

ЛЕКЦИЯ 1

Дисциплина «Подсчет запасов и оценка ресурсов нефти и газа»



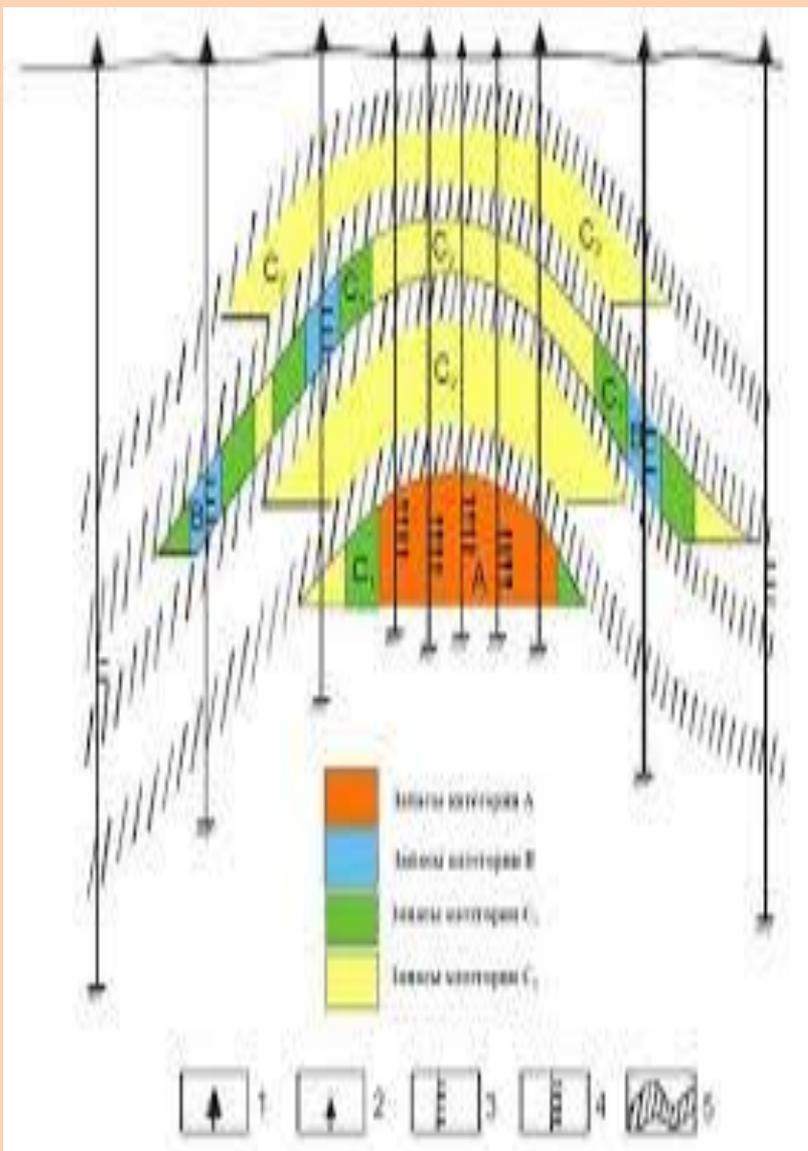
Содержание дисциплины



Перед геологической службой компаний стоит ответственная задача по учету и своевременной подготовке к освоению запасов углеводородного сырья – нефти, газа и конденсата.

Подсчет запасов и оценка ресурсов нефти, газа и конденсата основывается на детальном изучении недр и синтезируют в себе все сведения, полученные в процессе поисков, разведки и разработки залежей: данные изучения минералогических и петрографических особенностей пород, физики пласта и физико-химических свойств флюидов, результаты полевых и промыслово-геофизических исследований, сведения об условиях формирования залежей нефти, газа и конденсата, о закономерностях размещения их в

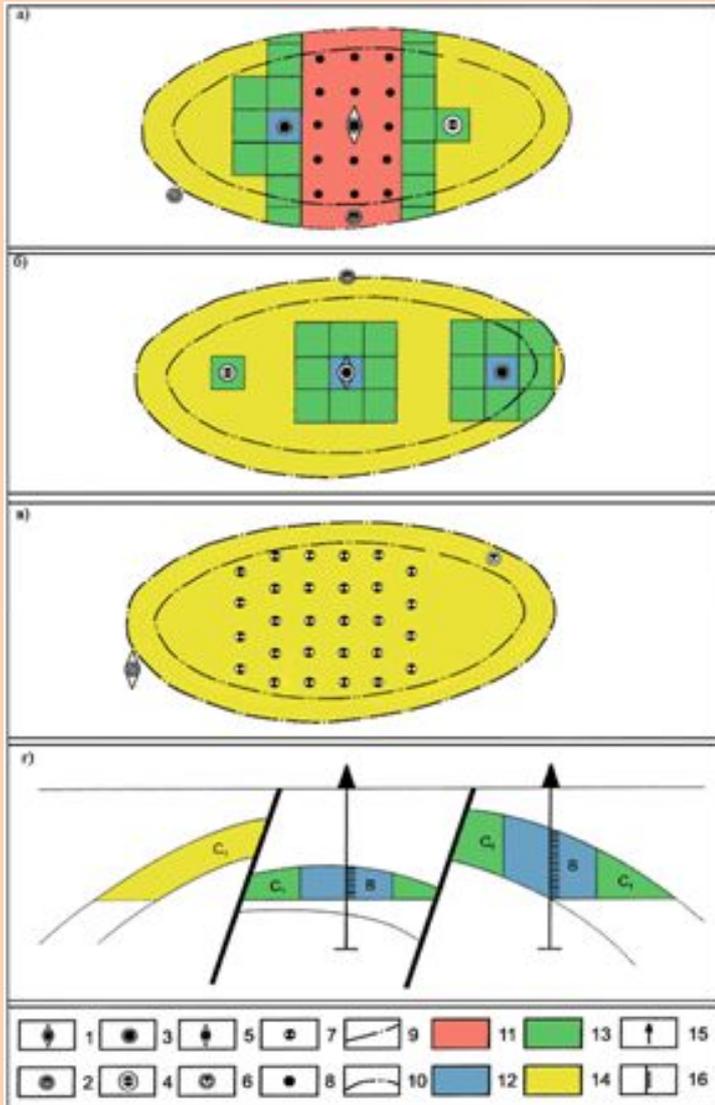
В результате изучения дисциплины будут получены знания о:



- методах получения геологической информации;
- принципах геологического моделирования;
- основных характеристиках залежей
- методах геометризации залежей нефти газа пластового и массивного типов;
- методах подсчета запасов нефти и газа;
- методах оценки КИНа,
- методах оценки попутных компонентов;
- методах оценки ресурсов нефти и газа.

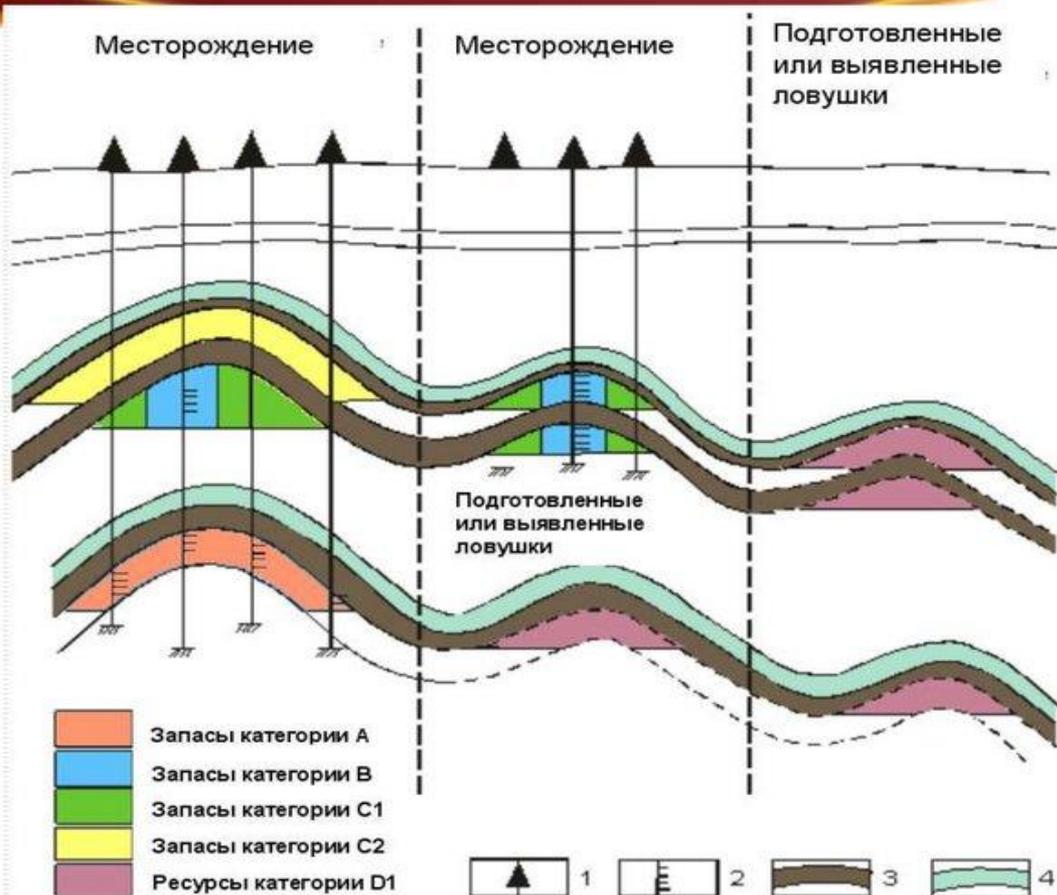
Основными задачами дисциплины являются:

- изучение категорий запасов и ресурсов нефти и газа;
- изучение этапов и стадий геологоразведочных работ и их взаимосвязь с категориями запасов и ресурсов нефти и газа;
- изучение методов подсчета запасов нефти и газа;



Изучение на разных этапах и стадиях ГРП

Выделение ресурсов и запасов



1- скважины на профиле; 2 - интервалы перфорации; 3 - непроницаемые породы; 4 - опорный маркирующий горизонт.

К категории D₁ относятся:

Ресурсы перспективных пластов месторождений, не вскрытых поисковым бурением, если продуктивность их установлена на других месторождениях района

Ресурсы на выявленных и подготовленных к бурению ловушках, расположенных в пределах одной структурно-фациальной зоны нефтегазоносного района, в которой имеются выявленные, разведанные залежи нефти и газа.

Форма, размеры и условия залегания предполагаемых залежей определены по результатам геолого-геофизических исследований, толщина и коллекторские свойства пластов, состав и свойства нефти и газа принимаются по аналогии с залежами разведанных месторождений.

