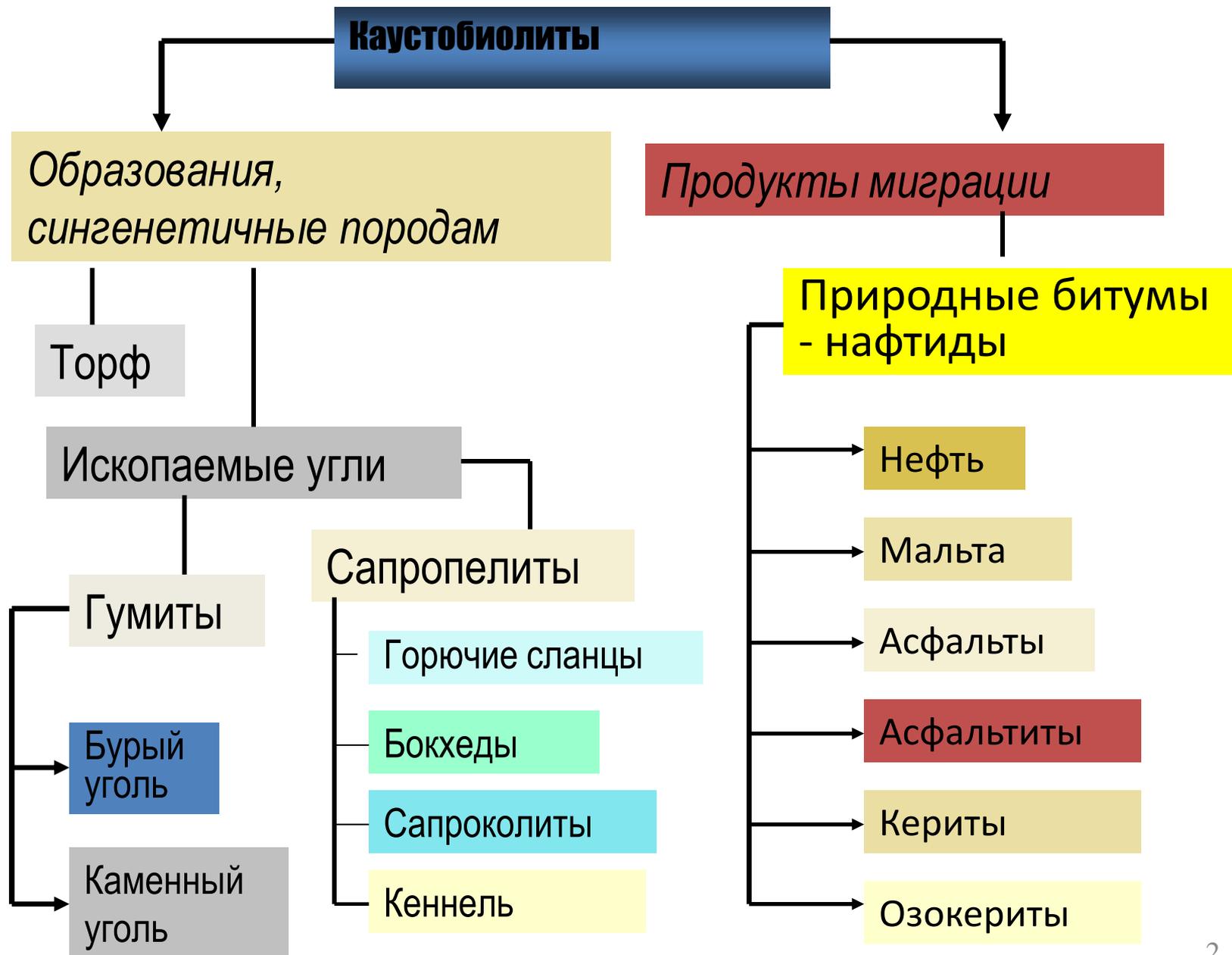


**Нефть**





# Нефть

**Нефть — горючая маслянистая жидкость со специфическим запахом, распространённая в осадочной оболочке Земли — являющаяся важнейшим полезным ископаемым.**

**Образуется вместе с газообразными углеводородами обычно на глубинах более 1,2—2 км. Вблизи земной поверхности Нефть преобразуется в густую *мальту*, полутвёрдый *асфальт* и др.**

**Нефть состоит из различных углеводородов (алканов, циклоалканов, аренов — ароматических УВ и их гибридов) и соединений, содержащих, помимо углерода и водорода, гетероатомы — кислород, серу и азот.**

**По Н.Б. Вассоевичу:**

*Нефть – это жидкие гидрофобные продукты процесса фоссилизации органического вещества пород, захороненного в субаквальных отложениях.*

- *В химическом отношении* нефть представляет систему сложного природного углеводородного раствора, в котором растворителем являются легкие углеводороды, а растворенными веществами прочие компоненты – тяжелые углеводороды, смолы, асфальтены.

***Характерные свойства этой системы (нефтяной):***

- ✓ ***преимущественно углеводородный состав и***
- ✓ ***фазовая обособленность от природных вод – гидрофобность, способность перемещаться в недрах, при этом не смешиваясь с водами, насыщающими горные породы.***

***Свойство нефти как раствора*** заключается в том, что в ней, как и в любом растворе, может происходить физическое и химическое взаимодействие растворенного вещества и растворителя.

