

Томский политехнический университет
Кафедра геологии и разведки полезных ископаемых

НЕФТЕПРОМЫСЛОВАЯ ГЕОЛОГИЯ

Лектор Ильина
Г.Ф., доцент

Задачи нефтепромысловой геологии

Нефтепромысловая геология - прикладная наука: это отрасль геологии, занимающаяся детальным изучением месторождений и залежей нефти, газа и газоконденсата в начальном (естественном) состоянии и в процессе разработки, для определения максимального извлечения углеводородов из недр, при положительной экономической оценки эффективности и рациональном использовании недр.

История становления нефтепромысловой геологии в России

- **1 период (1871-1918гг.)** 1869 год.- Апшерон, Балаханы. Кубань. Скважины 40-90м. Коншин А. М. Подсчет запасов нефти. Голубятников Д.В. скважинная геофизика, термометрия. Альфред Нобель, вклад в развитие нефтяной промышленности в России.
- **2 период (1919 -1928гг.)** Мирчинк М. Ф. в 1914г. Закончил Горный институт в С-Петербурге. В 1933 г. выпустил первый учебник по нефтепромысловой геологии, г. Баку. Билибин В.В.
- **3 период (1929 -1938гг.)** Жданов М. А. –подсчет запасов УВ, «Шлюмберже»- ГИС, В.Н. Щелкачев, В. П. Яковлев, -гидродинамические исследования скважин. В 1933г. первый Всесоюзный съезд нефтяников, И.М. Губкин. В 1935г. – созданы комиссии ЦКЗ, ГКЗ. С 1938г. расширяется круг обязанностей геологов (при бурении скважин и добычи нефти на промысле. ер
- **4 период (1939 – 1948гг.)**. Жданов М.А., А.П. Крылов, создают кафедры и НИИ. Указывают на роль экономики при разработке месторождений.
- **5 период с 1949 года -1990г.г.. 6 период с 1991 года**

Виды геолого-промысловой информации

Система	Вид информации	Основные параметры	Преимущественный вид получения информации
Статическая	Геометрические характеристики залежей	Толщина, площадь, ВНК, глубина и т.д.	Дистанционные виды и ГИС
	Фильтрационно-ёмкостные характеристики пластов	Пористость, проницаемость	Прямые лабораторные методы и ГИС
	Параметры, характеризующие неоднородность проницаемых пластов	Песчанистость, расчлененность, анизотропия и т.д.	ГИС, дистанционные методы моделирования резервуара
	Физико-химические свойства пластовых флюидов	Вязкость, удельный вес, газосодержание и т.д.	Прямые лабораторные методы
	Петрофизические характеристики пород	гранулометрический, литологический состав, электр. характеристики пород.	Прямые лабораторные методы
	Историко-генетические характеристики пород	Фациальные характеристики и т.д. Возраст пород, условия осадконакопления.	Прямые лабораторные методы
Динамическая	Энергетические характеристики залежи	Пластовое давление, режим разработки залежей и т.д.	Гидродинамические исследования
	Физико-динамические характеристики коллекторов	Фазовая проницаемость, остаточная нефтенасыщенность и т.д.	Прямые лабораторные методы.
	Насыщенность коллектора	Коэффициент нефте- и газонасыщенности, тек. положение ВНК и т.д., текущ. нефтенасыщенные толщины	ГИС, ГИС-контроль, промысловые методы, моделирование
	Промысловая информация	Дебит нефти, жидкости, обводненность, газовый фактор и т.д.	Промысловые методы

Методы получения информации в нефтепромысловой геологии

№ п/п	Вид получения информации	Метод получения информации
1	Прямой	Лабораторные исследования керна
2	Геофизические исследования скважин	ГИС, ГИС-контроль в скважине
3	Дистанционные исследования пласта	Сейсморазведка 2Д, 3Д; гравиразведка, магниторазведка
4	Гидродинамические исследования скважин	Исследование скважин КВД, ИК
5	Промысловая информация	Прямые инструментальные замеры на скважинах

