



РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина
Кафедра поисков и разведки нефти и газа

Геология нефти и газа

Часть 2. Поиск и разведка залежей углеводородов

- 1. Введение. Геолого-разведочные работы - основные понятия. Из истории геолого-разведочных работ**
- 2. Поисковые критерии и поисковые признаки скоплений нефти и газа. Принципы геолого-разведки**
- 3. Методы геолого-разведки**
- 4. Классификации ресурсов и запасов нефти и горючих газов**
- 5. Стадийность геолого-разведочных работ на нефть и газ**
- 6. Проблемы и перспективы геолого-разведочных работ на нефть и газ в России и в Мире**



*Преподаватель
Милосердова Людмила Вадимовна,
Доцент, к.г.-м.н.*

Москва, 2020 год

Классификации ресурсов и запасов

1. Государственная комиссия по запасам (ГКЗ)

2. Еще раз о ресурсах и запасах

3. Рамочная классификация ООН

4. Международные классификации

5. Российская классификация.

- общая характеристика

- выделение ресурсов и запасов различных категорий.

- характеристика ресурсов и запасов различных категорий.



ГКЗ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОМИССИЯ ПО ЗАПАСАМ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

О ФБУ «ГКЗ» ▾

События ▾

Документы ▾

Противодействие корруп...

Нормативно-методические
документы

Углеводородное сырье

Твердые полезные
ископаемые

Подземные воды

Материалы ЭТС и пленарных
заседаний

Мы обеспечиваем недропользование

Проведение государственной
ископаемых, геологической,
информации о предоставля...

ГОВОРИТ РУКОВОДИТЕЛЬ

рств

ых

ой

недр

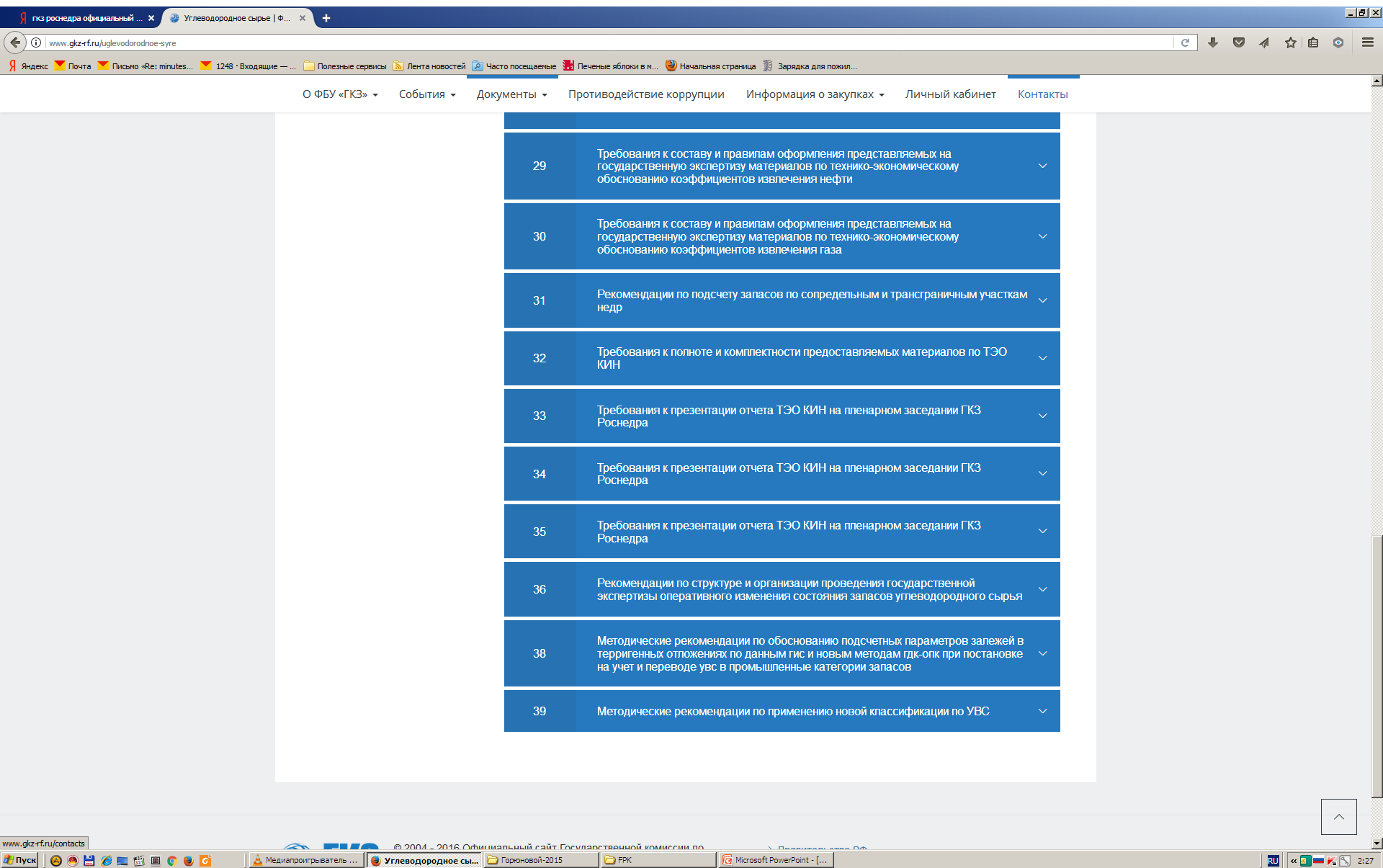
Основная цель - обеспечение рационального недропользования в интересах государства.

Виды деятельности:

• государственная экспертиза 1) запасов полезных ископаемых, 2) геологической, 3) экономической и 4) экологической информации о предоставляемых в пользование участках недр - основной.

• Дополнительные организационно-методическое сопровождение деятельности по рассмотрению и утверждению запасов полезных ископаемых, включающих.

1. определение и обоснование количественных и качественных параметров для подсчета запасов месторождений полезных ископаемых;
2. определение и обоснование рационального комплекса геологического изучения недр (индексации пластов);
3. разработку и применение программных продуктов, используемых при подсчете запасов; разработку и применение методик моделирования объектов подсчета запасов; разработку предложений по совершенствованию нормативной базы, регулирующей вопросы подсчета запасов; разработку мероприятий по стимулированию освоения запасов полезных ископаемых и рациональному использованию недр;
4. проведение научно-исследовательских, методических и тематических работ, организация и проведение выставок, конференций и семинаров, публичных лекций, информационной и издательской деятельности, способствующей развитию эффективного недропользования,
5. анализ российских и зарубежных рынков.