# Стандартные сорта нефти

- *В мире существует много сортов нефти. Почти каждая нефтедобывающая страна поставляет на мировой рынок несколько сортов нефти.*
- *Химический состав нефти отличается от скважины к скважине и чтобы упростить экспорт были придуманы некие стандартные сорта нефти.*

# Стандартные сорта нефти

- Для России - Urals и Siberian Light.
- В Великобритании - Brent,
- В Норвегии - Statfjord,
- В Ираке - Kirkuk,
- В США - Light Sweet.
- В Иране это Iran Light и Iran Heavy.

Перевод баррелей в тонны
В 1 барреле (в среднем) = 0,1360 т
Российская Urals-33 = 0,1365 т
Иранская Heavy-31 = 0,1381 т
Иранская Light-34 = 0,1356 т
Китайская Daqing-32 = 0,1373 т
Британская Brent -38=- 0,1324 т

# Использование УВ

Энергетическое сырье

**Дизельное топливо, бензин, керосин**

Химическое сырье

**Тысячи продуктов:**

**синтетические волокна, пластмассы,  
синтетический каучук, краски, химикаты**

Попутное извлечение редких элементов:

**германия, ванадия, урансодержащих, рения,  
скандия, бериллия, серебра, галлия**

Химический состав и физические свойства

*Нефть - это жидкие гидрофобные продукты процесса fossilization органического вещества пород, захороненного в субаквальных отложениях.  
(Н.Б. Вассоевич).*

Фоссилизация - процесс превращения остатков вымерших животных и растений в окаменелости путем замещения органических веществ минеральными.

В химическом отношении нефть - сложный природный углеводородного раствор  
растворитель - легкие УВ  
растворенные вещества: тяжелые УВ, смолы,  
асфальтены.

Характерные свойства этой системы:  
гидрофобность и способность перемещаться в недрах.

## Химический состав нефтей

Главные компоненты нефти –

углеводороды (УВ),

Углерод (83-87%)

Водород (11,5-14,5%)

Гетероэлементы:

Кислород (до 4%)

Азот (до 2%)

Сера (до 10%)

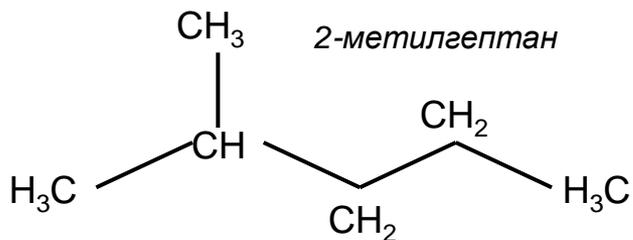
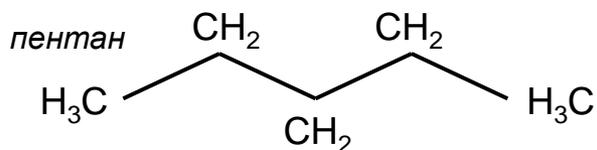
Фосфор (до 0,1%)

Микроэлементы:

Ванадий, никель, железо, цинк, вольфрам, ртуть, уран и др.

Состав нефти: более 800 индивидуальных соединений. Основную часть нефти составляют углеводородные соединения (УВ). Углеводороды группируются в три класса: алкановые, циклоалкановые и ароматические.

Алкановые (метановые, алифатические, парафиновые УВ) или алканы – предельные или насыщенные УВ с открытой линейной (нормальные или n-алканы) или разветвленной (изоалканы или и-алканы) цепью с общей формулой  $C_nH_{2n+2}$  (пентан –  $C_5H_{12}$ , гексан –  $C_6H_{14}$ , гептан –  $C_7H_{16}$ ). Парафиновым углеводородам свойственно явление изометрии.



В обычных условиях фазовое состояние метановых УВ разное:  $C_1-C_4$  – газы,  $C_5-C_{15}$  – жидкости,  $C_{16}$  – твердые вещества, твердые парафины в нефти до  $C_{40}$ .

Содержание метановых УВ в нефтях до 50- реже 70 % (метановые нефти).

Твердые УВ (парафин и церезин) в кристаллическом состоянии, содержатся в нефтях в количестве 10-15 % (редко до 40 %).

По содержанию парафина выделяют нефти: беспарафинистые (менее 1 %), слабопарафинистые (1-2 %), парафинистые (более 2 %).