Основными задачами дисциплины являются:

- изучение методов подсчета геологических и извлекаемых запасов растворенного в нефти газа, конденсата, этана, пропана, бутанов и полезных компонентов;*
- изучение методов определения извлекаемых запасов нефти и газа на различных стадиях изученности залежей;*
- изучение методов оценки перспективных и прогнозных ресурсов.*

Основные разделы дисциплины

Понятие запасов и ресурсов

Мировые запасы и ресурсы

**Классификация запасов и ресурсов нефти
и газа**

Классификация запасов

Основные принципы новой классификации запасов

Запасы делятся на категории по степени промышленного освоения и степени геологической изученности

Одна из ключевых задач НКЗ – создание условий для вовлечения в разработку трудноизвлекаемых запасов

Разрабатываемые

Разведываемые

Категории запасов

A

B1

B2

C1

C2

Извлекаемые запасы рассчитываются на основе детальных экономических расчетов, определяющих оптимальную систему разработки месторождения

Эконом. расчеты включают оценку риска не подтверждения запасов

Экспертная экономическая оценка перспектив освоения месторождения

Извлекаемые запасы рассчитываются за весь период разработки и за рентабельный период

Извлекаемые запасы оцениваются по аналогии

Действующими проектными документами являются ТСР, ТПР или Дополнения к ним

Отсутствует технологический проектный документ или действующим документом является ППЭ (Дополнение к нему)

Запасы, составляющие основу для государственного планирования добычи нефти

Запасы, требующие дополнительного изучения и, возможно, введения дополнительных льгот со стороны государства

Основные разделы дисциплины

Подсчет запасов нефти и газа и оценка ресурсов на разных стадиях геологоразведочных работ

Методы исследований на разных этапах и стадиях ГРП

Подсчет запасов нефти объемным методом

Определение основных подсчетных параметров

Выделение коллекторов

Оценка фильтрационно-емкостных свойств

Петрофизические основы определения пористости

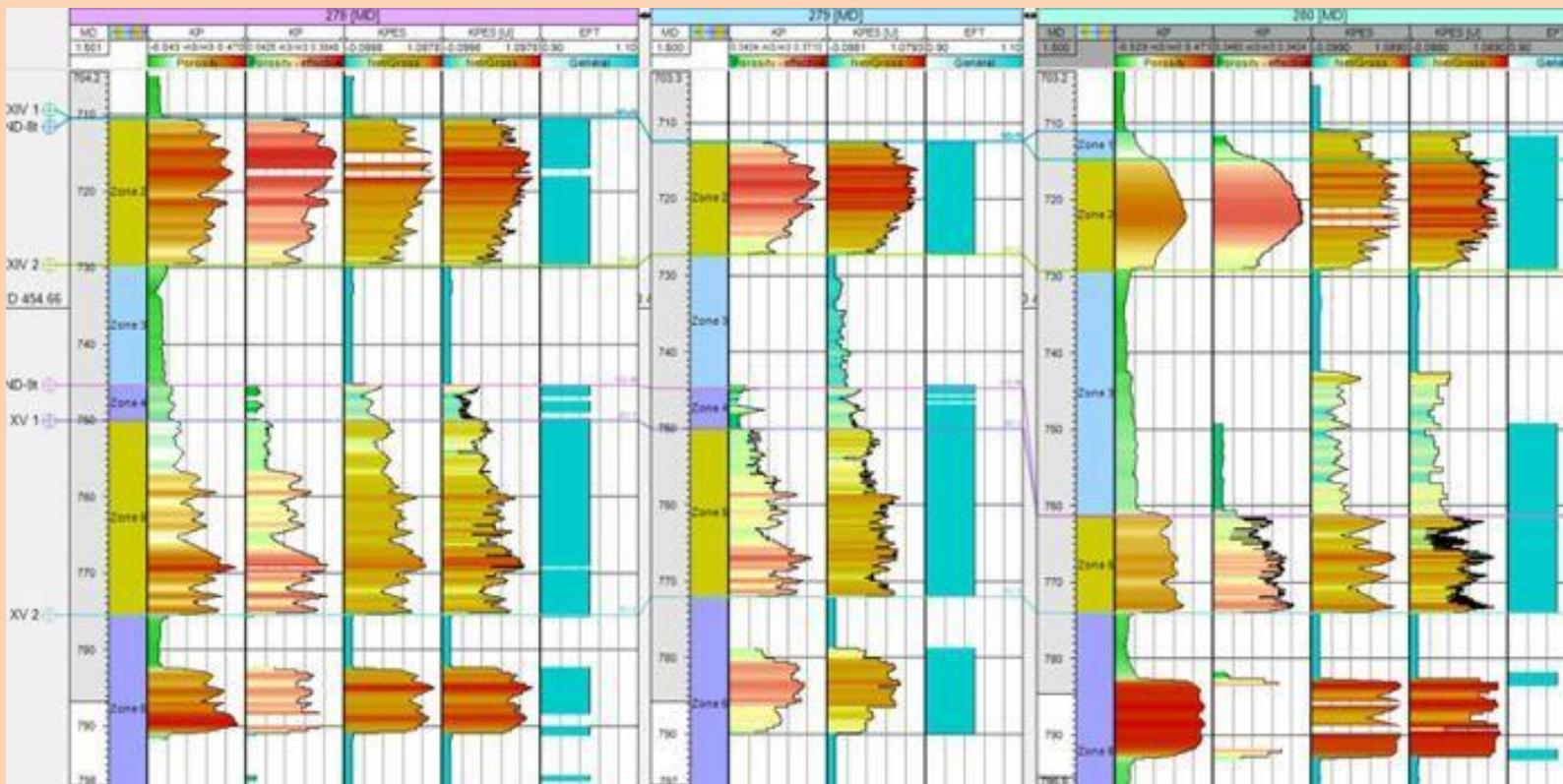
Определение проницаемости

Определение ВНК, ГВК, ГНК

Подсчет запасов нефти объемным методом



Разработка геологических моделей залежей



Определение нефтегазонасыщенности

Компьютерные системы комплексной интерпретации ГИС

Корреляция разрезов скважин

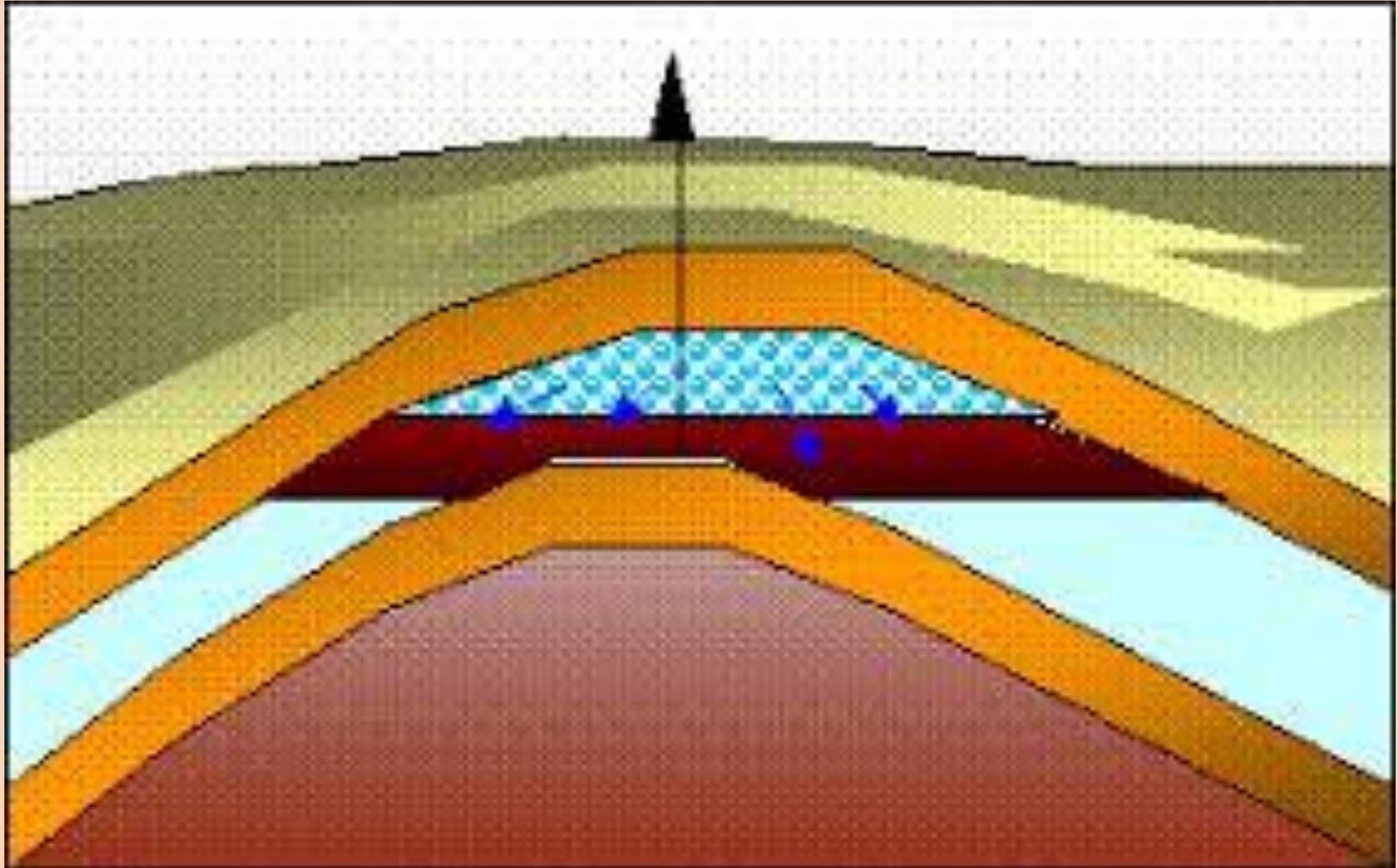
Определение физико-химических свойств жидкостей