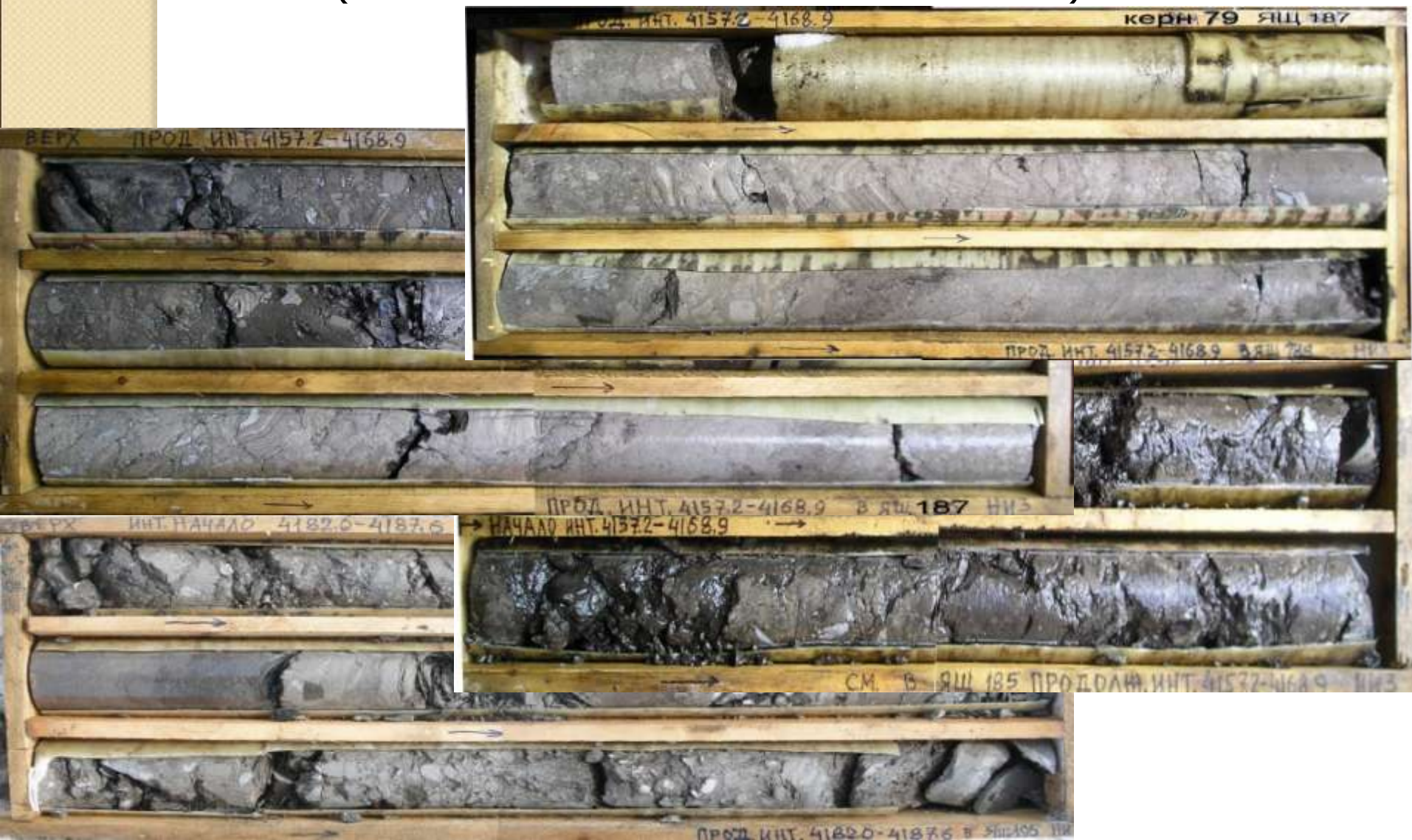
Методы получения промыслово-геологической информации

Геологическое наблюдение при бурении скважин

В процессе бурения скважин необходимо:

- 1) отбирать керны для составления стратиграфической и литологической характеристик проходимых пород, изучения коллекторских свойств продуктивных горизонтов и содержания в них нефти, газа и воды;
- 2) изучать разрез скважины в целом путем геофизических (электрических и радиоактивных методов) и косвенных наблюдений с целью установления стратиграфической последовательности залегания пройденных пород, их мощности и фациальной характеристики, а также положения нефтеносных, газоносных и водоносных горизонтов и их взаимных соотношений;
- 3) определять свойства и качества нефти, газа и воды, обнаруженных при бурении, а также производительность вскрытых пластов путем опробования, если для этого имеются технические возможности;
- 4) изучать особенности бурения скважины путем наблюдения за появлением признаков нефти, газа и воды, появлением обвалов, нарушением циркуляции в связи с уходом глинистого раствора и т. д.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТБОРА КЕРНА (ПЛАСТИКОВЫЕ КЕРНООТБОРНИКИ)