Пример страницы на сайте ГКЗ

Ресурсы и запасы

- Ресурсы - то, что может быть в недрах (основание для поиска)
- Запасы - то, что найдено (основание для разведки)

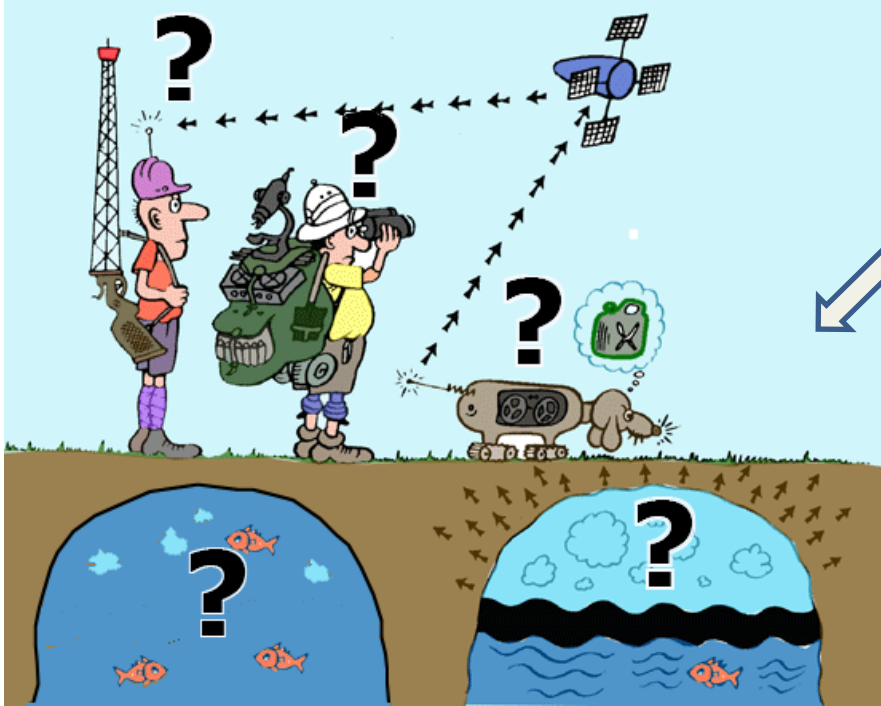
Категории D -> A по мере изученности

Начальные - до разработки

Извлекаемые - что может быть добыто

Балансовые - экономически выгодные для разработки (ставят на Государственный баланс), промышленные - нормально-рентабельные и условно-рентабельные, непромышленные

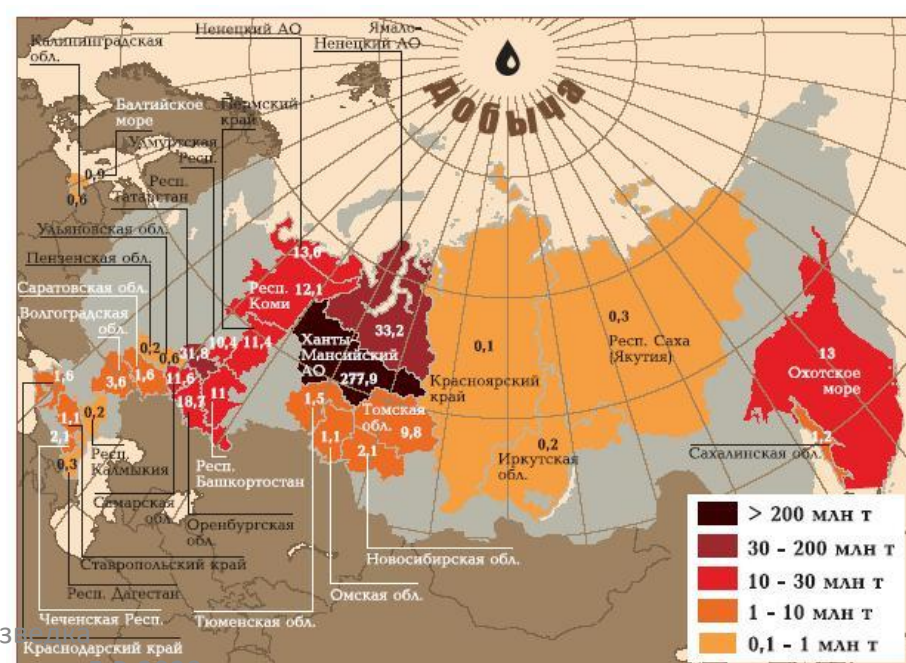
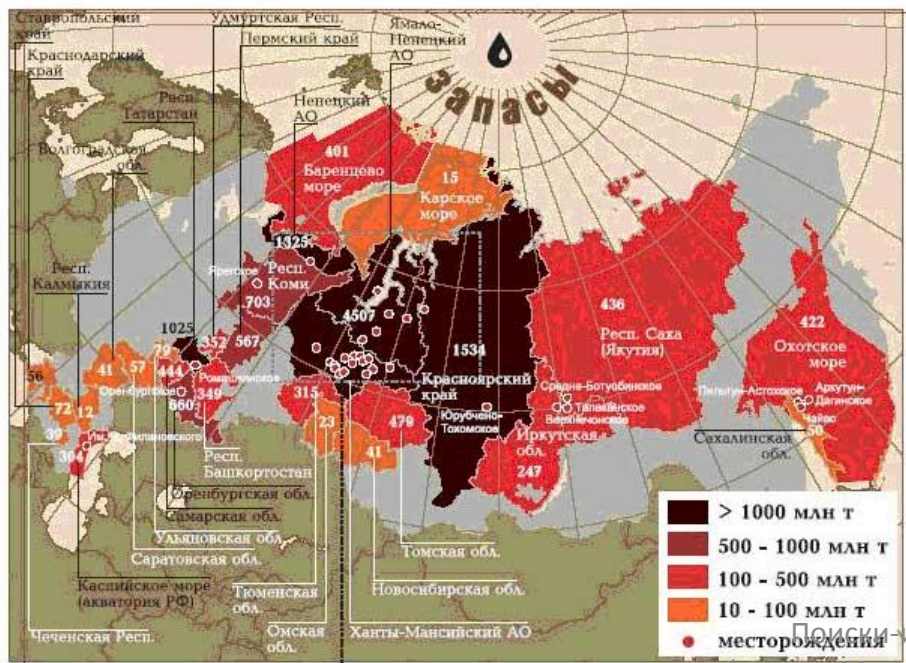
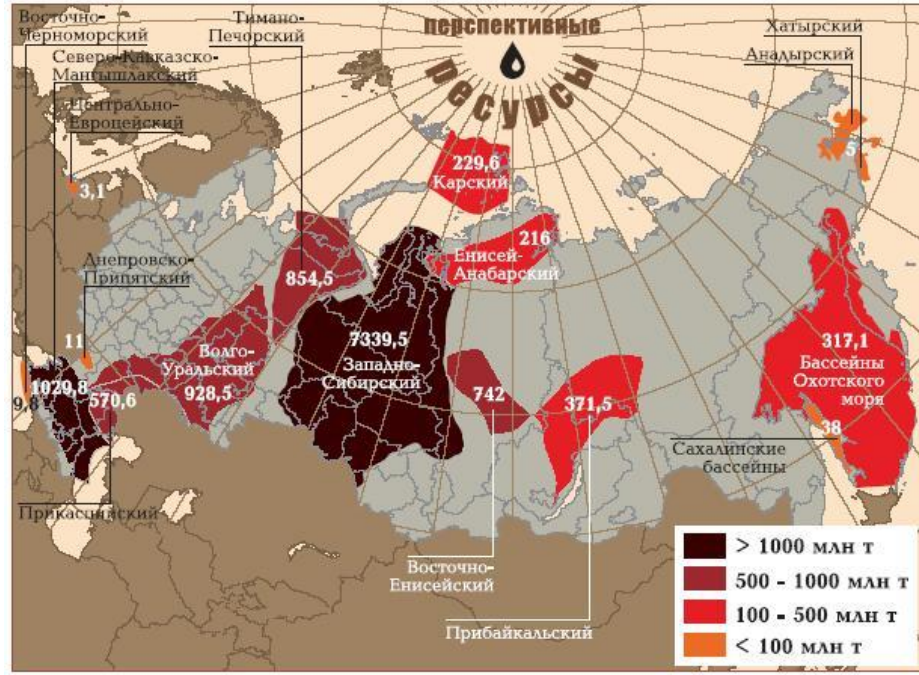
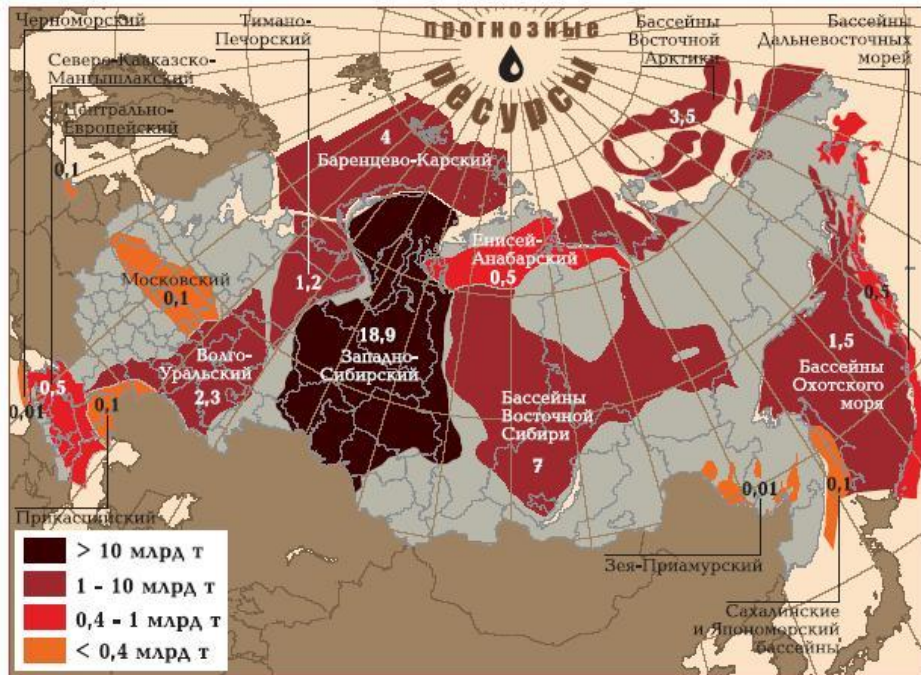
В процессе геолого-разведочных работ ресурсы становятся запасами, и категория их повышается.