Разработка геологических моделей залежей

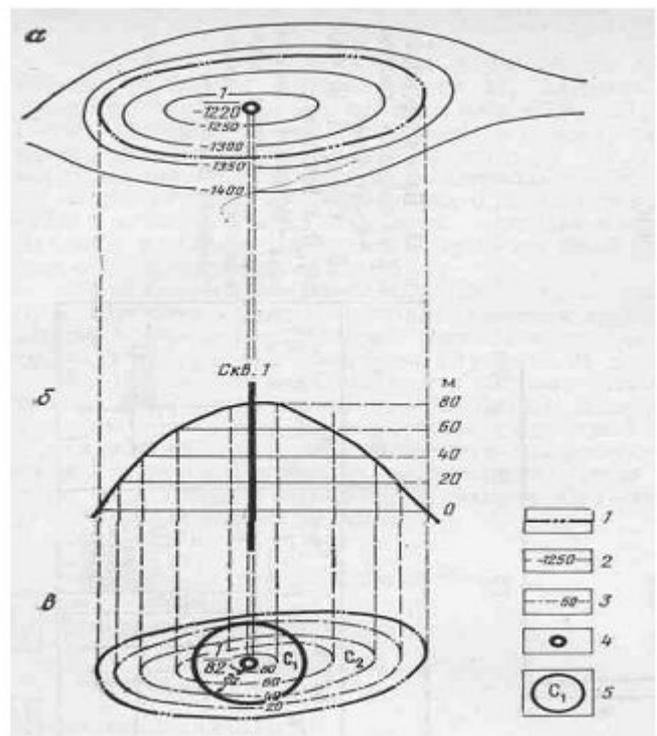
Геометризация залежей

Компьютерные технологии подсчета запасов

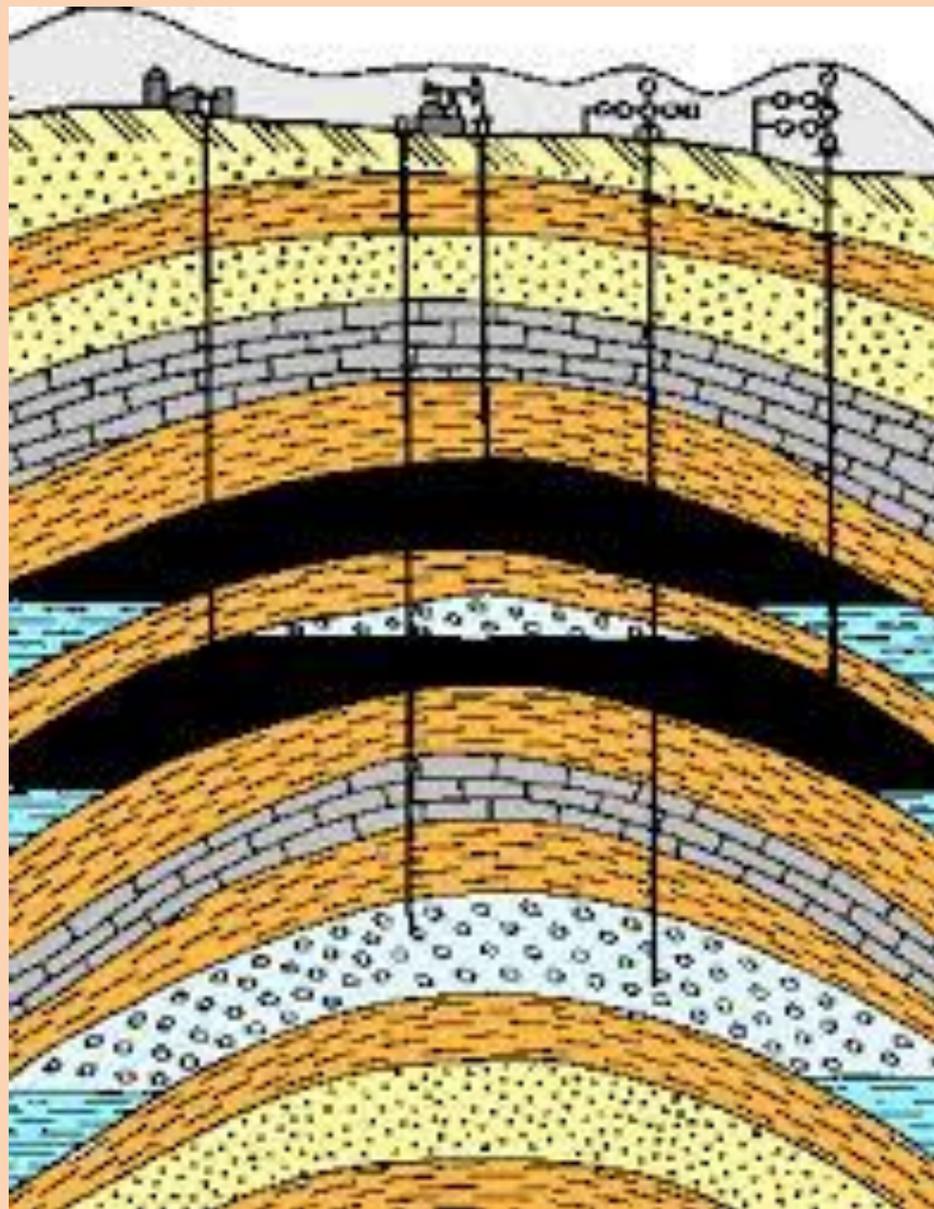
Залежь простого строения



Геометрия залежей



Многозалежное месторождение простого строения

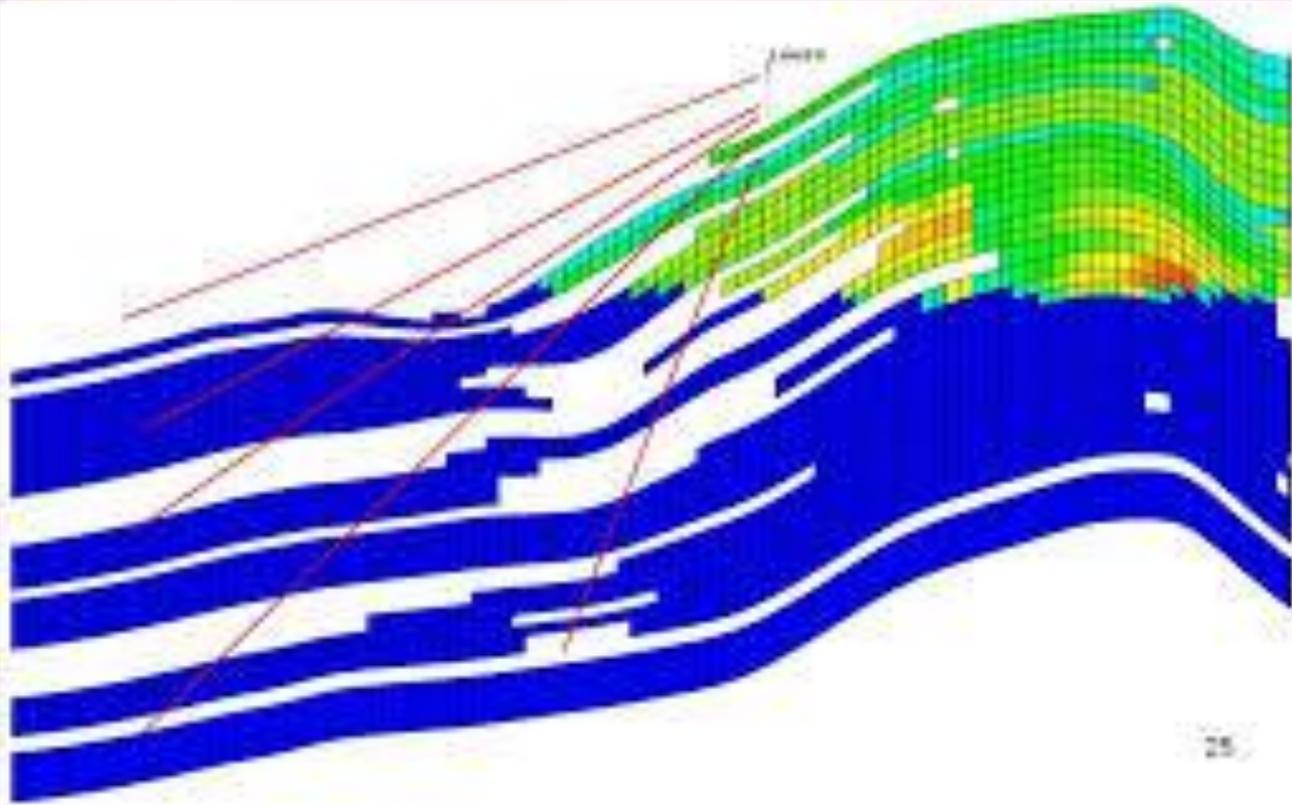


Осложненное месторождение (залежи разделены непроницаемым флюидоупором)

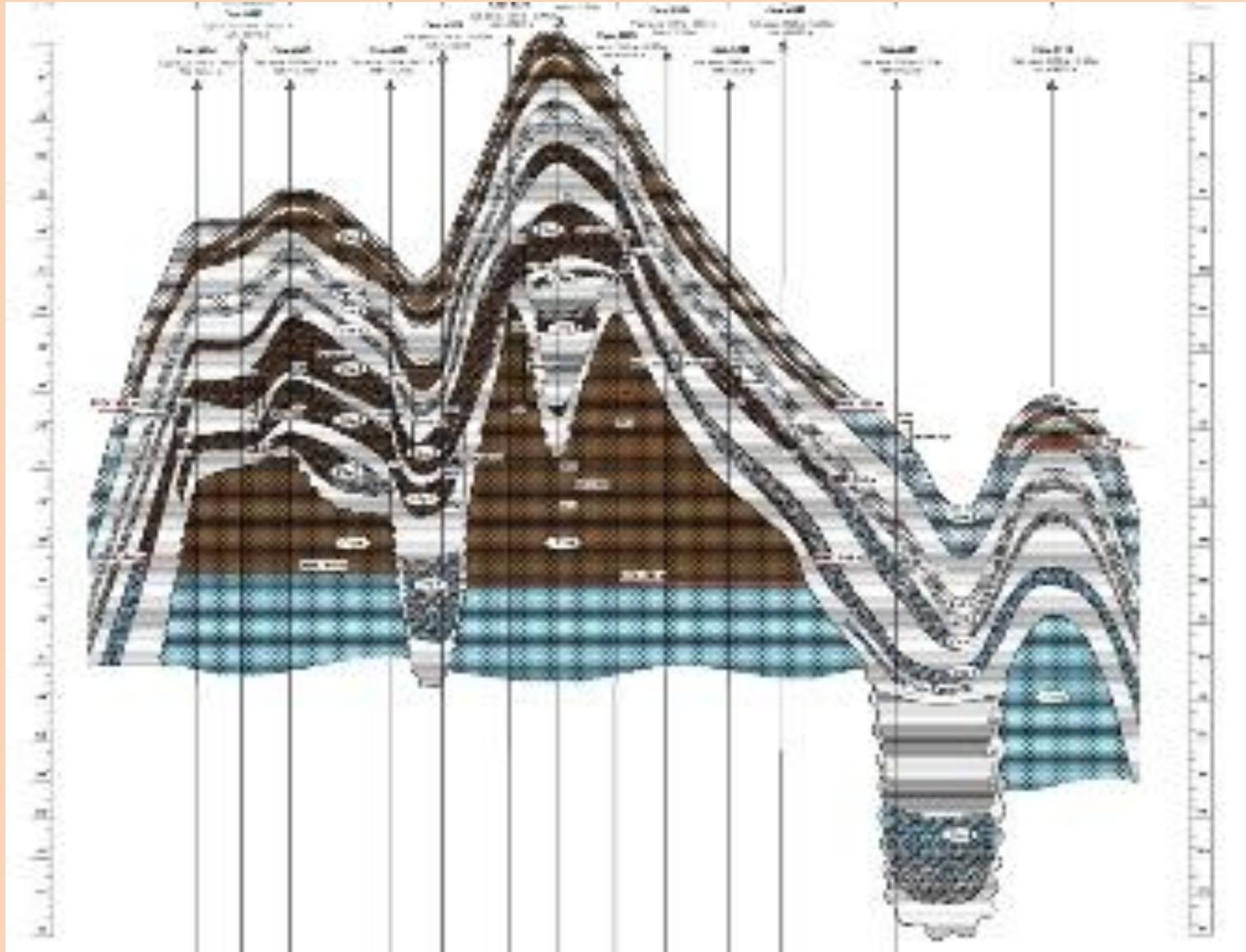


Массивная задежь простого строения

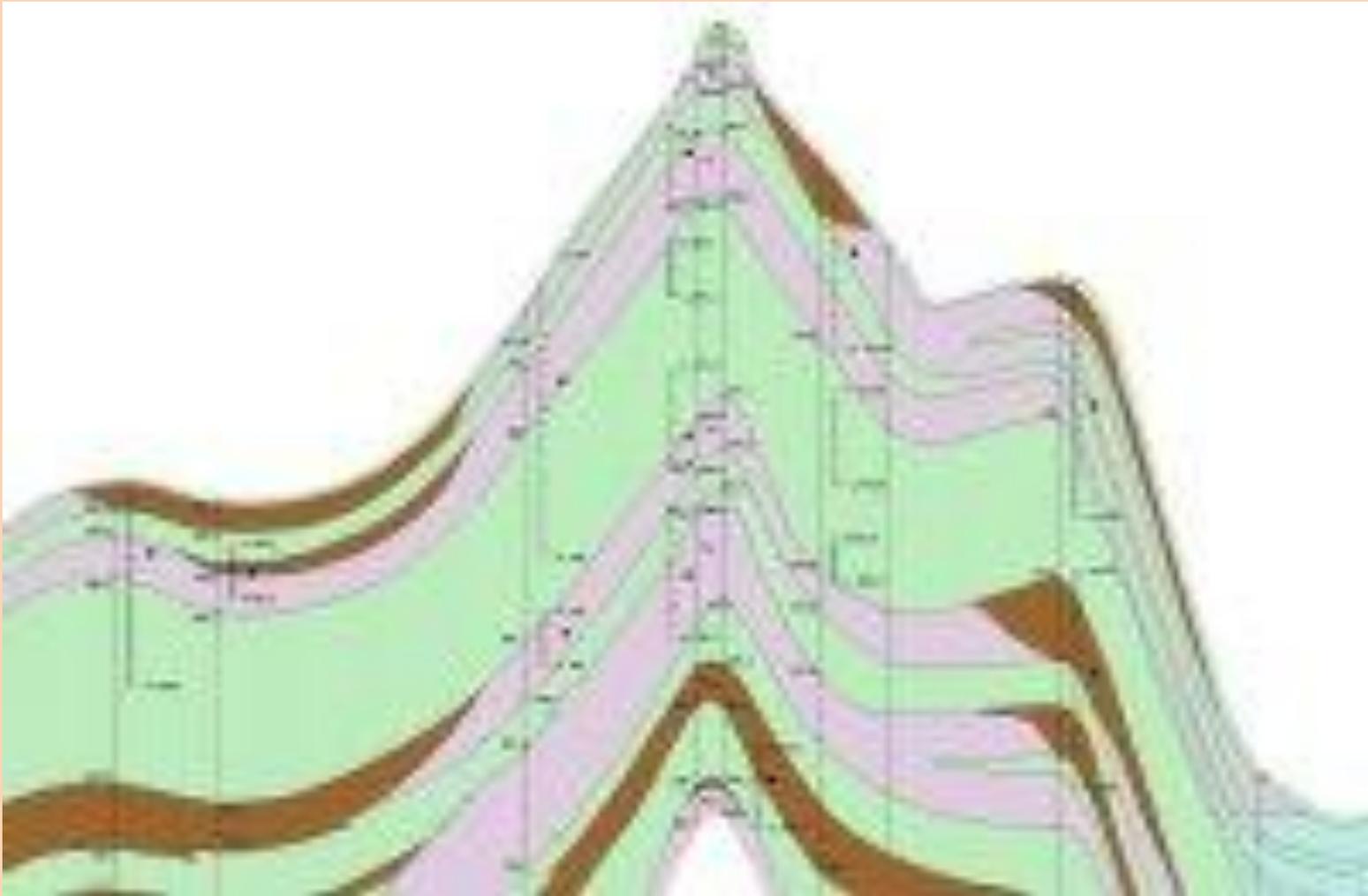
Необоснованное применение несоседних соединений