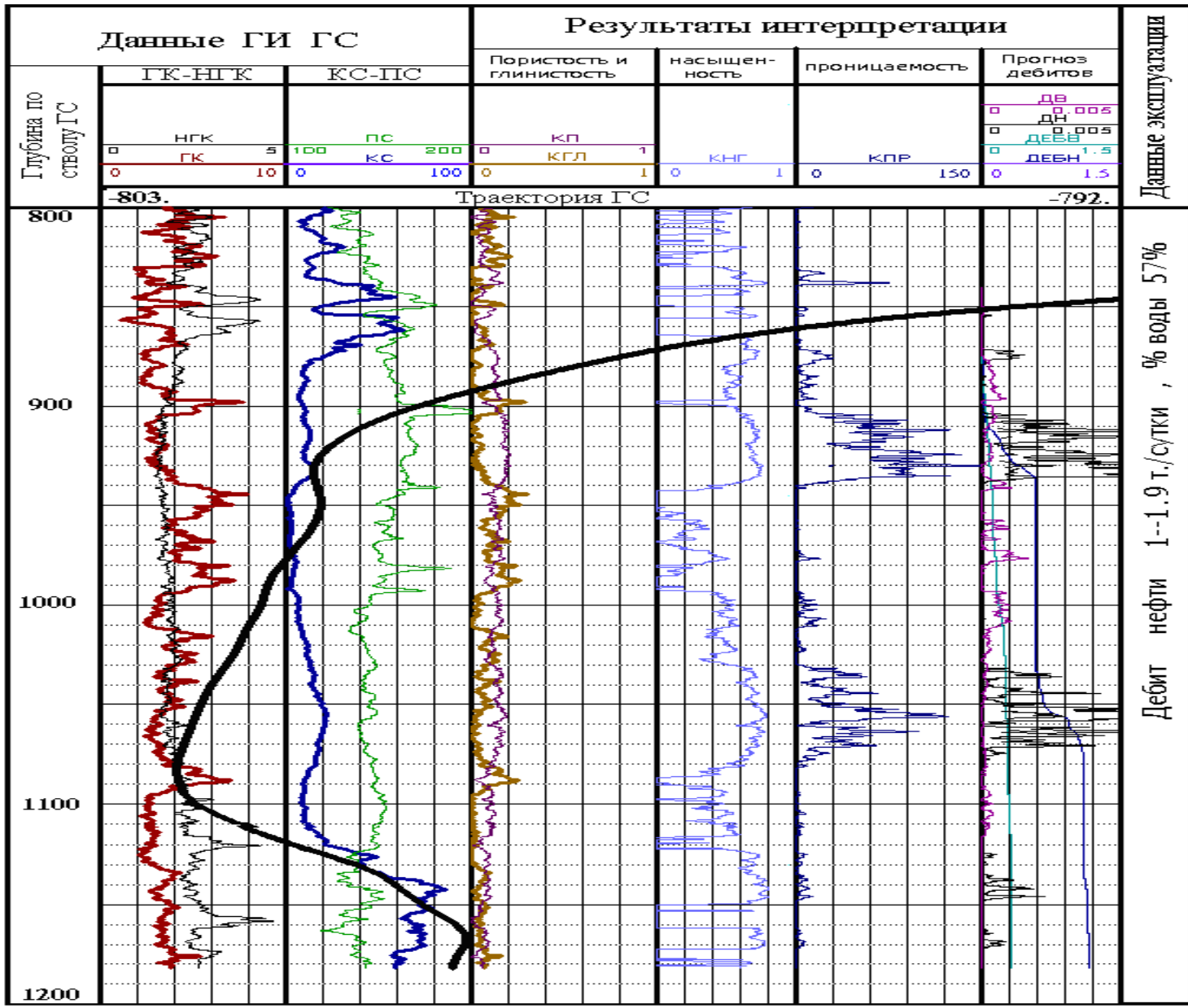
Изучение керна, шлама, проб нефти, газа и воды в лабораториях с помощью специальных приборов - основной источник прямой информации о геолого-физических свойствах пород и физико-химических свойствах УВ и пластовой воды

Исследование скважин геофизическими методами (ГИС)

осуществляется с целью: 1) изучения геологических разрезов скважин; 2) исследования технического состояния скважин; 3) контроля за изменением характера нефтегазонасыщенности пластов в процессе разработки.

Гидродинамические методы исследования скважин применяются для *определения гидродинамических параметров и продуктивности пластов-коллекторов на основе выявления характера связи дебитов скважин с давлением в пластах.*

Наблюдения за работой добывающих и нагнетательных скважин



Информация ГДИС используется для решения задач: уточнение геологического строения месторождения, оценка эффективности применяемой системы разработки, оценка энергетического состояния залежи, подбор оптимального режима и способа эксплуатации скважины, оценка качества вскрытия и состояния призабойной зоны скважины, контроль эффективности мероприятий воздействия на пласт.