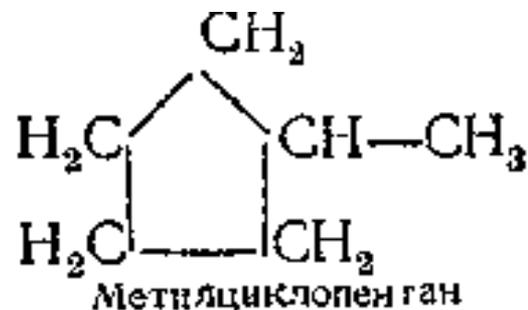
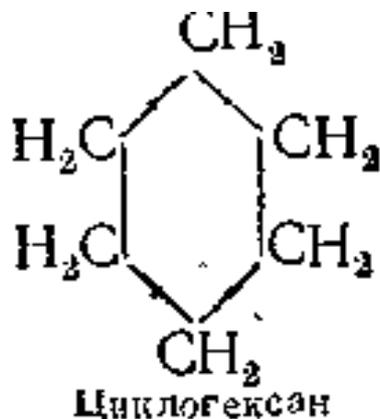
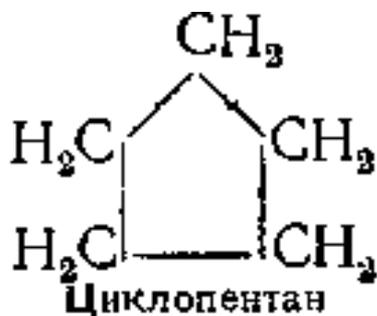
**Циклоалкановые УВ (цикланы, циклоалканы, полиметиленовые УВ, циклопарафины, нафтены) – насыщенные циклические УВ, состоящие из трех и более метиленовых (-CH<sub>2</sub>) групп. Молекула представлена от трехчленных до шестичленных циклов, в нефтях преобладают пяти- и шестичленные циклы (циклопентан и циклогексан).**

**Выделяются цикланы с:**

- одним циклом – моноциклические – с формулой  $C_nH_{2n}$
- двумя циклами – бициклические – с формулой  $C_nH_{2n-2}$
- тремя циклами – трициклические – с формулой  $C_nH_{2n-4}$

**В нефти встречаются различные комбинации пяти- и шестичленных циклов, водород метильных групп цикланов часто замещается боковыми цепями алкильных групп.**

**Содержание цикланов в нефтях от 25 до 79 %.** По мере утяжеления фракций их содержание растет.

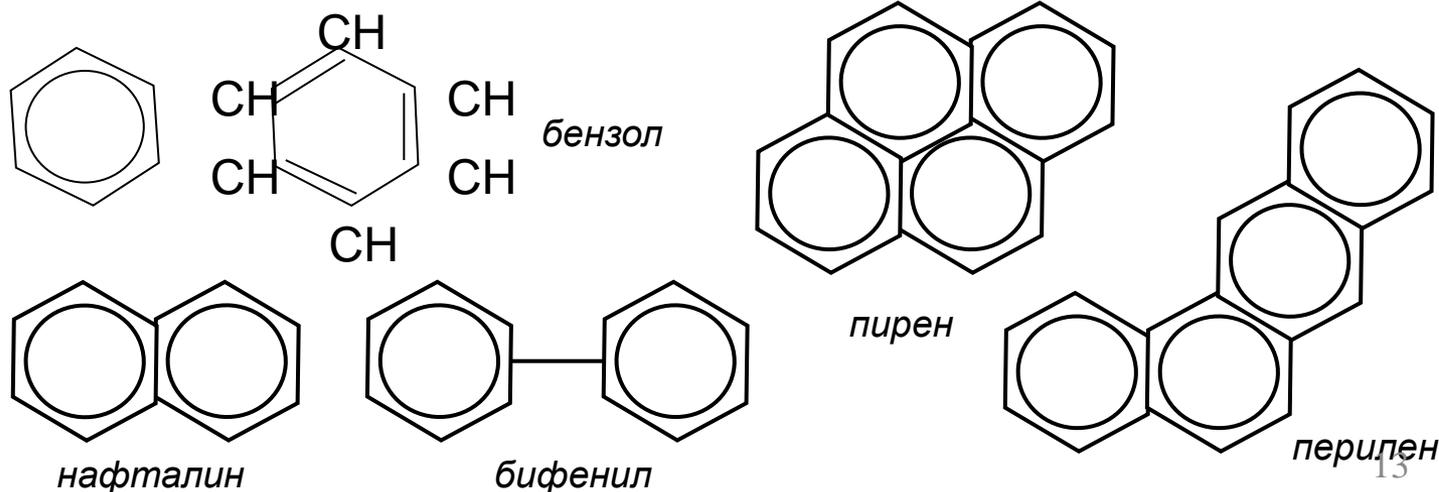


Ароматические УВ (арены) – УВ, содержащие шестичленные циклы с сопряженными связями и общей формулой  $C_nH_{2n-p}$  ( $p = 6, 12, 14, 16, 18, 20, 24, 28, 30, 36$ ).

В нефтях представлены моноароматическими УВ – бензолом и его гомологами, бициклическими – бифенил, нафталин (и их гомологи), три-тетра- и другими полициклическими аренами – фенантрен, антрацен, хризен, пирен (и их гомологи).

Ароматические УВ легко вступают в химические реакции (нитрирования, сульфирования, галогенирования, алкилирования и др).

Содержание аренов в нефтях – от 10 до 50 %, чаще всего 10-25 %. В зависимости от присутствия различных типов УВ выделяют классы и промежуточные типы нефтей: метановые, метаново-нафтеновые, нафтеновые, нафтеново-ароматические и ароматические. Наиболее распространены метаново-нафтеновые нефти.