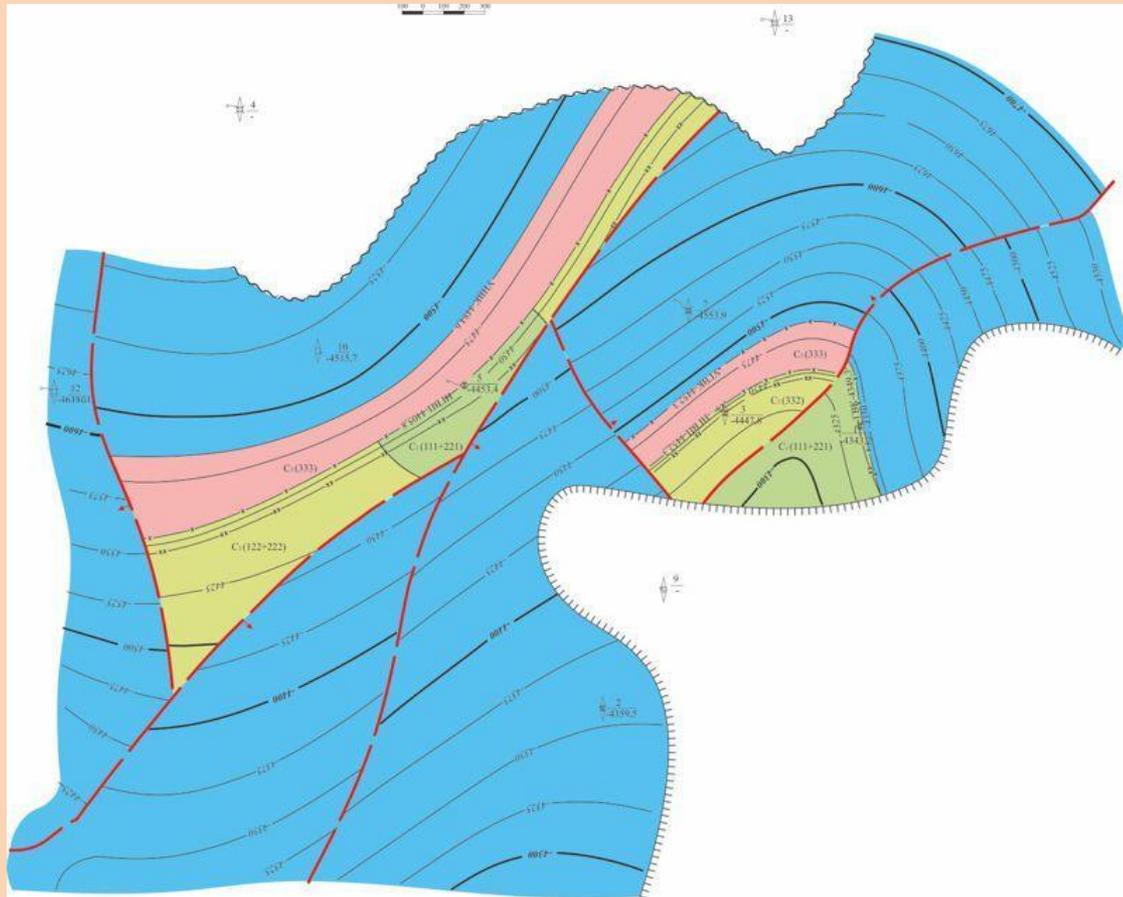
Многозалежное осложненное месторождение



Месторождение сложного строения

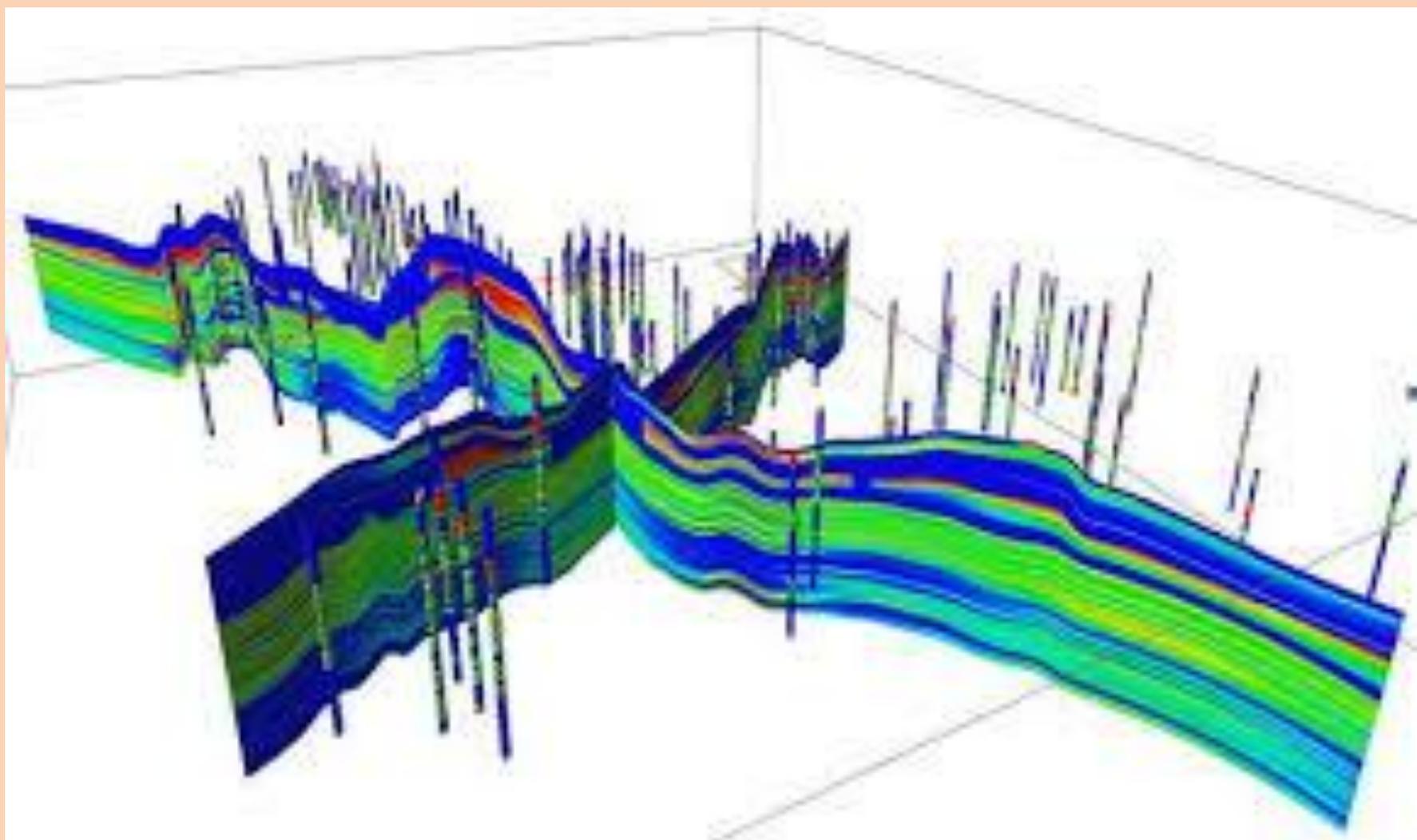


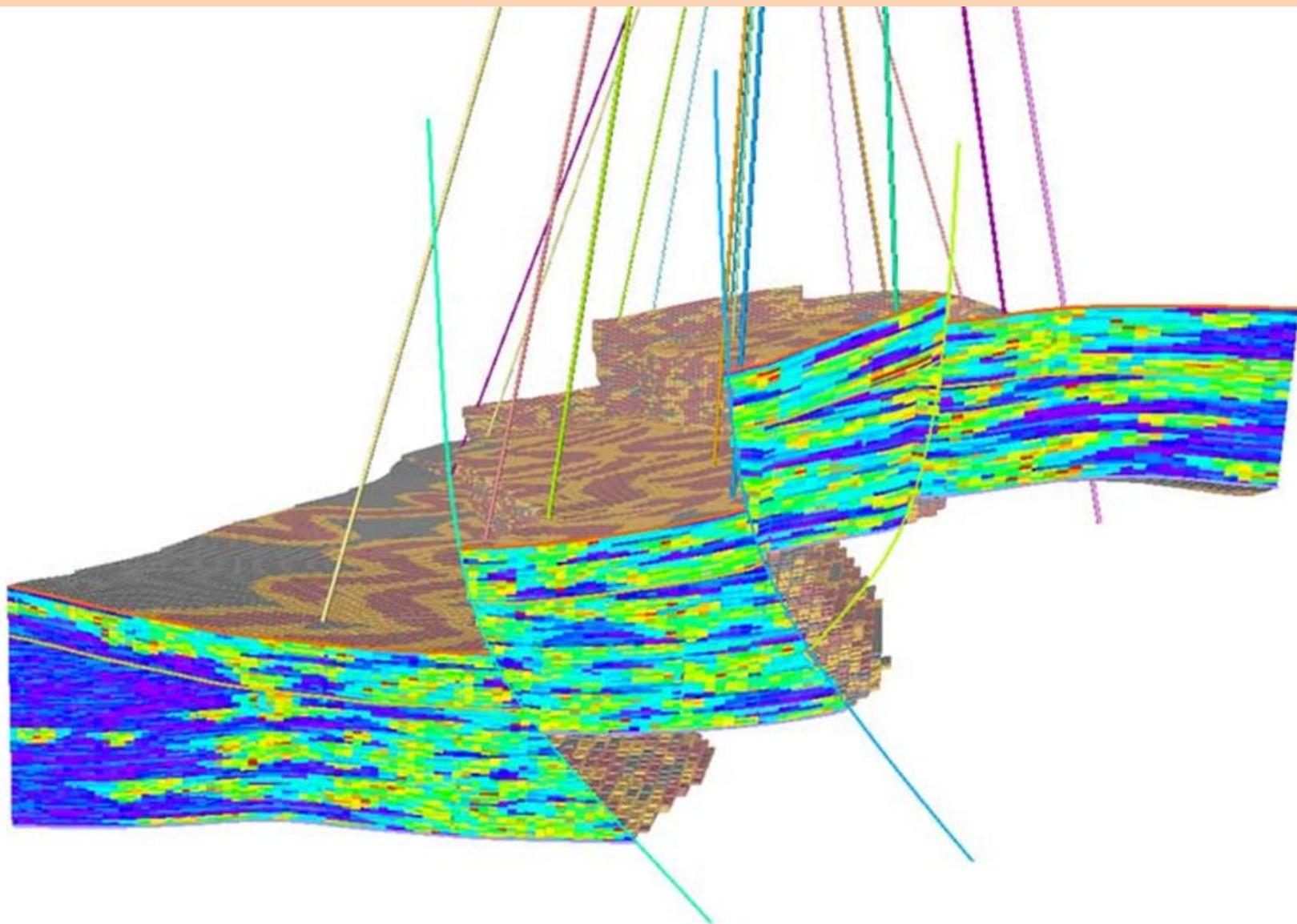
Месторождение разбитое на блоки



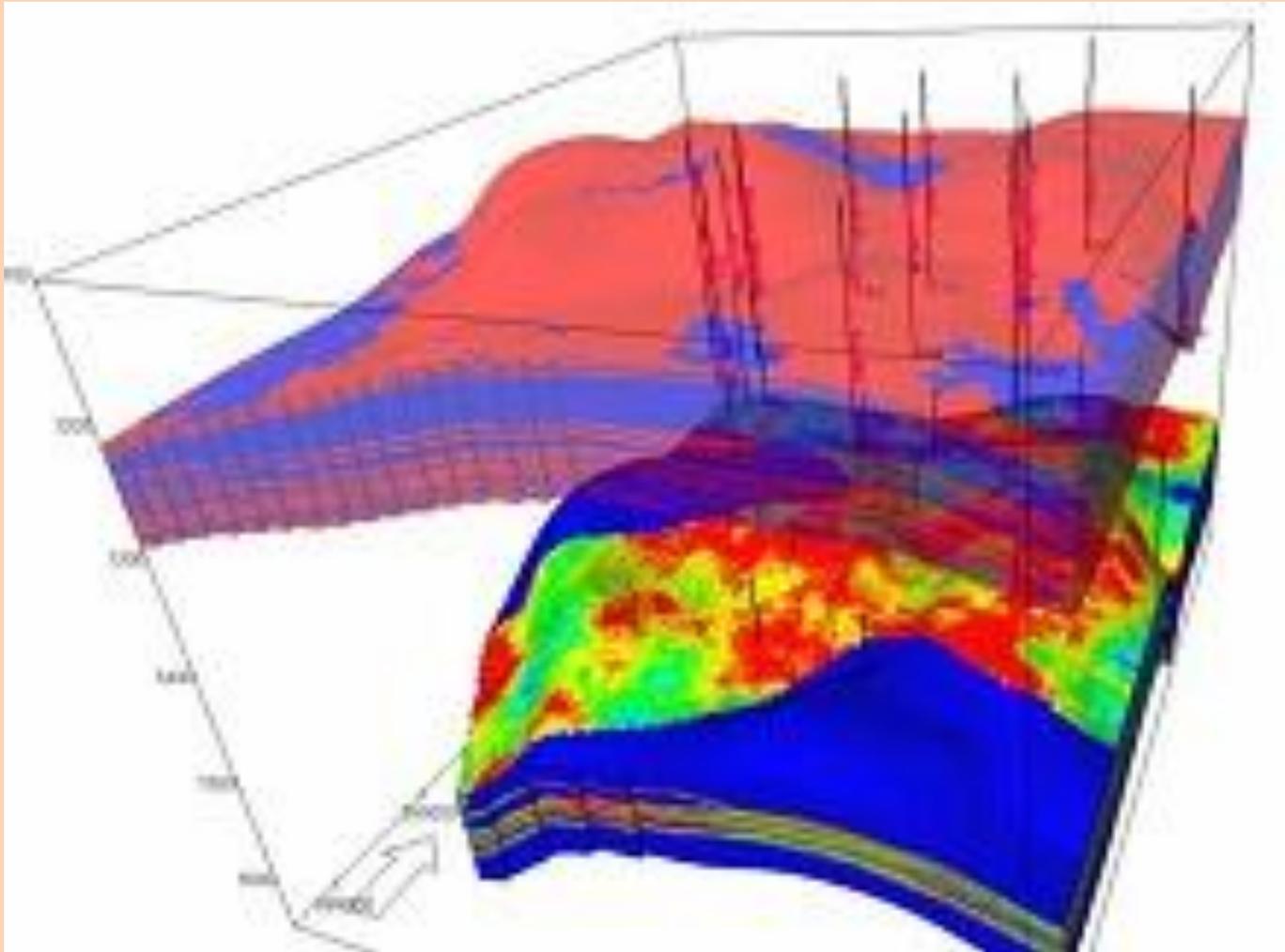
Месторождение разбитое на блоки







Трёхмерное моделирование позволяет понять строение



Оценка ресурсов

Методы количественного прогноза нефтегазоносности

Количественная оценка ресурсов нефти и газа

Методы количественной оценки начальных ресурсов УВ

Метод сравнительных геологических аналогий

Историко-статистические методы

Объемно-генетический метод

Технология бассейнового моделирования

Понятие запасов и ресурсов. Мировые запасы нефти и газа

Классификация запасов и ресурсов нефти и газа

Запасы

Запасы нефти и газа – это скопления нефти и газа, находящиеся в недрах в виде залежей

ЗАПАСЫ выявляются на основе анализа геологической информации, полученной в результате проведения геологоразведочных работ

Ресурсы – это возможные скопления нефти и газа и горючих компонентов в прогнозируемых залежах не вскрытых бурением, установленных на основании геологических, геофизических и геохимических исследований.

Запасы геологические и извлекаемые

Запасы залежей и месторождений подразделяются на: количество нефти, газа, конденсата и содержащихся в них компонентов, которое находится в недрах в изученных бурением залежах, наличие которых в недрах доказано пробной или промышленной эксплуатацией или испытанием скважин или обосновывается геолого-геофизическими исследованиями (геологические запасы);

Часть геологических запасов, которая может быть добыта из залежи (месторождения) за весь срок разработки в рамках оптимальных проектных решений с использованием доступных технологий с учетом соблюдения требований по охране недр и окружающей среды (извлекаемые запасы).