Гидродинамические исследования падения давления в добывающей скважине на неустановившемся режиме фильтрации (КПД) - в момент времени $t = 0$ скважина мгновенно пускается в эксплуатацию (после продолжительного периода простоя) с постоянным дебитом q

Однако на практике очень трудно достичь желаемых условий вследствие ряда причин:

- сложно поддерживать постоянный дебит, даже после того, как приток более или менее стабилизировался;

- скважина не обязательно находится в статическом состоянии, особенно если она была недавно пробурена или эксплуатировалась определенный период перед проведением исследований.

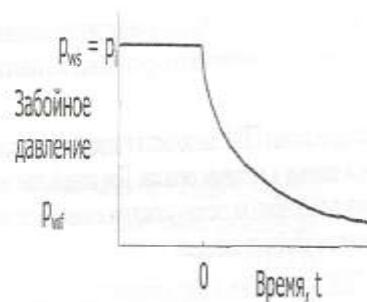
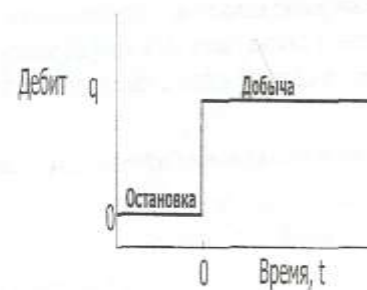


Рис. 1.2.1. Исследования скважин по КПД

Типы ловушек

Ловушка – часть природного резервуара, в котором есть условия для скопления нефти и газа:

- Наличие коллектора – проницаемая порода в которой находятся УВ.
- Наличие покрывки – непроницаемые горные породы (Состав: глины, аргиллиты, глинистые алевролиты, соли, гипсы, ангидриты).

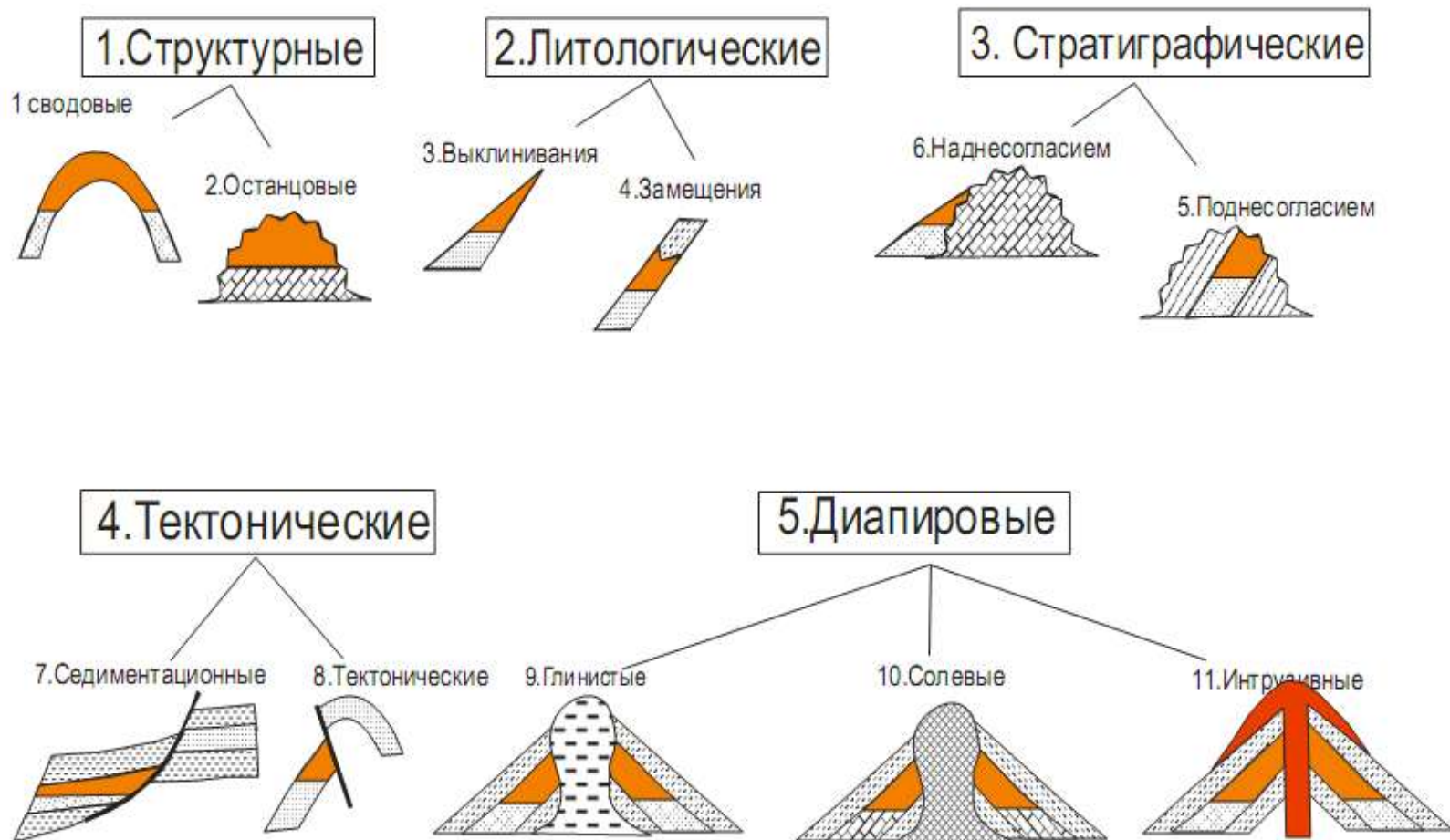
Структурные (сводовые) – образованные в результате изгиба слоев;