Ресурсы – то, что может быть в недрах



Запасы – то, что уже нашли, но не очень точно и достоверно определили сколько и как оптимально добыть



В мире действуют различные классификации ресурсов и запасов нефти и газа – рамочная классификация ООН, различные национальные классификации, международные классификации (классификации SEC и PRMS SPE/WPC/AAPG/SPEE).

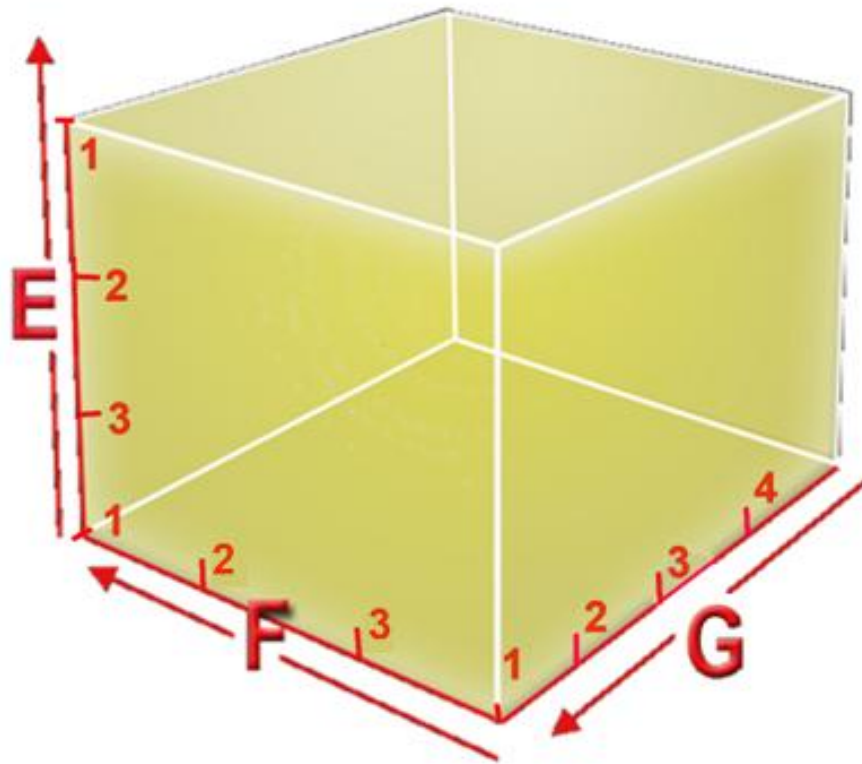


Схема рамочной классификации ООН. G – ось геологической изученности 4 – рекогносцировка, 3 – поиски, 2 – предварительная разведка, 1 – детальная разведка. F – ось экономической и технологической изученности: 3 – начальная оценка (на основе геологических параметров), 2 – предварительная оценка, 1 – детальная оценка; E – ось экономической эффективности: 3 – возможно экономические запасы, 2 – потенциально экономические запасы, 1 – экономические запасы

Классификация SPE-PRMS

(Petroleum Resources Management System).

По данной классификации запасы делятся на категории «доказанные», «вероятные» и «возможные» в зависимости от оценки шансов их извлечения. Таким образом, у доказанных запасов шанс быть добытыми равняется 90%, у вероятных – 50%, а у возможных он самый низкий – 10%. Так же эта классификация оценивает ресурсы углеводородов

Суммарные начальные геологические запасы и ресурсы	Открытые	Добыча			
		Промышленные	Извлекаемые запасы		
			1P Доказанные	2P Доказанные + Вероятные	3P Доказанные + Вероятные + Возможные
		Условно- промышленные	Условные ресурсы		
			1C Наименьшая оценка	2C Оптимальная оценка	3C Наибольшая оценка
			Неизвлекаемые		
	Неоткрытые	Перспективные ресурсы			
		Наименьшая оценка	Оптимальная оценка	Наибольшая оценка	
		Неизвлекаемые			

Хроника создания Российских классификаций нефти и горючих газов



По изученности и степени промышленного освоения выделяются ресурсы и запасы, разделенные на более дробные единицы соответствующих категорий.