Ресурсы не вскрытых бурением объектов с предполагаемой нефтегазоносностью подразделяются на:

количество нефти, газа и конденсата, содержащееся в не вскрытых бурением ловушках, нефтегазоносных или перспективных нефтегазоносных пластах, горизонтах или комплексах, наличие которых в недрах предполагается на основе геологических представлений, теоретических предпосылок, результатов геологических, геофизических и геохимических исследований (геологические ресурсы);

Запас

ы

Запасы нефти и газа подсчитываются по результатам геологоразведочных работ и разработки месторождений.

Данные о запасах нефти и газа используются при планировании осуществления их добычи, при разработке и инвестиации проектов, при разработке

Объекты подсчета запасов

Объектом подсчета запасов является залежь (часть залежи) нефти и газа с доказанной промышленной нефтегазоносностью.

Объекты оценки ресурсов

Ресурсы нефти и горючих газов оцениваются отдельно в пределах нефтегазоносных провинций, областей и районов, зон, площадей и отдельных ловушек.

Объекты оценки ресурсов

Объекты оценки ресурсов– скопления нефти, газа в нефтегазоносных комплексах, горизонтах, пластах и ловушках, не вскрытых бурением, наличие которых в недрах прогнозируется по результатам геологических, геофизических и геохимических исследований.

Запасы и ресурсы

Запасы и ресурсы по промышленной значимости и экономической эффективности подразделяются на **группы запасов и ресурсов**, а по степени геологической изученности и промышленной освоенности на **категории запасов и ресурсов**.

Мировые тенденции в нефтегазовой промышленности

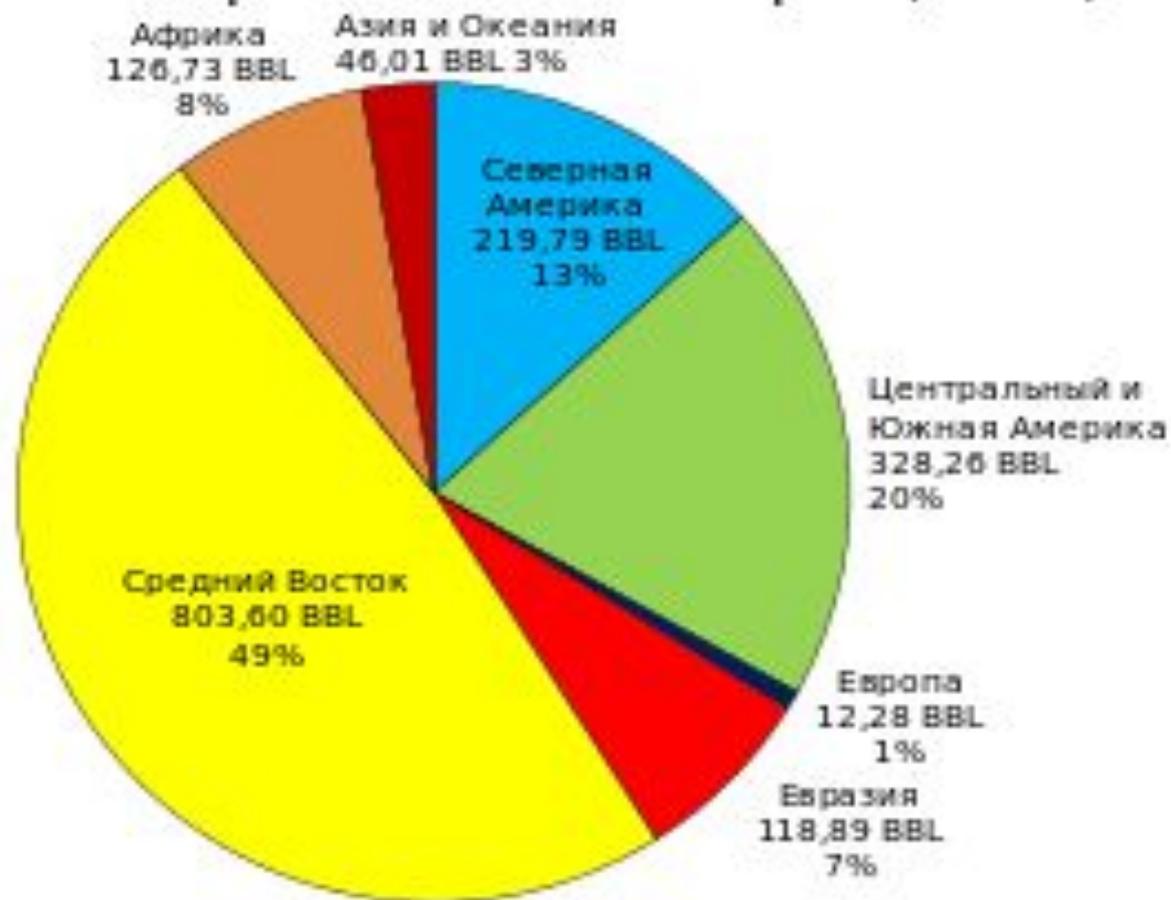
МИРОВЫЕ запасы и ресурсы НЕФТИ И ГАЗА.

ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ.