Стратиграфические – сформированная в результате эрозии пластов – коллекторов и перекрытия их затем непроницаемыми породами;

Тектонические – образования в результате вертикального перемещения мест обрыва относительно друг друга, пласт-коллектор в месте тектонического нарушения может соприкасаться с непроницаемой породой;

Литологические – образованная в результате литологического замещения пористых проницаемых пород непроницаемыми.

Ловушки нефти и газа



Типы залежей

Залежь углеводородов – это естественное скопление нефти, газа, газоконденсата в ловушке, образованной породой – коллектором под покрывкой из непроницаемых пород.

Около 80% залежей в мире связано с ловушками структурного типа.

Залежь может быть сформирована одним пластом коллектором – однопластовая залежь и несколькими пластами коллекторами, сообщающимися между собой – многопластовая залежь.

Пластовые

- Пластовосводовые
- Стратиграфические экранированные
- Литологически экранированные
- Тектонически экранированные

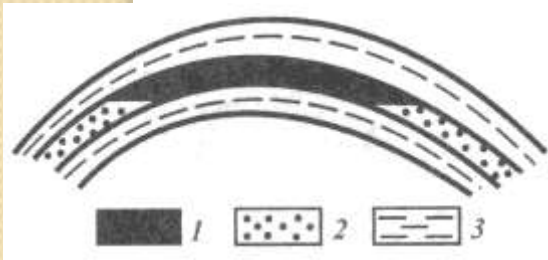
Массивные

- В антиклинальной складке
- В эрозионном выступе
- В рифтовом массиве

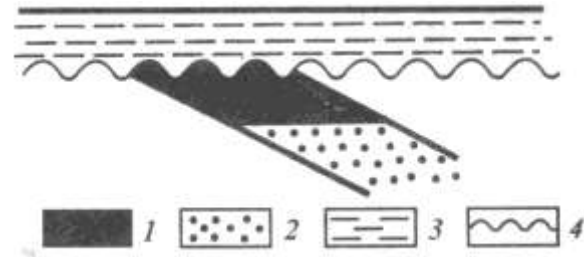
Литологически ограниченные

- В устьевых барах
- В устьевых потоках
- В дельтовых потоках

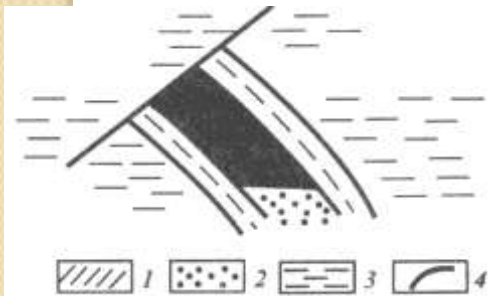
Типы пластовых залежей



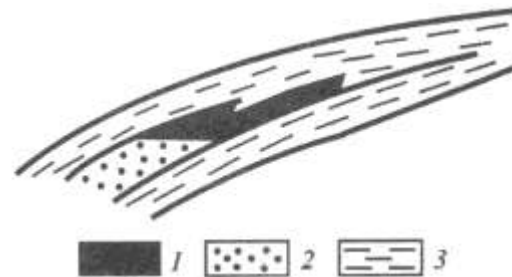
Пластово сводовая залежь:
1 - нефть; 2 - вода; 3 - глина



Пластовая страти-графически экранированная залежь:
1 - нефть; 2 - вода; 3 - глина; 4 - линия размыва