# Физико-химические характеристики нефти

- Цвет

Окраска зависит от количества содержащейся в нефти асфальтово-смолистых компонентов. Чем их больше, тем темнее нефть

- Плотность ( $\rho$ )

- Вязкость ( $\mu_n$ )

- Поверхностное натяжение нефти ( $\sigma$ )

- Температура застывания

- Растворимость нефти

- Оптическая активность нефти

- Показатель преломления

- Люминесценция нефти

- Диэлектрические свойства

- Теплота сгорания

## Фракционный состав нефтей

### по температуре выкипания

до 350°C - светлые дистилляты:

140°C - бензиновая фракция;

140-180°C - лигроиновая фракция;

140-220°C - керосиновая фракция;

180-350 (220-350)°C - дизельная фракция (газойль, соляровый дистиллят).

Последнее время фракции, выкипающие до 200°C, называют легкими, или бензиновыми,

от 200 до 300°C - средними, или керосиновыми,

выше 300°C - тяжелыми, или масляными.

Остаток после отбора светлых дистиллятов (выше 350°C) - мазутом.

Для получения топлива

350 - 500°C - вакуумный газойль (вакуумный дистиллят)

более 500°C - вакуумный остаток (гудрон).

Для получения масел

300 - 400°C - легкая фракция,

400 - 450°C - средняя фракция,

450 - 490°C - тяжелая фракция, более 490°C - гудрон.

# Классификация нефтей

По физико-химическим характеристикам

(по А.Э. Конторовичу)