Большая часть нефтяных месторождений рассредоточена по шести регионам мира и приурочена к внутриматериковым территориям и окраинам материков:

- Персидский залив – Северная Африка;
- Мексиканский залив – Карибское море (включая прибрежные районы Мексики, США, Колумбии, Венесуэлы и о. Тринидад);
- острова Малайского архипелага и Новая Гвинея;
- Западная Сибирь;
- северная Аляска;
- Северное море (главным образом норвежский и британский секторы);

Мировые запасы нефти (2014)



Мировые запасы нефти по странам (на 01.01.2018), млрд. баррелей:

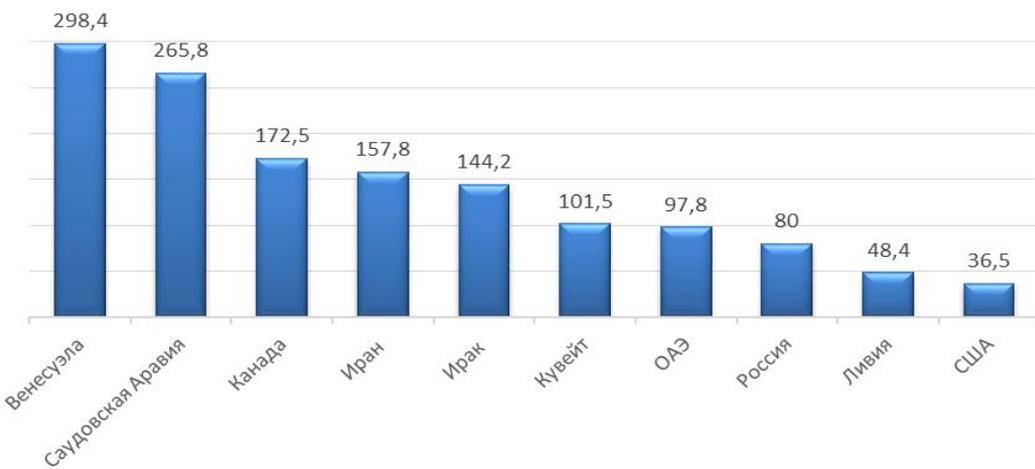
Страна	Запасы нефти	% от мировых запасов
Венесуэла*	303,2	17,9
Саудовская Аравия	266,2	15,7
Канада**	168,9	10,0
Иран	157,2	9,3
Ирак	148,8	8,8
Россия	106,2	6,3
Кувейт	101,5	6,0
ОАЭ	97,8	5,8
США	50,0	2,9
Ливия	48,4	2,9
Нигерия	37,5	2,2
Казахстан	30,0	1,8
Китай	25,7	1,5
Катар	25,2	1,5
Бразилия	12,8	0,8
Все остальные	117,4	7,0

1		Венесуэла		298,400,000,000
2		С. Аравия		268,300,000,000
3		Канада		172,500,000,000
4		Иран		157,800,000,000
5		Ирак		144,200,000,000
6		Кувейт		104,000,000,000
7		ОАЭ		97,800,000,000
8		Россия		80,000,000,000
9		Ливия		48,360,000,000
10		Нигерия		37,070,000,000
11		США		36,520,000,000
12		Казахстан		30,000,000,000
13		Катар		25,240,000,000
14		Китай		24,650,000,000
15		Бразилия		15,310,000,000
16		Алжир		12,200,000,000
17		Мексика		9,812,000,000
18		Ангола		9,011,000,000
19		Эквадор		8,832,000,000
20		Азербайджан		7,000,000,000

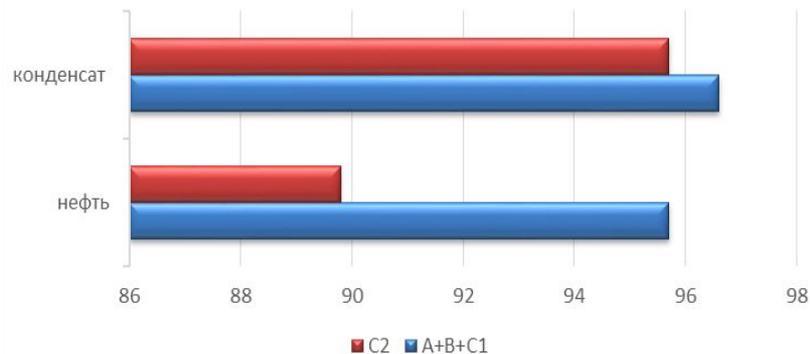


Состояние сырьевой базы нефти

Доказанные запасы (proved reserves) нефти ведущих стран, млрд.барр.



Доля распределенного фонда (%)



Извлекаемые запасы нефти, учтенные Госбалансом на 01.01.2018 г. составляют 29 млрд.т. конденсата – 3.5 млрд.т.

Однако по оценке Общества инженеров нефтяников учитывающей экономическую составляющую, рентабельными являются лишь

11 млрд.т. запасов нефти РФ

Существенная часть запасов таких стран как Венесуэла и Канада относятся к трудноизвлекаемым.

В 2014 году впервые в десятку стран с крупнейшими запасами нефти вошли США, совершив прорыв в освоении нефти сланцев



Запасы и добыча природного газа

	Запасы трлн куб.м	Доля в мировых запасах, %
Россия	50,2	23,8
Иран	34	16,3
Катар	24,7	11,8
Туркменистан	17,5	8,4
США	11	5,3
Саудовская Аравия	8,3	4
ОАЭ	6,1	2,9
Итого	151,4	72,4
МИР	209,2	100

	Товарная добыча в 2014 г., млрд куб.м	Доля в мировой добыче, %
США	721,7	20,6
Россия	602,8	17,2
Катар	178	5,1
Иран	167	4,8
Канада	150	4,3
Китай	126	3,6

Ведущие страны-производители природного газа

Доказанные запасы (proved reserves) природного газа ведущих стран мира

США занимая 5-ое место по запасам газа вышли на первое место по его добыче

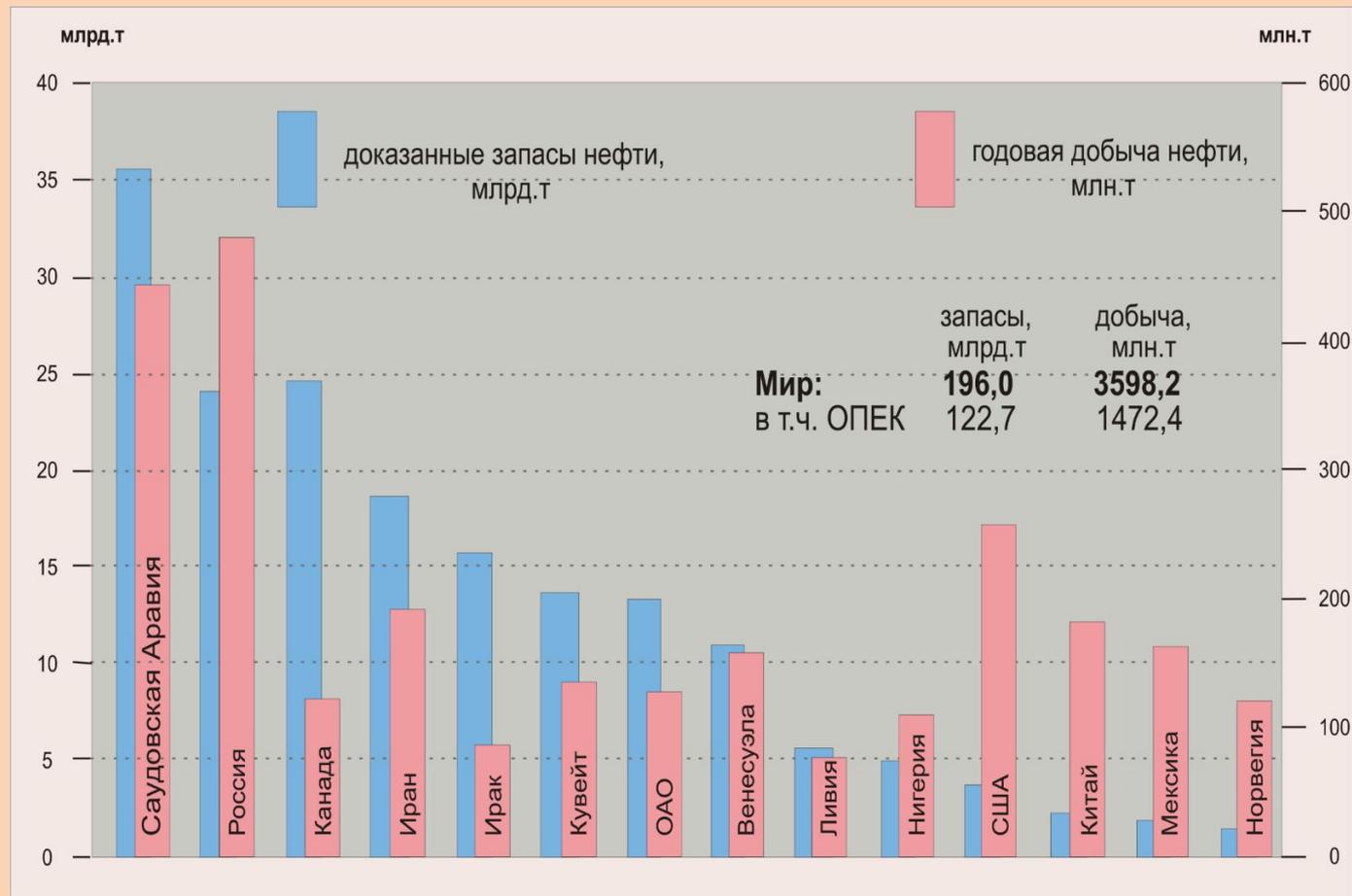
С 2012 года в США не ведется отдельный учет добычи газа из сланцевых толщ

Суммарная стоимость запасов нефти и газа

№	Страна	Запасы		Запасы, млн.т.н.э.			Стоимость, млрд.\$
		Нефть, млрд.бар.	Газ, трлн.м3	Нефть	Газ	Всего	
1	Россия	60,0	47,6	8 219	34 472	42 691	34 281
2	Саудовская Аравия	266,7	7,3	36 534	5 303	41 837	33 595
3	Иран	136,2	29,6	18 658	21 452	40 110	32 208
4	Канада	178,1	1,6	24 397	1 188	25 585	20 545
5	Катар	15,2	25,3	2 082	18 301	20 383	16 368
6	Ирак	115,0	3,2	15 753	2 297	18 050	14 494
7	ОАЭ	97,8	6,1	13 397	4 398	17 796	14 290
8	Венесуэла	99,4	4,8	13 616	3 507	17 123	13 750
9	Кувейт	104,0	1,8	14 247	1 300	15 546	12 484
10	Нигерия	36,2	5,2	4 959	3 778	8 737	7 016
11	США	21,3	6,7	2 918	4 877	7 794	6 259
12	Ливия	43,7	1,5	5 986	1 116	7 102	5 703
13	Казахстан	30,0	2,4	4 110	1 744	5 853	4 700
14	Туркменистан	0,1	7,9	14	5 753	5 766	4 630
15	Алжир	12,2	4,5	1 671	3 262	4 933	3 961
16	Китай	16,0	2,5	2 192	1 782	3 974	3 191
17	Индонезия	6,1	3,0	836	2 174	3 010	2 417
18	Норвегия	6,7	2,3	918	1 676	2 594	2 083
19	Азербайджан	7,0	2,0	959	1 449	2 408	1 934
20	Бразилия	12,6	0,4	1 726	264	1 990	1 598
	БРИКС	118,6	52,8	16 247	38 262	54 509	43 771
	Запад	206,1	10,7	28 233	7 741	35 973	28 887
	Арабские страны	654,6	49,7	89 671	35 976	125 647	100 895

Ведущие нефтедобывающие страны мира на 1.01.2006 г.

Чуть более 10 лет назад Россия лидировала по добыче нефти в мире, занимая 2-3 место по разведанным запасам. Лидером по разведанным запасам была Саудовская Аравия, объемы добычи которой были сопоставимы с российскими. США, Китай, Мексика и Норвегия по разведанным запасам нефти были за пределами первой десятки. При этом добыча США (3-е место в мире) была в два раза ниже, чем в России. Китай, Мексика и Норвегия немного уступали США.