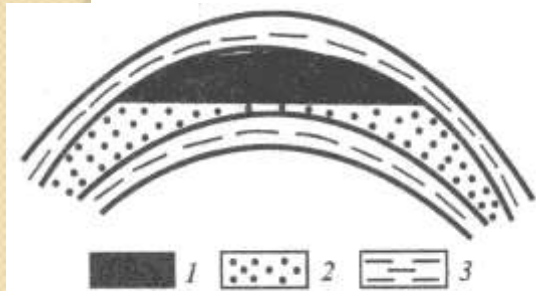


Пластовая тектонически экранированная залежь:
1 - нефть; 2 - вода; 3 - глина; 4 - тектоническое нарушение



Пластовая литологически экранированная залежь:
1 - нефть; 2 - вода; 3 - глина

Типы массивных залежей



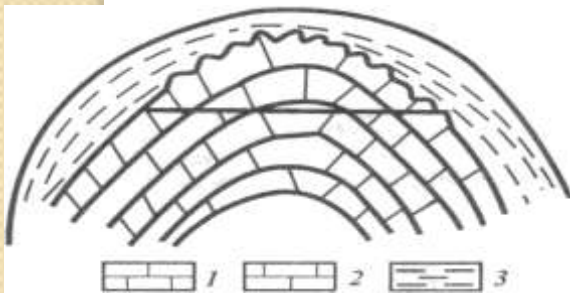
Массивная залежь в антиклинальной складке:

1 - нефть; 2 - вода; 3 - глина



Массивная залежь в эрозионном выступе:

1 - нефть; 2 - вода; 3 - глина; 4 - линия размыва



Массивная залежь в рифовом массиве: 1 - нефтеносный известняк; 2 - водоносный известняк; 3 - глина

Типы залежей в зависимости от фазового состояния

Нефтяные - содержат только нефть, в различной степени насыщенную газом;

Газовые - содержат только газ;

Нефтегазовые (двухфазные) - в нефтегазовых—газовая шапка превышает по объему нефтяную часть системы, к нефтегазовым относятся также залежи с крайне незначительной по объему нефтяной частью - нефтяной оторочкой;

Газонефтяные (двухфазные)- основная по объему часть нефтяная и меньшая—газо-вая (газовая шапка);

Нефтегазоконденсатные - основная по объему нефтяная часть;

Газоконденсатные - основная по объему конденсатная часть.

Месторождение

Месторождение – совокупность залежей в пределах одной площади.

Классификация запасов месторождений нефти и газа по размерам

Месторождения	Запасы	
	Извлекаемые нефти, млн. т	Балансовые газа, млрд. м ³
Уникальные	Свыше 300	Свыше 500
Крупные	30—300	30—500
Средние	10—30	10—30
Мелкие	До 10	До 10

Источники данных о проницаемости

- 1. Гидродинамические исследования, данные эксплуатации.**
- 2. Лабораторные исследования на образцах пористой среды (керн), в условиях максимально приближенных к пластовым.**
- 3. Использование данных о схожем пласте.**
- 4. Математические модели (эмпирические зависимости)**
- 5. Корреляционные зависимости по данным ГИС ?**

Основные методы воздействия на пласт

А. Поддержание пластового давления закачкой в пласт воды, к которому относятся:

1. Законтурное заводнение.

2. Приконтурное заводнение.

3. Внутриконтурное заводнение, которое можно разделить на:

а) разрезание залежи линейными или круговыми рядами нагнетательных скважин;

б) блочная система заводнения;

в) очаговое заводнение;

г) избирательное заводнение;

д) площадное заводнение.

Б. Поддержание давления закачкой газа:

1. Закачка воздуха.

2. Закачка сухого газа.

3. Закачка обогащенного газа.

4. Закачка газа при параметрах, близких к критическим.

В. Тепловые методы воздействия.

1. Закачка в пласт горячей воды.

2. Закачка перегретого пара.

3. Создание в пласте подвижного фронта горения.

4. Тепловая обработка призабойной зоны пласта.

В нефтедобыче не существует универсального вида заводнения при выборе, которого решались бы все проблемы связанные с этим процессом.

Скважина

Скважина – это горная выработка цилиндрической формы глубиной более 5 м и диаметром более 75 мм, пройденная в горной породе или полезном ископаемом механическими или немеханическими способами бурения.



Классификация скважин по назначению

Скважины по назначению

Категории скважин

Группы скважин

В процессе разведки и эксплуатации месторождения бурятся различные категории скважин (опорные, поисковые, разведочные и т.д.) но оператор должен знать назначение и группы категории эксплуатационных скважин.