**Плотность (  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>)**

$$\rho \leq 0,80$$

очень легкие (с весьма низкой плотностью) нефти

$$0,80 < \rho < 0,84$$

легкие (с низкой плотностью) нефти

$$0,84 < \rho < 0,88$$

со средней плотностью нефти

$$0,88 < \rho < 0,92$$

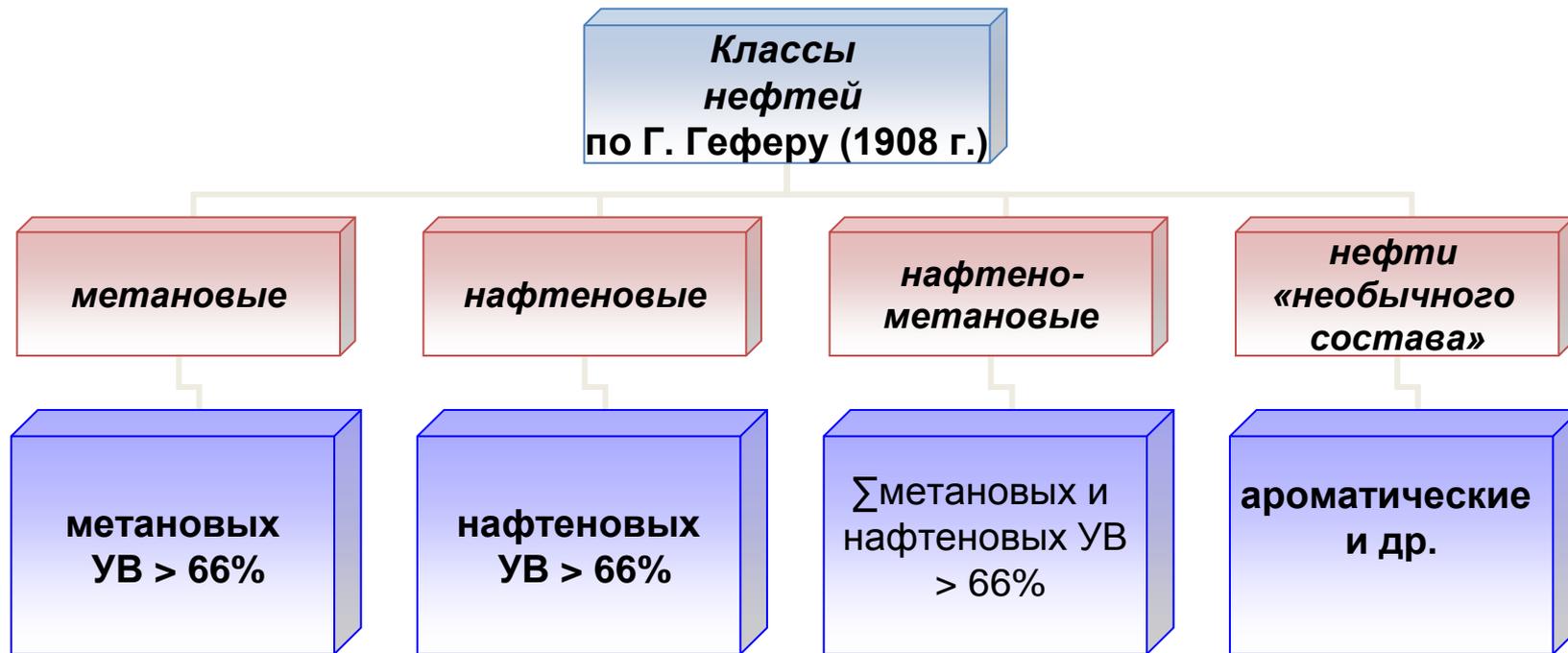
тяжелые (с высокой плотностью) нефти

$$\rho > 0,92$$

очень тяжелые (с весьма высокой плотностью) нефти

# Классификация нефтей по химическому составу

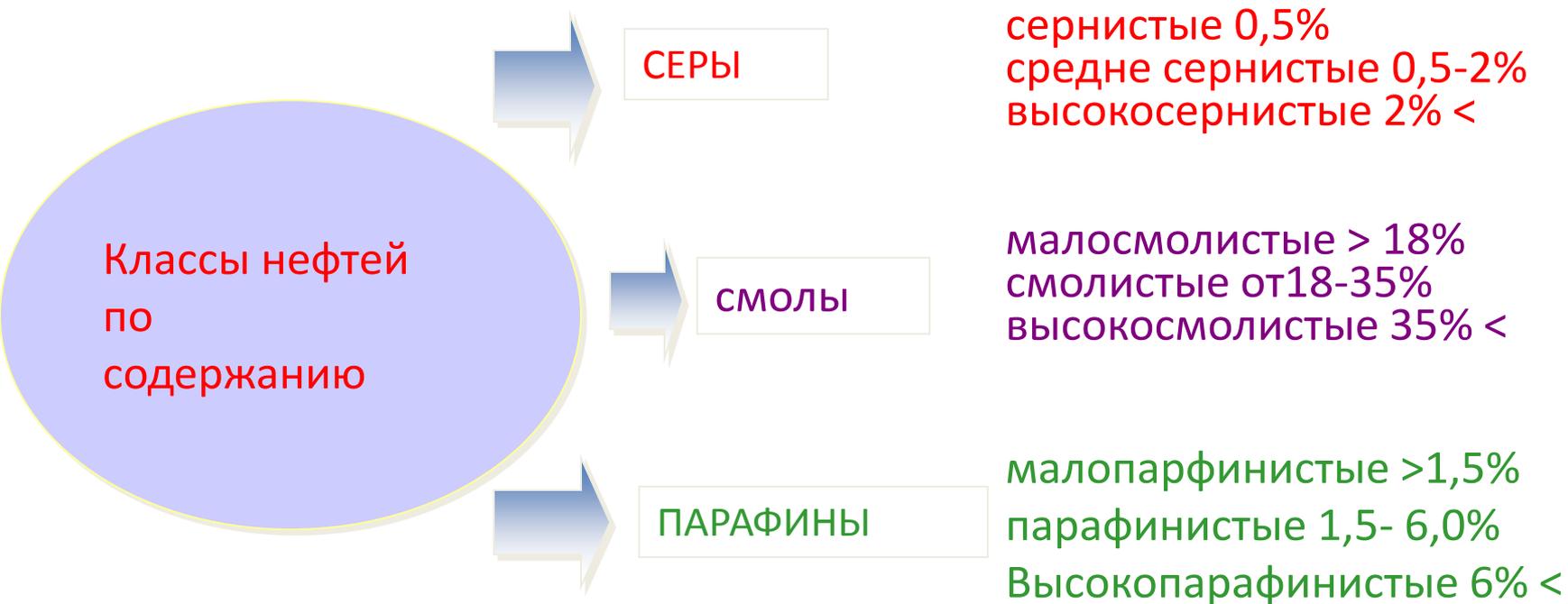
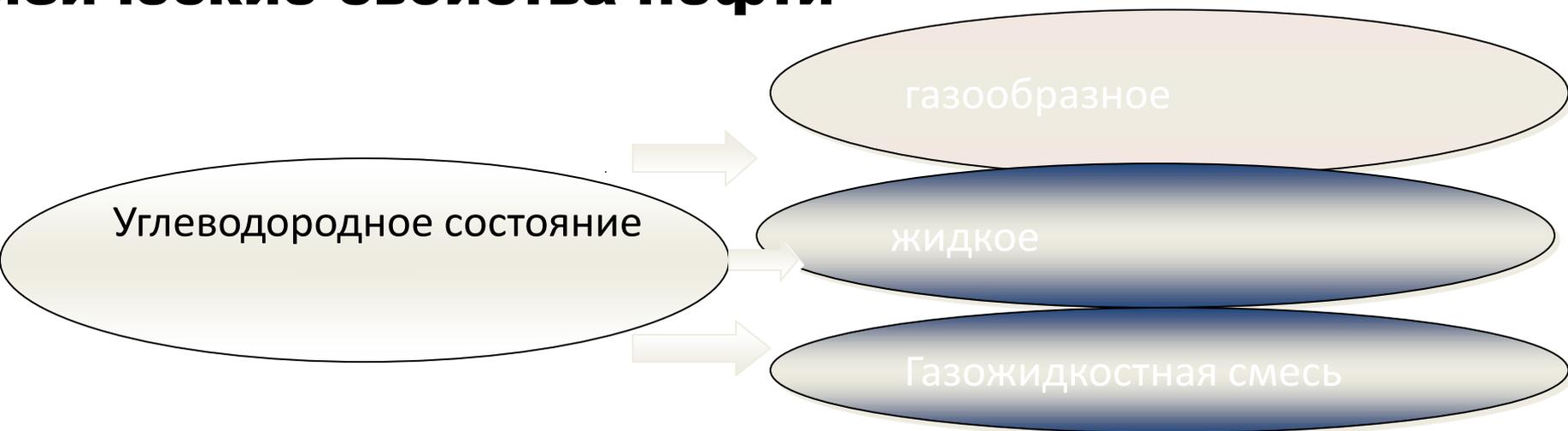
По количественному соотношению различных групп углеводородов,



**Группы нефтей по содержанию парафина:**

- *беспарафиновые* — парафина до 1 % ;
- *слабопарафиновые* — парафина 1—2%;
- *парафиновые* — парафина свыше 2%.