До 2015 года Россия и Саудовская Аравия традиционно лидировали по добыче нефти в мире. Существенное наращивание в последние 7 лет добычи нефти в США (преимущественно за счет роста добычи из «плотных» коллекторов) позволило ей присоединиться к мировым лидерам.

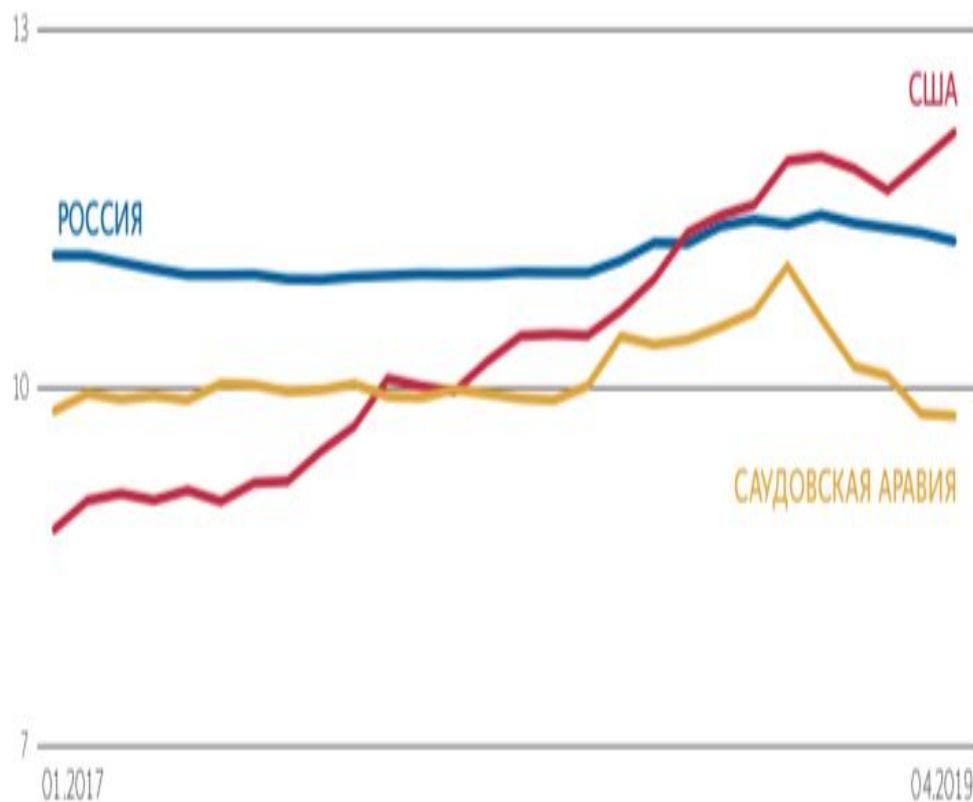
В 2016 году Саудовская Аравия добыла нефти (с конденсатом) – 586 млн.т., второе место заняла Россия – 548 млн.т., третье США -543 млн.т. (в т.ч. 230 млн.т. - tight oil), четвертое – Канада 225 млн.т.

В 2018 году США добыли больше всех в мире 560 млн.т., второе место заняла Россия – 548 млн.т., третье Саудовская Аравия -543 млн.т.

Динамики добычи нефти за 2017-2019 гг.

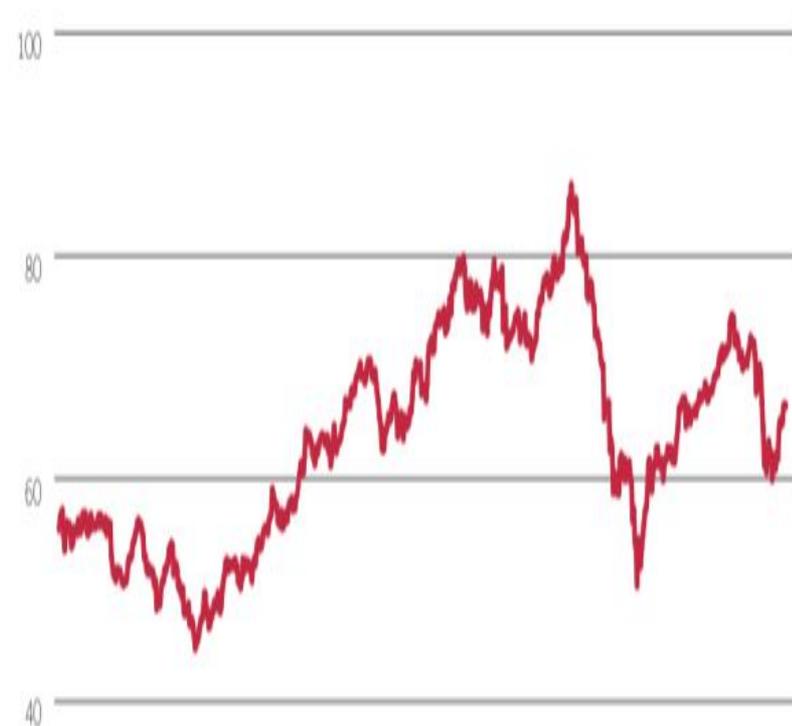
Как менялась добыча нефти в России, Саудовской Аравии и США

МЛН БАРР./ СУТКИ



Цена нефти Brent

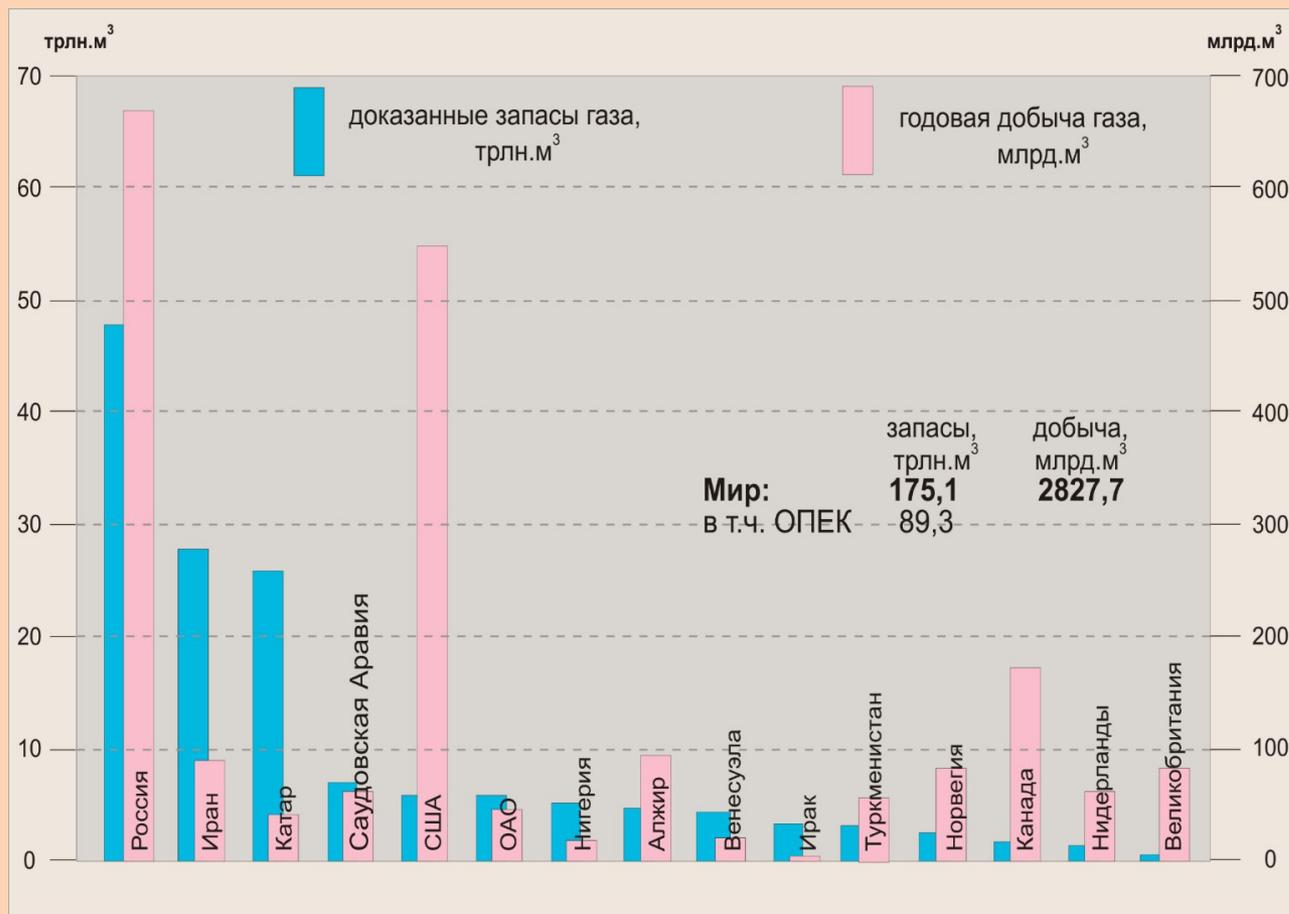
\$/ БАРР.



ИСТОЧНИК: «ИНТЕРФАКС» ПО ДАННЫМ ЦДУ ТЭК, ЕА, ОПЕК, REFINITIV

Ведущие газодобывающие страны мира на 1.01.2006 г.

Россия лидировала по добыче газа в мире, занимая и 1-ое место по разведанным запасам. Второе место с добычей около 80% от российского занимали США, с разведанными запасами почти в 10 раз меньшими чем Россия (5 место в мире). Далее шли Канада, Алжир, Великобритания, Иран и Норвегия по разведанным запасам газа находящиеся за пределами первой десятки (кроме Ирана- 2 место в мире). Таких «игроков» как Катар, Туркменистан и Ирак практически на рынке не было.



В 2015 году Россия занимала 2-ое место в мире по добыче газа – 637,3 млрд.куб.м., что обеспечивало 18 % мировой добычи. Первое место последние два года занимает США – 770 млрд. куб. м. третье с большим разрывом – Катар – 188,7 млрд. куб. м., затем идет Иран – 182 млрд.куб.м.

В 2016 г. добыча газа в США превысила 800 млрд.м.куб. Россия сохранила объемы добычи газа.

При этом в США 51,3 % запасов газа пришлось в 2016 году на так называемый “сланцевый газ” На его долю в 2015 году пришлось более 56% добычи.

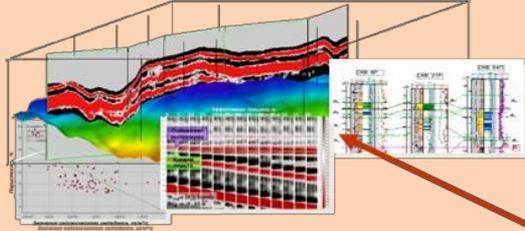
В России добыча газа из низкопроницаемых глинистых толщ практически не ведется

Диспропорции между объемами разведанных запасов и объемами добычи, безусловно, вызваны принципиально разными подходами к их учету, применяемому в разных странах. Почти все крупные игроки используют собственные классификации или применяют Рамочную классификацию ООН, имеющую алгоритмы сопоставления с классификацией PRMS и классификациями SPE и пр.

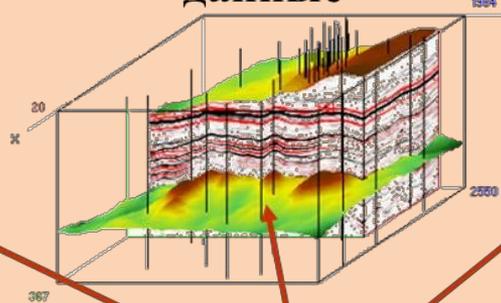
В России начиная с 2000-х годов предпринимались попытки разработки новой классификации запасов и ресурсов, которая отражала бы не только объем, занятый углеводородами в резервуаре, но и определяла бы технические и экономические возможности освоения.

