.: Недра, 1987. – 397 с.
5. Словарь по геологии нефти и газа. – Л.: Недра, 1988. – 679 с.
6. Справочник по геологии нефти и газа. - М.: Недра, 1984. - 480 с.

Рекомендуемая литература (дополнительная)

1. Бека К., Высоцкий И. В. Геология нефти и газа. – М.: Недра, 1976. – 591 с.
2. Бурдынь Т.А., Закс Ю.Б. Химия нефти, газа и пластовых вод. – М.: Недра, 1975. – 215 с.
3. Высоцкий И. В. Геология природного газа. – М.: Недра, 1979. – 392 с.
4. Карцев А.И. Горючие полезные ископаемые, их поиски и разведка. – М.: Высш. школа, 1970. – 296 с.
5. Хант Д. Ж. Геология и геохимия нефти и газа. – М.: Мир, 1982. – 704 с.