# Физические свойства нефти



## Группы нефтей

**малосернистые**

**не более 0,5 %**

**сернистые**

**0,51–2 %**

**высокосернистые**

**более 2 %**

## Группы нефтей

**малосмолистые**

**СМОЛ  
менее 8%**

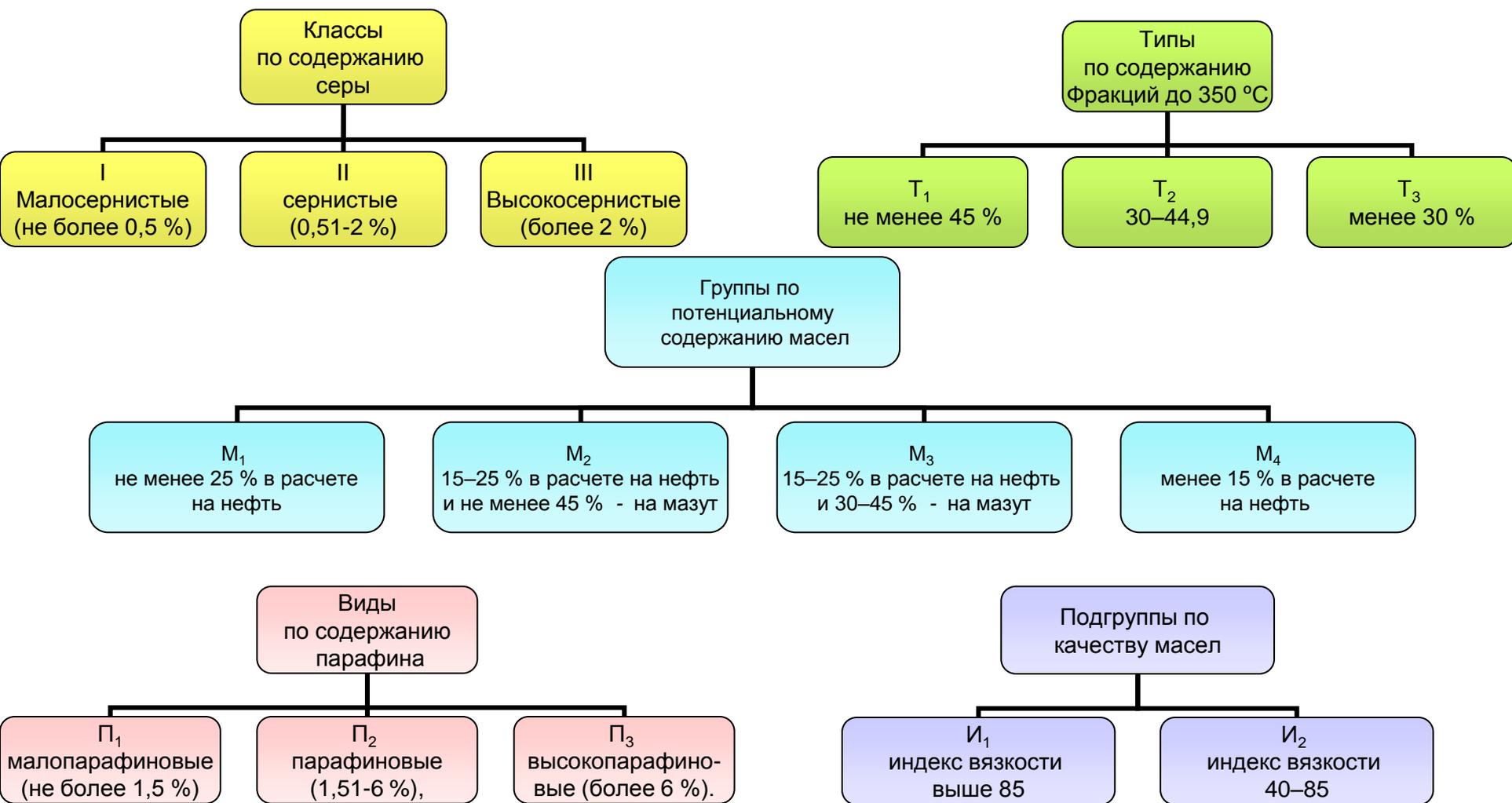
**смолистые**

**СМОЛ  
8–28 %**

**высокосмолистые**

**СМОЛ  
более 28 %**

# Товарная и технологическая классификации нефти



Используя эту классификацию, для любой промышленной нефти можно составить шифр (например, **IT<sub>2</sub>M<sub>3</sub>I<sub>1</sub>П<sub>3</sub>**). По шифру нефти составляют представление о наиболее рациональных путях ее переработки и о возможности замены ею ранее применявшейся в данном технологическом процессе нефти.