Создание базы данных

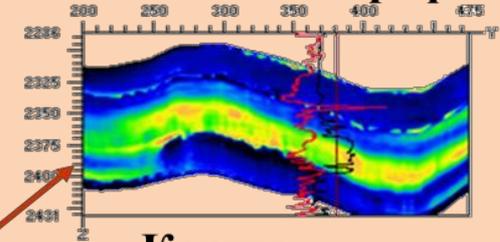
Результаты интерпретации



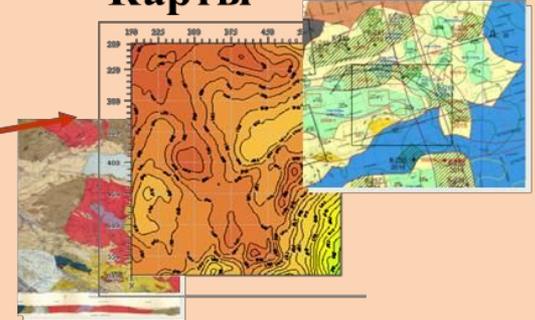
3D и 2D сейсмические данные



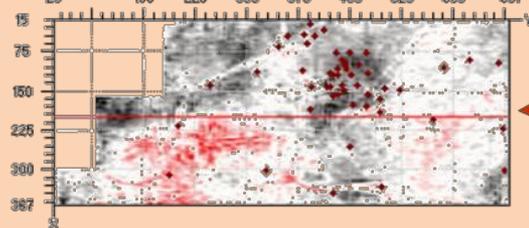
Геологические профиля



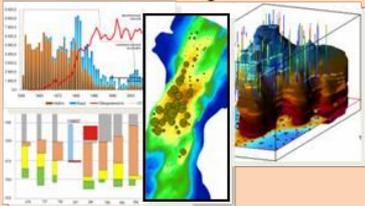
Карты



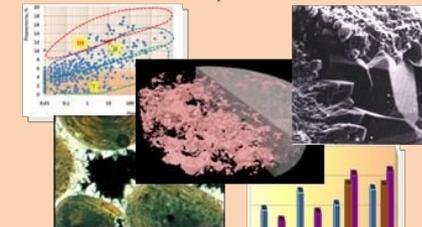
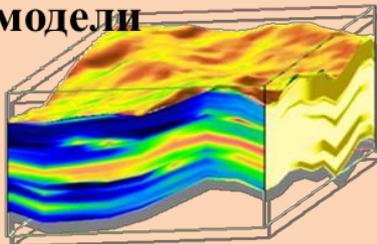
Сейсмические атрибуты



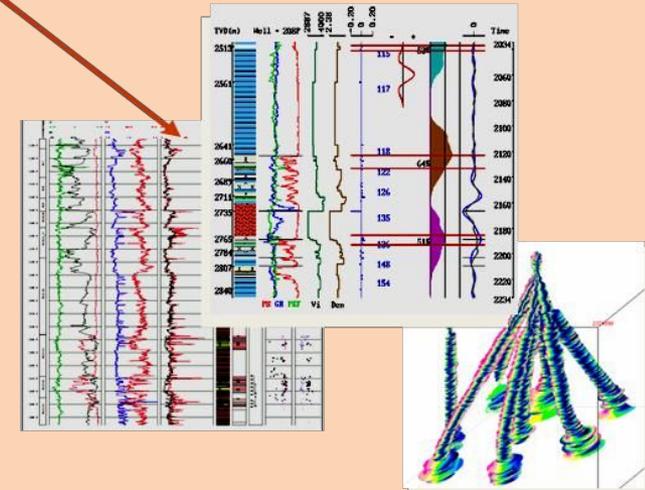
Материалы по разработке залежей углеводородов



Геологические и гидродинамические 3D модели



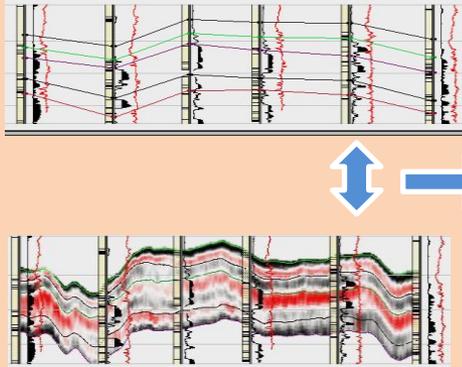
Результаты исследований керна



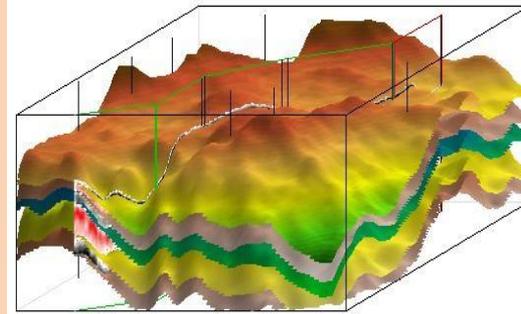
Скважинные данные

СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ ЦИФРОВОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

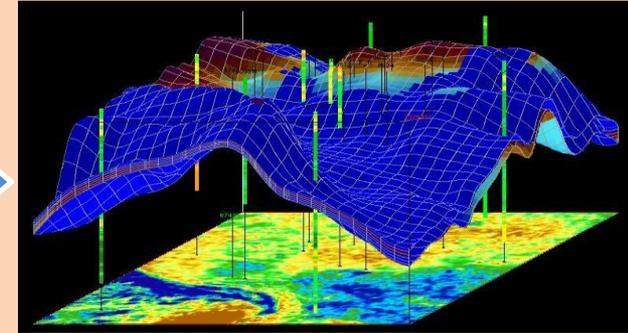
Анализ геолого-геофизических данных с целью определения типа напластования.



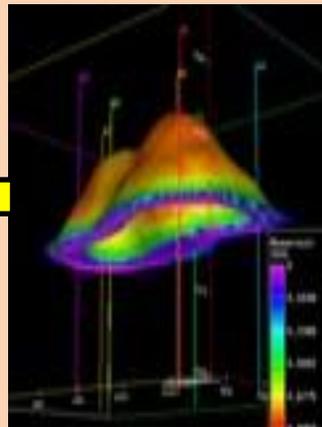
1. Построение структурного каркаса



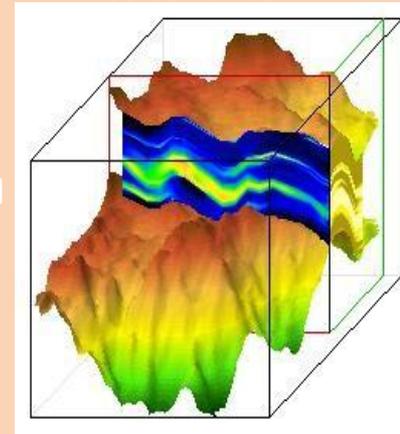
2. Загрузка скважинных данных и сейсмических атрибутов



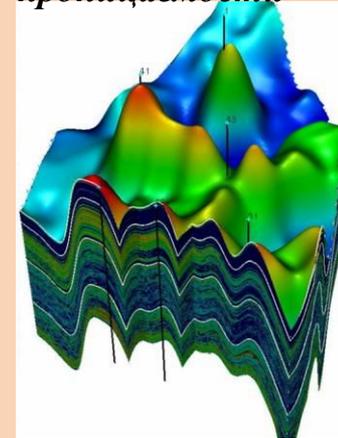
5. Расчет насыщения, выделение залежи



4. Построение литологической модели пласта и выделение



3. Построение куба пористости, проницаемости



- Расчет запасов У.В. по геологической модели 3Д.
- Защита модели в ГКЗ.

База для построения гидродинамической модели, обоснования КИН

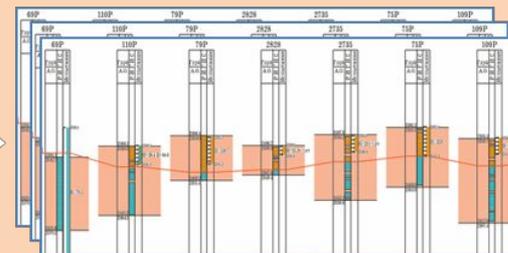
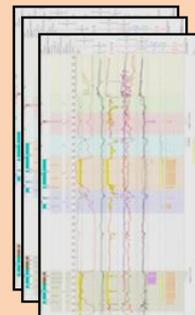
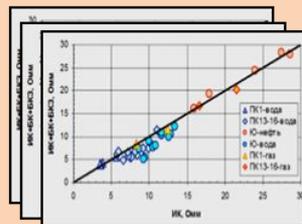
ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ НЕФТИ

Объемный метод

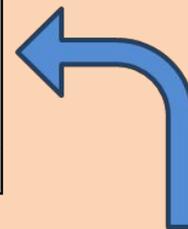
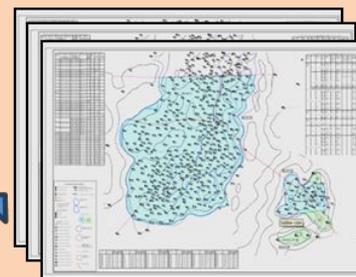
Интерпретация данных ГИС, керн и результатов испытаний

Обоснование ВНК (ГНК)

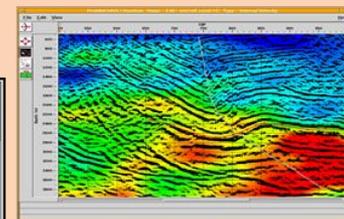
Межскважинная корреляция



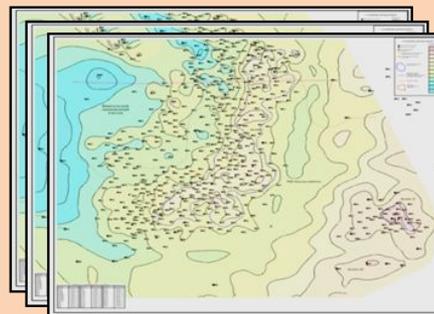
Подсчетные планы



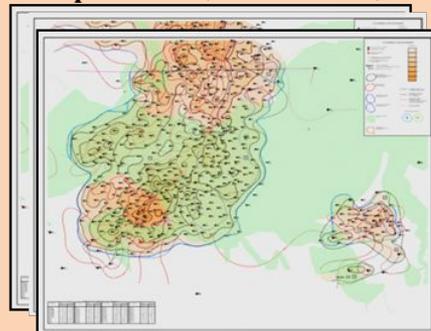
Учет материалов полевой геофизики



Карты по подошве коллектора



Карты эффективных и эффективных нефтенасыщенных толщин



Анализ результатов лабораторных исследований нефти



Защита отчета в ГКЗ



Рекомендуемая литература

Литература

1. Гутман И.С. Методы подсчета запасов нефти и газа. – М.: Недра, 1985.
2. Подсчет запасов нефти, газа, конденсата и сопутствующих компонентов. Справочник (под редакцией В.В.Стасенкова и И.С. Гутмана). М., «Недра», 1989.
3. Жданов М.А. Нефтепромысловая геология и подсчет запасов. – М.: Недра, 1987.
4. Шпильман В.И. Количественный прогноз нефтегазоносности. – М.: Недра, 1982.
5. Инструкция по применению классификации запасов месторождений, перспективных и прогнозных ресурсов нефти и горючих газов, ГКЗ, Москва, 1984г.
6. Методическое руководство по количественной и экономической оценке ресурсов нефти, газа и конденсата России, ВНИГНИ, Москва, 2000г.

И.С. Гутман, М.И. Садыков

МЕТОДЫ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ И ОЦЕНКИ РЕСУРСОВ НЕФТИ И ГАЗА



УЧЕБНИК

ИДГА

Главкнига

Методические рекомендации по лабораторным работам



Т.Г. Бжицких

**ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ
И ОЦЕНКА РЕСУРСОВ
НЕФТИ И ГАЗА**

Благодарю за внимание!