Запасы и ресурсы концентрируются в залежах, месторождениях или предполагаются в недрах в ловушках, нефтегазоносных комплексах или просто в недрах

Запасы залежей и месторождений подразделяются на:

- **геологические запасы** - количество нефти, газа и содержащихся в них компонентов, которое находится в недрах в *изученных бурением* залежах.

- **извлекаемые запасы** - часть геологических запасов, которые могут быть добыты из залежи (месторождения) за весь срок разработки при оптимальных проектных решениях с использованием доступных технологий с учётом соблюдения требований по охране недр и окружающей среды.

Ресурсы подразделяются на:

- **геологические ресурсы** - количество нефти, газа содержащихся в невоскрытых бурением ловушках, наличие которых в недрах *предполагается* на основе геологических представлений;

- **извлекаемые ресурсы** - часть геологических ресурсов, которые прогнозируются извлечь из недр с использованием доступных технологий.

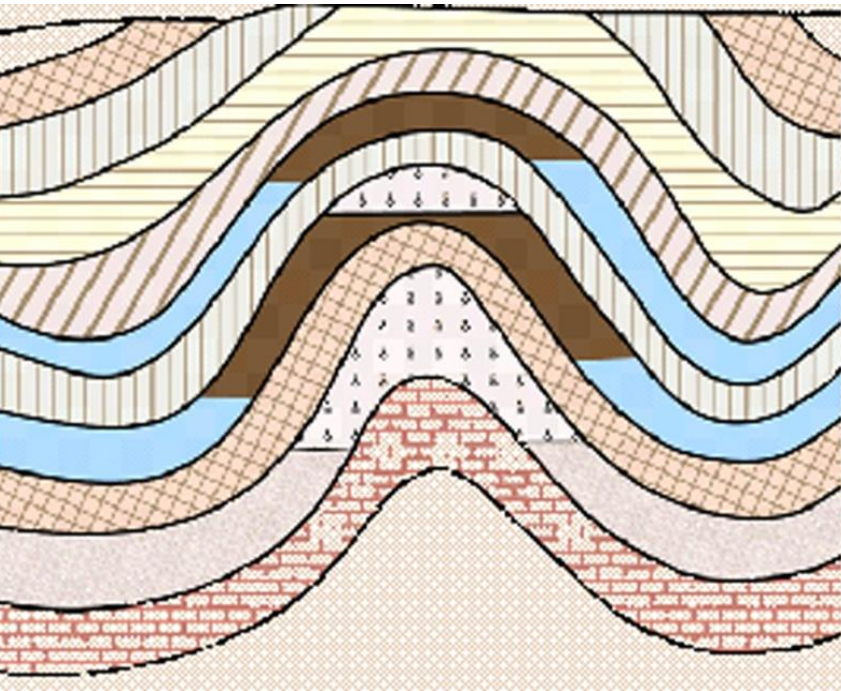
Классификация по фазовому состоянию и по содержанию конденсата



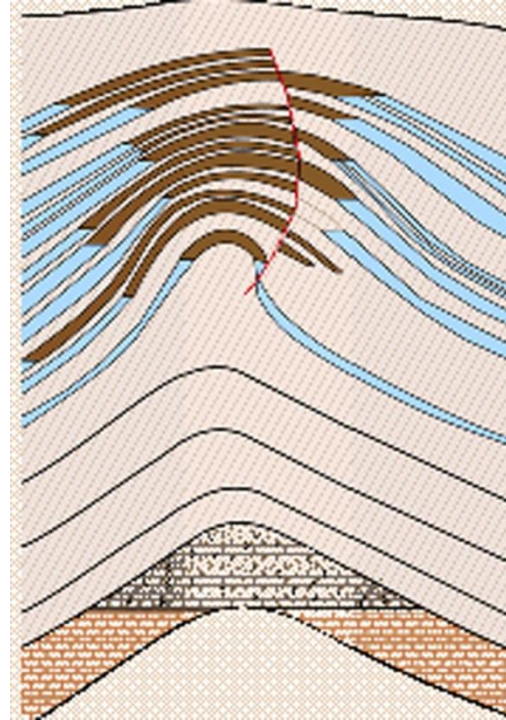


Уникальные	Более 300 млн. т нефти или 500 млрд. м ³ газа
Крупные	От 30 до 300 млн. т нефти или от 30 до 500 млрд. м ³ газа
Средние	От 3 до 30 млн. т нефти или от 3 до 30 млрд. м ³ газа
Мелкие	От 1 до 3 млн. т нефти или от 1 до 3 млрд. м ³ газа
Очень мелкие	Менее 1 млн. т нефти, менее 1 млрд. м ³ газа

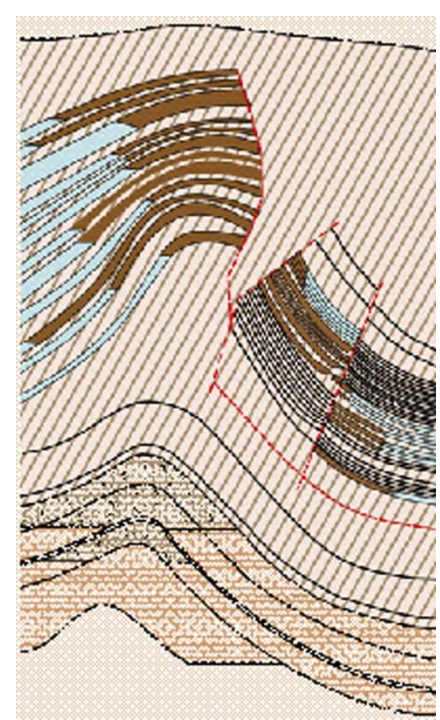
Классификация месторождений по величине извлекаемых запасов