## **Состав и свойства нефти**

# Плотность / удельный вес нефти

*Плотность - физическая величина, определяемая, как отношение массы вещества к занимаемому им объему -  $\rho$  (кг/м<sup>3</sup>)*

*Удельный вес нефти – физическая величина, представляющая собой отношение веса к объему вещества.*

**Удельный вес нефти зависит от ее состава. Увеличивают вес нефти асфальтово-смолистые компоненты и содержание низкокипящих компонентов. Растворенный газ снижает вес нефти.**

# Вязкость нефти $\mu_H$

*Вязкость пластовой нефти - свойство нефти оказывать сопротивление ее перемещению под действием внешних сил. Степень подвижности нефти в пластовых условиях.*

**По вязкости нефти делятся на:**

незначительно вязкие

$$\mu_H < 1 \text{ мПа}\cdot\text{с}$$

маловязкие

$$1 < \mu_H \leq 5 \text{ мПа}\cdot\text{с}$$

повышенной вязкости

$$5 < \mu_H \leq 25 \text{ мПа}\cdot\text{с}$$

высоковязкие

$$\mu_H > 25 \text{ мПа}\cdot\text{с}$$

*Чем тяжелее нефть, тем она менее текучая и подвижная.*

*Вязкость растет с увеличением в ней смолисто-асфальтеновых компонентов*

*Вязкость увеличивается с повышением давления*

*Вязкость понижается с повышением температуры*

*Вязкость понижается с увеличением количества растворенного газа*

# Температура застывания

Температура, при которой охлажденная в пробирке нефть не изменит уровня при наклоне на  $45^\circ$

t - возрастает с увеличением в ней твердых парафинов

t - снижается с повышением содержания смол

## Растворимость нефти

В воде при обычных температурах ничтожна,  
резко возрастает при температуре больше  $200^\circ\text{C}$ .

Растворимость индивидуальных УВ повышается в ряду: алканы –  
цикланы – арены - смолы

Растворимость УВ в воде снижается с ростом ее минерализации.

Нефть хорошо растворяется в углеводородном природном газе.

# Классификация нефтей

По физико-химическим характеристикам

(по А.Э. Конторовичу)

**Содержание серы ( S )**

малосернистые нефти

$$0 \leq S \leq 0,5\%$$

Месторождения Салымское - 0,02%; Русское - 0,23% (ЗСП) нефти

нефти средней сернистости

$$0,5 < S \leq 1\%$$

Месторождения Ваньеганское – 0,99% (ЗСП)

сернистые нефти

$$1 < S \leq 3\%$$

Месторождения Ачимовское – 1,83%; Равенское – 1,86% (ЗСП)

высокосернистые нефти

$$S > 3\%$$

Месторождения Этцель, Германия - **9,6%**; Розел-Пойнт, США - **14%**

# Классификация нефтей

По физико-химическим характеристикам  
(по А.Э. Конторовичу)

## Содержание твердых углеводородов (парафинов - П )

$$0 \leq П \leq 5\%$$

малопарафинистые нефти

Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция (J и K)

$$5 < П \leq 10\%$$

парафинистые нефти

Терско-Каспийская НГО (K) до 6,6%

$$П > 10\%$$

высокопарафинистые нефти

Южно-Мангышлакская НГО (J) до 20,2%,

Восточно-Предкарпатская НГО (J) до 24,3%

# Классификация нефтей

По физико-химическим характеристикам  
(по А.Э. Конторовичу)

## Содержание асфальтово-смолистых веществ ( AS )

$$0 \leq AS \leq 10\%$$

малосмолистые нефти

$$10 < AS \leq 20\%$$

смолистые нефти

$$20 < AS \leq 33\%$$

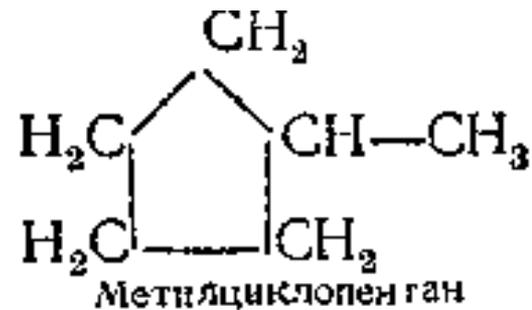
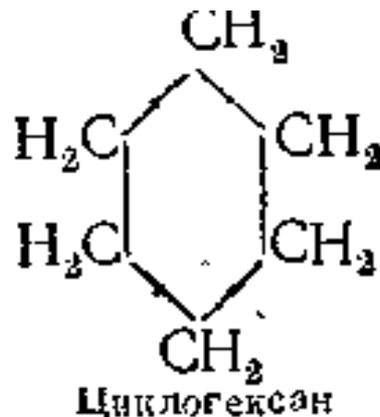
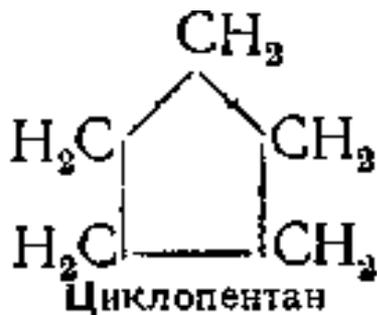
высокосмолистые нефти

# Оптические свойства нефти

- *Оптическая активность выражается в способности нефти вращать плоскость поляризованного луча света (вправо, редко влево).*
- *Оптически активные вещества образуются при жизненных процессах, и оптическая активность нефти свидетельствует о ее генетической связи с биологическими системами.*
- *Главными носителями оптической активности нефти являются хемофосфили - полициклические циклоалканы – стераны и тритерпаны.*

# Нафтенy

- *К нафтенам (нафтеновые углеводороды или циклоалканы)* относят насыщенные циклические УВ, состоящие из трех и более метиленовых ( $-\text{CH}_2$ ) групп. Молекула представлена от трехчленных до шестичленных циклов, в нефтях преобладают пяти- и шестичленные циклы (циклопентан и циклогексан).