Подразделение скважин на *группы* подчинено главным образом функциональному назначению отдельных скважин, в совокупности обеспечивающих решение общей задачи



Классификация скважин по назначению

Эксплуатационная скважины – предназначены для разработки и эксплуатации месторождений и залежей нефти и газа.

В эту категорию входят скважины:

**Оценочные
скважины**

Предназначены для уточнения границ обособленных продуктивных полей и оценки выработанности отдельных участков для уточнения рациональной разработки залежей.

**Эксплуатационные
(добывающие)
скважины**

Предназначены для извлечения (добыча) нефти и газа, включая сопутствующие компоненты.

**Нагнетательные
скважины**

Предназначены для воздействия на эксплуатационный объект путем закачки воды, газа, воздуха или др. агентов.

**Наблюдательные
скважины**

Предназначены для контроля за разработкой путем систематического наблюдения за изменением пластового давления, продвижением водонефтяного (ВНК), газоводяного (ГВК) и газонефтяного (ГНК) контактов в процессе эксплуатации залежи.

Классификация скважин по назначению

Наблюдательные
скважины

Контрольные
скважины

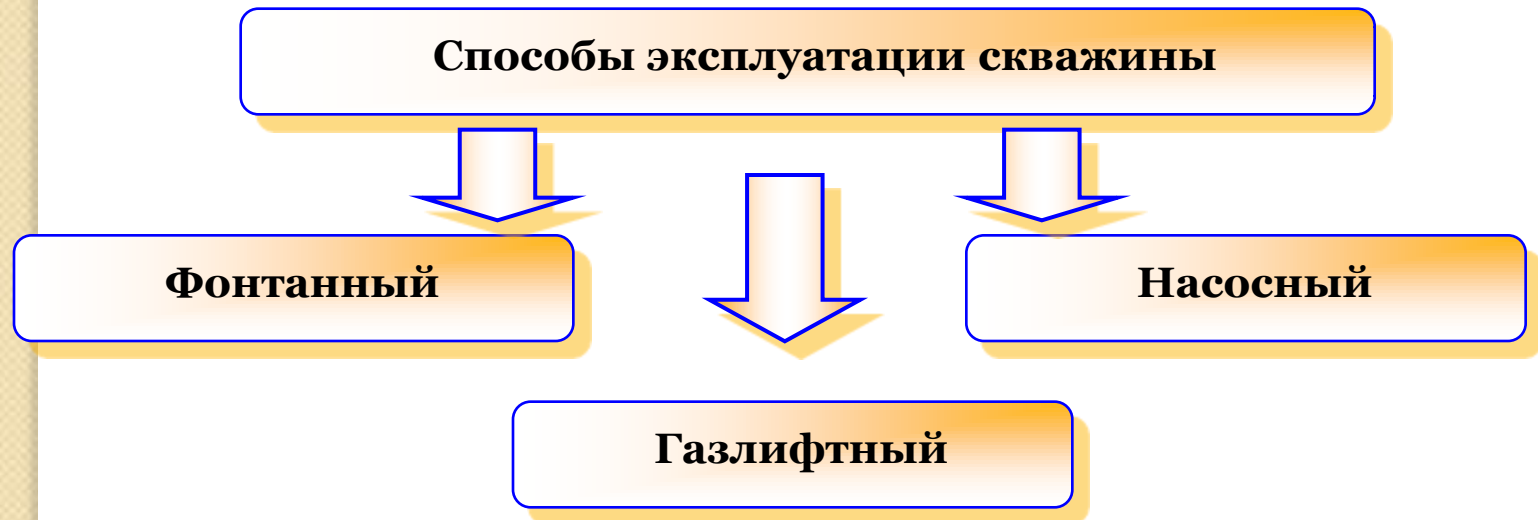
Пьезометрические
скважины

Обе категории предназначены для систематического измерения пластового давления в законтурной области, в газовой шапке и в нефтяной зоне пласта.



Способы эксплуатации скважин

В зависимости от величины пластового давления, свойств неги, содержания в ней воды, газа механических примесей коллектрских свойств пласта и т.д. способы эксплуатации нефтяных скважин подразделяются на:



Опытно-промышленная разработка нефтяных залежей

- Опытно-промышленная разработка залежей или их участков – это временная (сроком не более 5 - 7 лет) в процессе разведочного этапа эксплуатация специально пробуренных опережающих добывающих или нагнетательных (куста эксплуатационных) скважин
- Составление проекта (технологическая схема) осуществляется специализированными отраслевыми НИИ и проектными институтами. Согласовываются проекты с Росгортехнадзором.