Залежь (месторождение) простого строения



Залежь (месторождение) сложного строения



Залежь (месторождение) очень сложного строения

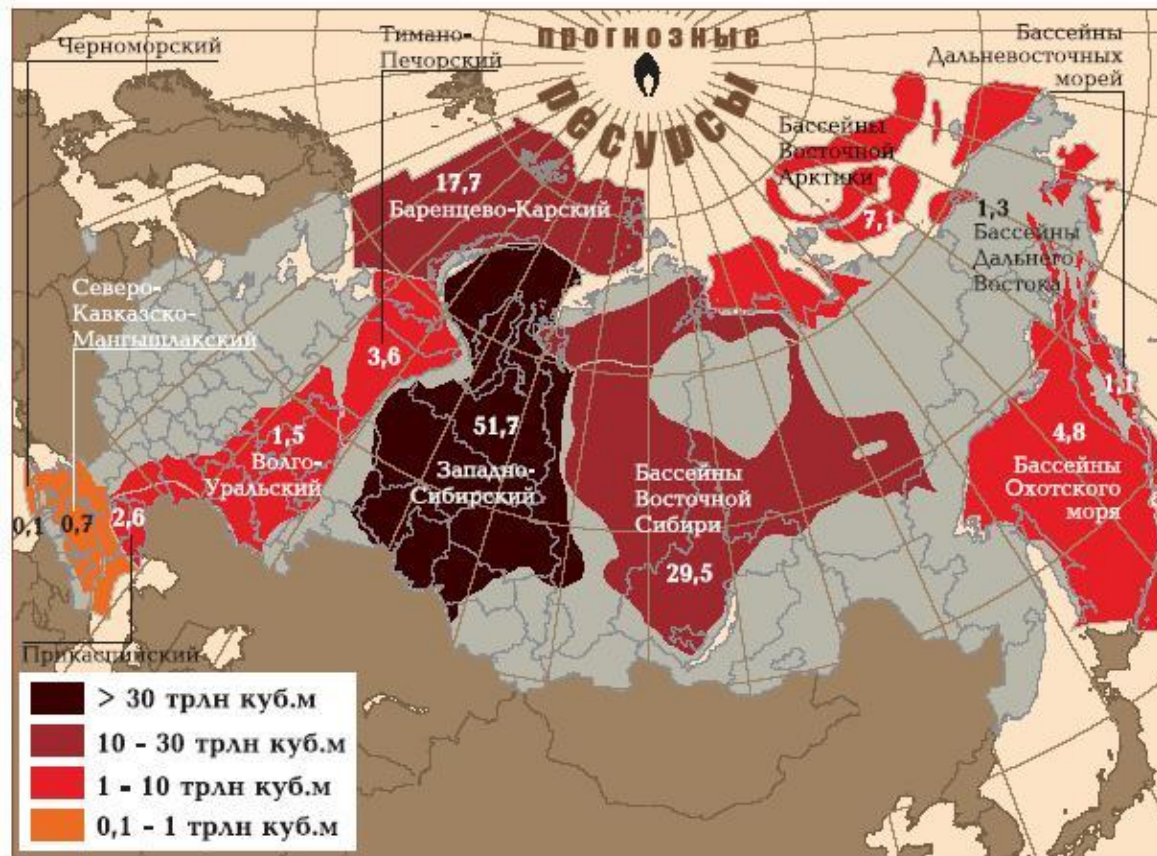
Классификация месторождений по сложности геологического строения

ЗАПАСЫ

ЗАЛЕЖЕЙ РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	ЗАЛЕЖЕЙ РАЗВЕДЫВАЕМЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
А РАЗБУРЕННЫЕ, РАЗРАБАТЫВАЕМЫЕ	-
B_1 НЕРАЗБУРЕННЫЕ, РАЗВЕДААННЫЕ	C_1 РАЗВЕДААННЫЕ
B_2 НЕРАЗБУРЕННЫЕ ОЦЕНЕННЫЕ	C_2 ОЦЕНЕННЫЕ
РЕСУРСЫ	
РЕСУРСЫ	РЕСУРСЫ
D_0 ПОДГОТОВЛЕННЫЕ	$D_{л}$ ПОДГОТОВЛЕННЫЕ
D_1 ПЕРСПЕКТИВНЫЕ	D_1 ПЕРСПЕКТИВНЫЕ
D_2 ПРОГНОЗИРУЕМЫЕ	D_2 ПРОГНОЗИРУЕМЫЕ

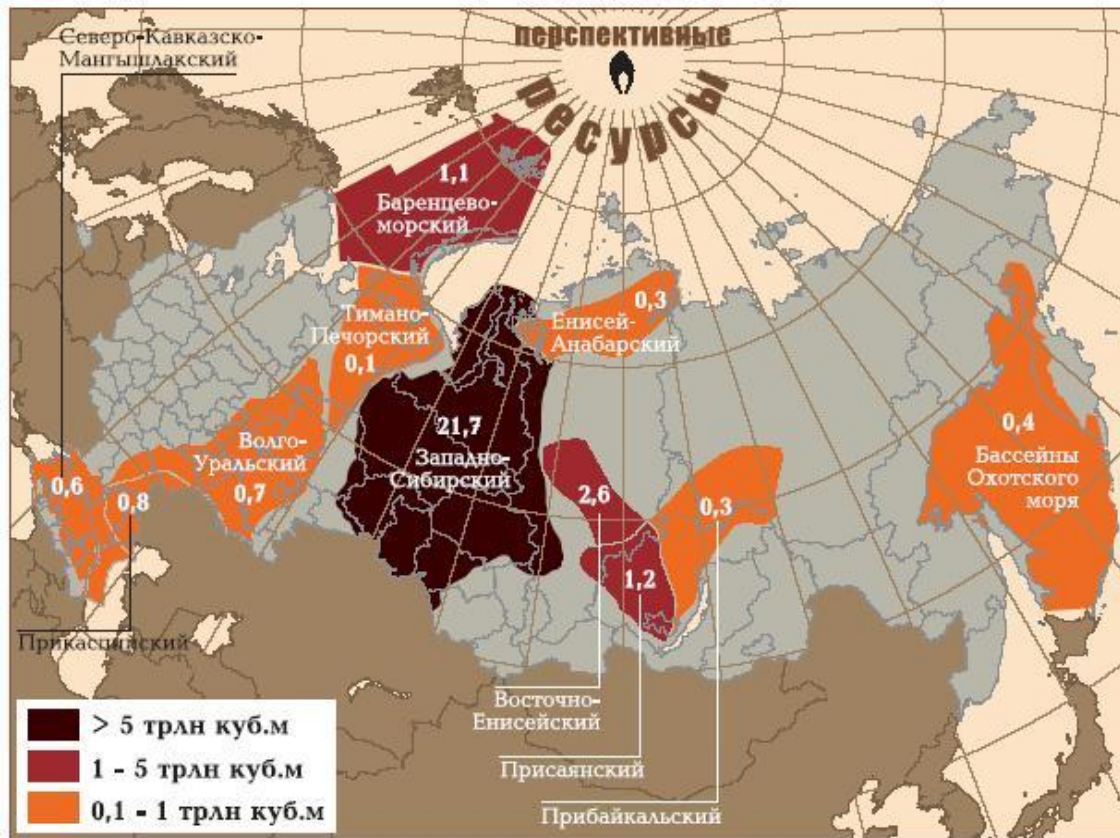
Общая схема классификации запасов и ресурсов

Прогнозные ресурсы природного газа в бассейнах нефтегазоаккумуляции в России



Категория D₂ (прогнозируемые) оцениваются в пределах крупных региональных структур, промышленная нефтегазоносность которых еще не доказана. Отражают потенциальную возможность открытия месторождений нефти и газа в регионе, и используются для проектирования региональных геолого-разведочных работ

(По данным информационно-аналитического центра «Минерал»
<http://www.mineral.ru/facts/russia/131/292/index.html>)



Перспективные ресурсы природного газа в бассейнах нефтегазоаккумуляции в России

(По данным информационно-аналитического центра «Минерал» <http://www.mineral.ru/facts/russia/131/292/index.html>)

Категория D_1 (перспективные) оцениваются в пределах крупных региональных структур, промышленная нефтегазоносность которых доказана. Отражают возможность открытия месторождений нефти и газа в оцениваемом регионе и используются для проектирования региональных геолого-разведочных работ на нефть и газ, выбора районов и установления очередности проведения на них поисковых работ

Категория D_n (локализованные) выделяются по результатам поисковых в пределах районов с доказанной промышленной нефтегазоносностью. используются при планировании геолого-разведочных работ по подготовке ловушек к поисковому бурению и подготовке ресурсов категории D_0 .

Категория **D₀ (подготовленные)** – выделяются в подготовленных к бурению ловушках в районах с доказанной промышленной нефтегазоносностью или в не вскрытых бурением продуктивных пластах **открытых месторождений**.

Форма, размеры и условия залегания предполагаемых залежей определены по результатам геолого-геофизических исследований, толщина и фильтрационно-емкостные свойства пластов, состав и свойства углеводородов принимаются по аналогии с открытыми месторождениями.

Подготовленные ресурсы категории D₀ отражают возможность открытия залежей нефти и газа в подготовленной к поисковому бурению ловушке и используются для проектирования поисковых работ.

К категории С относятся запасы C_1 (разведанные) и C_2 (оценённые).

Запасы залежей / частей залежей, не введенных в промышленную разработку месторождений, изученные высокоточными методами, наличие которых обосновано данными геологических и испытанием отдельных скважин в процессе бурения, относятся к категории C_2 (оцененные). Если ни одна скважина в пределах залежи не испытана, то её запасы относятся к категории C_2 (за исключением месторождений акваторий

К категории C_2 относят запасы:

- неразбуренных участков разведываемых залежей, между границами залежи и границами участков запасов категории C_1 ,
- в районе скважин, по результатам опробования которых, продуктивность не установлена, а характеристика по ГИС аналогична скважинам, давшим промышленные притоки;
- в районе скважин, продуктивность которых предполагается по данным промыслово-геофизических исследований и расположенных на значительном расстоянии от скважин, в которых получены промышленные притоки углеводородов (нефти, газа и их смеси) в пределах неразбуренных тектонических блоков, примыкающих к блокам с установленной продуктивностью.

Для запасов нефти и газа категории C_2 необходимо установить:

- а) непрерывность (выдержанность) свойств пласта по данным сейсмических и других геофизических исследований в оцениваемой части залежи;
- б) контуры нефтегазоносности, гипсометрическое положение флюидальных контактов,
- в) эффективную, нефте- и(или) газонасыщенную толщины коллекторов.

Пористость и другие подсчётные параметры, свойства нефти и газа, коэффициенты извлечения нефти, газа и конденсата принимаются по аналогии.

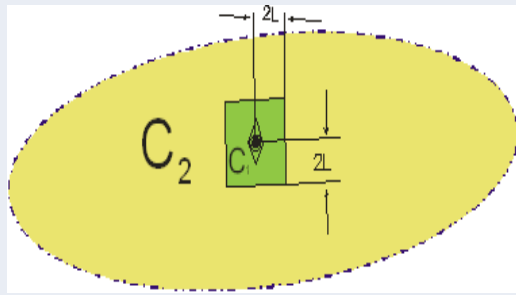
К категории **C₁ (разведанные)** относятся запасы залежей / частей залежей, не введенных в промышленную разработку месторождений, на которых может осуществляться пробная эксплуатация. Залежи должны быть изучены косвенными высокоточными методами и разбурены скважинами, давшими промышленные притоки нефти или газа.

Для открываемых месторождений **на акваториях** к запасам категории C₁ относят залежь / часть залежи, вскрытую первой поисковой скважиной, в которой получены результаты позволяющие оценить характер насыщенности пласта.

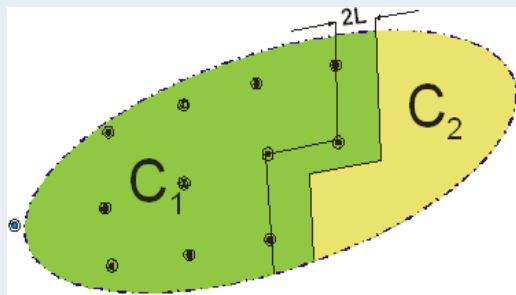
Для отнесения запасов к категории C₁ по залежи необходимо установить:

- положение продуктивного пласта в разрезе и степень выдержанности его по площади;
- литологические особенности продуктивного пласта, нефте- и газонасыщенность коллекторов продуктивных пластов;
- высотное положение флюидальных контактов (или условных уровней подсчёта) по данным опробования и с учётом промыслово-геофизических данных;
- состав и свойства нефти и газа в пластовых и стандартных условиях, а также содержащихся в них попутных полезных компонентов;
- состав и свойства пластовых вод и содержащихся в них попутных полезных компонентов;
- начальные (текущие) дебиты нефти, газа и воды, коэффициенты продуктивности скважин, начальные и текущие пластовые давления, давления насыщения, начальное газосодержание.

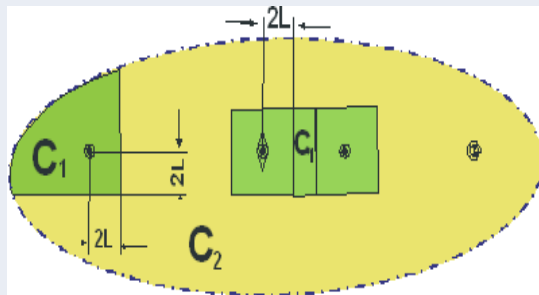
Коэффициенты извлечения принимаются по аналогии с изученными залежами.



Границы запасов категории C_1 устанавливаются в районе скважин, нефтегазоносность в которых установлена по результатам испытаний скважин, давших промышленные притоки нефти и газа - в сторону неизученной части залежи на расстоянии двойного шага эксплуатационной сетки ($2L$), Для месторождений в акваториях граница запасов категории C_1 устанавливается в пределах рассчитанной (прогнозируемой) зоны дренирования.



В районе скважин, нефтегазоносность в которых установлена по результатам испытаний в сторону неизученной части залежи на расстоянии двойного шага эксплуатационной сетки ($2L$), Для месторождений в акваториях морей граница запасов категории C_1 устанавливается в пределах рассчитанной (прогнозируемой) зоны дренирования.