Опытно-промышленная разработка (ОПР) нефтяных залежей

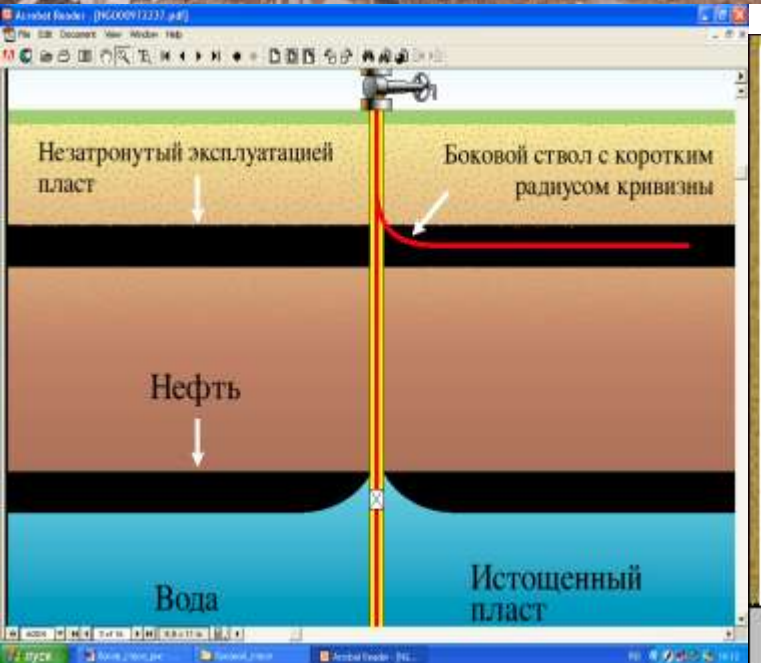
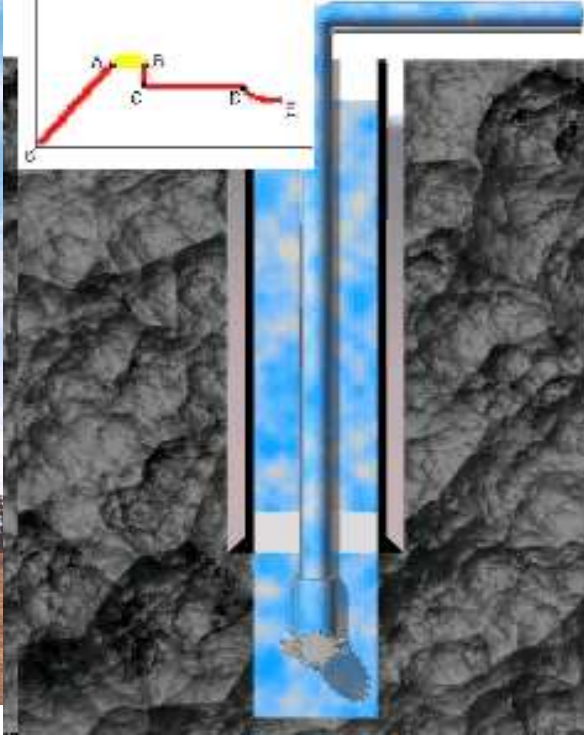
- В технологической схеме опытно-промышленной разработки (ОПР) обосновываются: комплекс технологических мероприятий); необходимость бурения дополнительных скважин: местоположение, порядок и время их бурения; потребность специального оборудования и агентов воздействия на пласт; уровни добычи нефти; комплекс геолого-геофизических исследований по контролю за процессом ОПР; мероприятия по охране недр и ОС; предполагаемая технологическая и экономическая эффективность ОПР.
- Составление проекта (технологическая схема) ведение работ осуществляет геологоразведочное или нефтедобывающее предприятие

Мониторинг состояния и охрана геологической среды

Положению о порядке осуществления государственного мониторинга состояния недр Российской Федерации, утвержденному Приказом МПР России от 21.05.2001 N 433, Положению о функциональной подсистеме мониторинга состояния недр (Роснедра) единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, утвержденному Приказом Федерального агентства по недропользованию от 24.11.2005 N 1197 (с изменениями, внесенными Приказом от 01.08.2008 N 666).

Для обоснования состава, содержания и специфики работ по ведению мониторинга на территории субъекта Российской Федерации представляются следующие материалы:

Характеристика состояния геологической среды территории субъекта Российской Федерации



С внедрением в производство методов интенсификации добычи нефти возникает необходимость более глубокого знания процессов происходящих в пласте и скважине, пересмотр устоявшихся взглядов на добычу нефти, применения современной теории на практике для достижения высоких уровней добычи нефти.