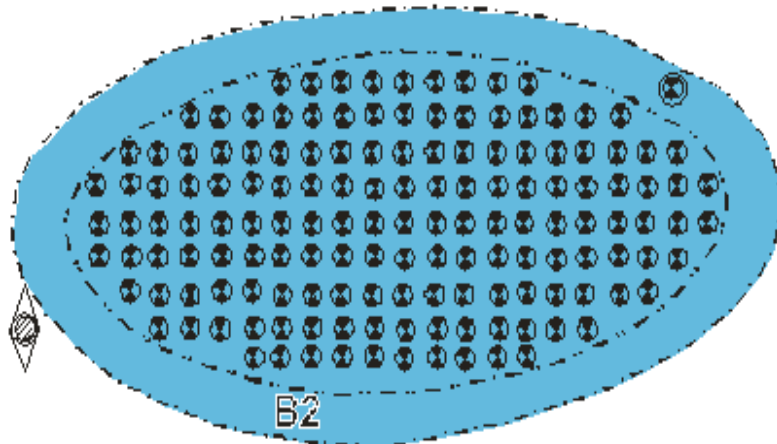
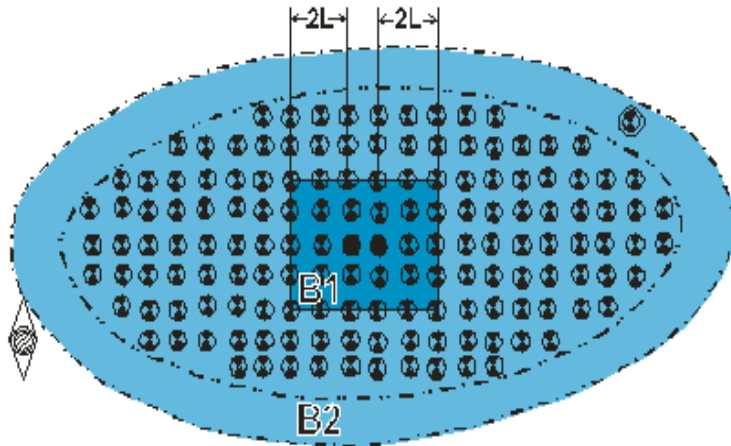
Если расстояние между квадратами запасов категории C_1 около скважин с промышленными притоками меньше двойного шага предполагаемой эксплуатационной сетки ($2L$), то такие участки могут объединяться, в случае, когда скважина, давшая промышленные притоки нефти или газа, расположена вблизи границ залежи, поле категории C_1 ограничивается сторонами квадрата, продолженными до границ залежи.

Категория В

Запасы залежей / частей залежей, разработка которых **планируется**, изученные сейсморазведкой или иными высокоточными методами и разбуренные поисковыми, оценочными, **разведочными**, транзитными или углубленными эксплуатационными скважинами, давшими промышленные притоки нефти или газа относятся к категории **В₁**.

Запасы залежей / частей залежей, разработка которых проектируется, изученные сейсморазведкой или иными высокоточными методами, наличие которых обосновано данными геологических и геофизических исследований и испытанием **отдельных скважин в процессе бурения**, относятся к категории **В₂**.

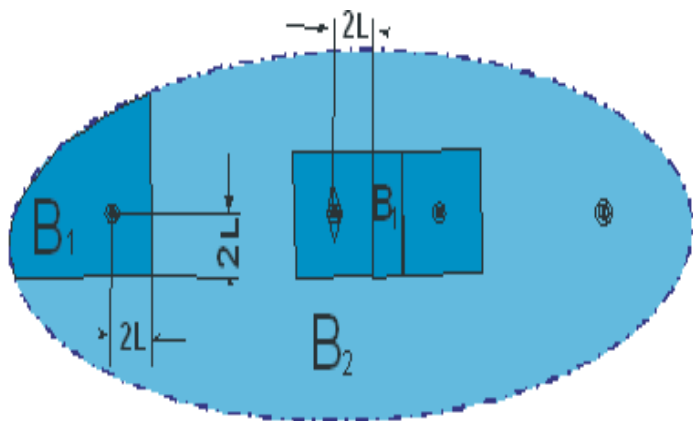
Выделение границ запасов категории В



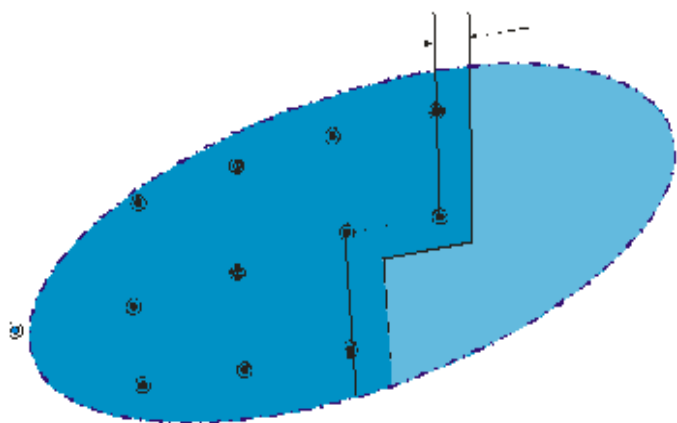
Неразрабатываемую залежь разрабатываемого месторождения, изученную по материалам промыслово-геофизических исследований в транзитных неопробованных эксплуатационных скважинах - до границ залежи

Неразрабатываемую залежь разрабатываемого месторождения, изученную по материалам промыслово-геофизических исследований в транзитных неопробованных эксплуатационных скважинах - до границ залежи.

Выделение границ запасов категории В

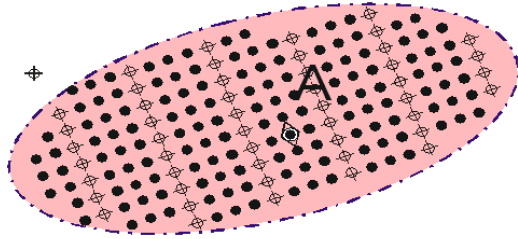


Для частей залежи разрабатываемого месторождения, разбуренных скважинами, из которых получены промышленные притоки нефти или газа - на расстоянии, равном двойному шагу эксплуатационной сетки - $2L$ от скважины сторону неизученной части залежи ($0,5 L$, где L - расстояние между эксплуатационными скважинами). Отдельно расположенные не опробованные разведочные скважины в категорию B_1 не включаются

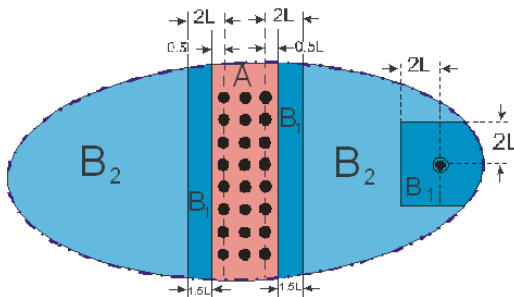


Для частей залежи разрабатываемого месторождения, разбуренных скважинами, из которых получены промышленные притоки нефти или газа - на расстоянии, равном двойному шагу эксплуатационной сетки - $2L$ от скважины в сторону неизученной части залежи

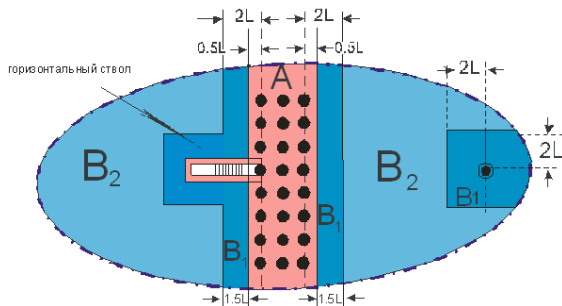
Категория А - запасы залежи / части залежи, разбуренные эксплуатационными скважинами и разрабатываемые.



Для разрабатываемой залежи, полностью разбуренной эксплуатационными скважинами - по контуру залежи



Для разрабатываемой залежи, частично разбуренной эксплуатационными скважинами - на расстоянии равном половине шага сетки эксплуатационных скважин от линии, проходящей через крайние скважины



Для залежей, разрабатываемых скважинами с горизонтальными, и пологими окончаниями забоя, границы категории А проводятся на всём протяжении ствола скважины на расстоянии 0,5 L

ОЦЕНКА РЕСУРСОВ И ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ НЕФТИ И ГАЗА

Для оценки ресурсов применяются данные, контролирующие нефтегазоносный потенциал и характеристики ловушки и нефтегазоносного пласта

- мощность нефтематеринских толщ,**
- мощность региональной покрывки,**
- размеры ловушек,**
- мощность коллектора,**
- глубина и тектоническая сложность ловушек**

Подсчет запасов

Запасы нефти

$$Q_{н0} = F \cdot h_{нн} \cdot K_p \cdot K_{нн} \cdot \rho_n \cdot \theta \quad (1)$$

где $Q_{н0}$ – начальные геологические запасы нефти, тыс. т.;

F – площадь нефтеносности, м²;

$h_{нн}$ – эффективная нефтенасыщенная толщина, м;

K_p – коэффициент пористости;

$K_{нн}$ – коэффициент нефтенасыщенности;

ρ_n – плотность нефти в поверхностных условиях, г/см³;

θ – пересчетный коэффициент, учитывающий усадку нефти.

Запасы газа

$$Q_{го} = F \cdot h_g \cdot K_{оп} \cdot K_g \cdot K_t \cdot K_p \quad (2)$$

где F – площадь газоносности, м²;

h_g – эффективная газонасыщенная толщина, м;

$K_{оп}$ – коэффициент пористости;

K_g – коэффициент газонасыщенности;

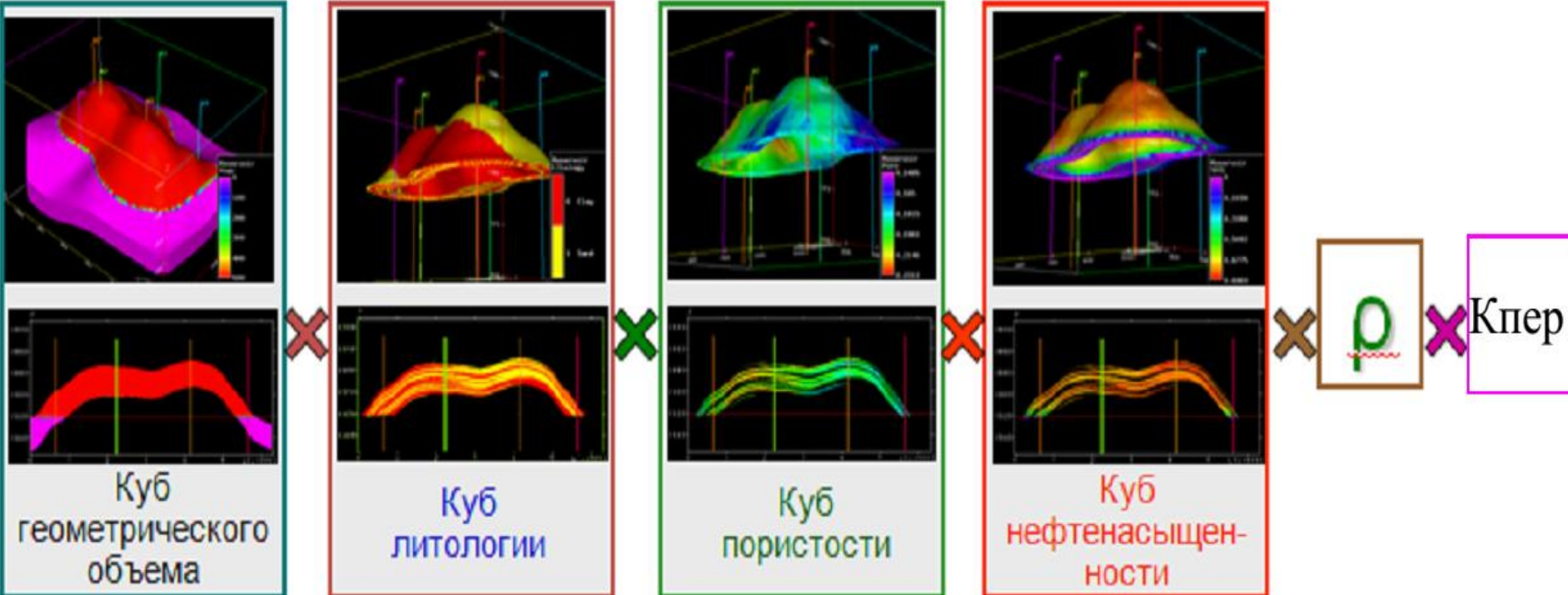
K_t – коэффициент, учитывающий отношение температур в стандартных и пластовых условиях;

K_p – коэффициент, учитывающий превышение давления реальных газов в пластовых условиях над давлением в стандартных условиях

Коэффициенты вычисляются следующим образом:

$$K_t = (T_0 + t_{ст}) / (T_0 + t_{пл})$$

$$T_0 = 293^{\circ}\text{K} \text{ и } t_{ст} = 20^{\circ}\text{C}$$



Подсчет запасов по трехмерной модели объемным методом (по материалам Г.П. Кузнецовой)

Вопросы для самопроверки

1. Что такое геологические запасы?
2. Что такое начальные запасы?
3. Что такое балансовые запасы?
4. Что такое минеральные ресурсы?
5. Что такое категория запасов и ресурсов и какие категории бывают?
6. Какие бывают классификации ресурсов и запасов?
7. Чем характеризуются ресурсы категории D2?
8. Чем характеризуются ресурсы категории D1?
9. Чем характеризуются ресурсы категории Dл?
10. Чем характеризуются ресурсы категории D0?
11. Чем характеризуются запасы категории C2?
12. Чем характеризуются запасы категории C1?
13. Чем характеризуются запасы категории B2?
14. Чем характеризуются запасы категории B1?
15. Чем характеризуются запасы категории A?