# Классификация нефтей

По углеводородному составу

**Метановые** (более 50% метановых УВ)  
Месторождения на Мангышлаке (Узень и Жетыбай)

**Метаново-нафтеновые** (аренов не более 10%)  
(Месторождения Волго-Уральской НГП и Западно-Сибирской НГП)

**Нафтеновые** (цикланов 60% и более, до 10% смол)  
(Балаханской и Сураханское месторождения Баку)

**Нафтеново-метаново-ароматические**  
**Нафтено-ароматические** (смолисто-асфальтеновых 15-20%)

**Ароматические** (тяжелые нефти)  
Бугусланская нефть Урало-Поволжья

# Асфальтово-смолистая часть

- Темное плотное вещество, которое частично растворяется в бензине. Растворяющуюся часть называют асфальтеном, а не растворяющуюся - смолой.
- Асфальтены составляют наиболее высокомолекулярную часть асфальто-смолистых веществ, которая растворяется в бензине.
- Остальную часть занимают смолы, количество которых в несколько раз превышает количество асфальтенов. Обязательной составной частью асфальто-смолистых веществ является кислород, содержание которого достигает здесь 93 % от общего количества его в нефтях.

# Неуглеводородные соединения нефти

*Кислородосодержащие соединения нефти*

**Кислоты, фенолы, кетоны и эфиры.**

***Промышленное значение имеют нафтеновые кислоты и их соли – нафтенаты, используются как моющие средства.***

*Серосодержащие соединения*

**В нефтях сера встречается в виде элементной серы, сероводорода, меркаптанов, сульфидов, дисульфидов и сложных соединений с другими элементами.**

***Наиболее богаты серой нефти связанные с карбонатами, эвапоритами, силицитами, вулканогенными породами.***

# Неуглеводородные соединения нефти

- *Азотсодержащие соединения*
- **Особым типом азотсодержащих соединений нефтей являются порфирины. По строению молекулы порфирины близки к хлорофиллу растений и гемоглобину животных, что позволило отнести эти структуры к реликтовым, унаследованным от исходной биомассы, а сами соединения к хемофоссилиям.**
- *Минеральные компоненты*
- **Щелочные и щелочноземельные L, Na, K, Ba, Ca, Sr, Mg;**
- **металлы подгруппы меди - Си, Ag, Au;**
- **цинка - Zn, Cd, Hg;**
- **бора - B, Al, Ga;**
- **ванадия - V, Nb, Ta;**
- **металлы переменной валентности - Ni, Fe, Mo, Co, W;**
- **элементы не металлы - S, P, As, Cl и др.**

# **Газы природные горючие - газообразные УВ, образующиеся в земной коре**

*Природные горючие газы встречаются в виде:*

- обособленных скоплений, не связанных с каким-либо др. полезным ископаемым;*
- в виде газонефтяных месторождений, в которых газообразные углеводороды полностью или частично растворены в нефти или находятся в свободном состоянии и заполняют повышенную часть залежи (газовые шапки) или верхние части сообщающихся между собой горизонтов газонефтяной свиты;*
- в виде газоконденсатных месторождений, в которых газ обогащен жидкими, преимущественно низкокипящими углеводородами.*

# Разновидности природных газов в природе

Газы атмосферные

Газы биохимические

Газы земной коры

Газы природные горючие

Газы вулканические

Газы нефтяные попутные



азот, кислород, инертные газы (аргон, криптон и ксенон).

Метан, его гомологи (этан и др.), двуокись углерода, сероводород, азот, кислород, редко водород

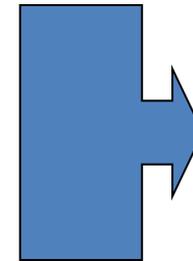
**РАЗНОВИДНОСТИ  
ПРИРОДНЫХ  
ГАЗОВ**

дегазация мантии

УВ газы, азот, углекислый газ, сероводород и редкие газы (гелий, аргон).

# Химический состав газов

- Углеводородные
- Азотные
- Углекислотные.



Горючие  
природные  
газы

---

состоят из метана с примесью более тяжёлых его гомологов: этана ( $C_2H_6$ ), пропана ( $C_3H_8$ ) и бутана ( $C_4H_{10}$ ). Иногда в газовых залежах присутствуют пары пентана ( $C_5H_{12}$ ) и гексана ( $C_6H_{14}$ ), в газовых шапках могут присутствовать пары жидких УВ, более тяжелые, чем гексан

- **Природный газ, состоящие в основном из метана, называется «сухим».**
- **При незначительном содержании тяжёлых УВ он называется «тощим»,**
- **газы со значительным содержанием тяжёлых УВ называются «жирными».**
- **Сжиженный нефтяной газ называют газоконденсатом.**

# Метан (CH<sub>4</sub>) -

- *Главный компонент природных горючих газов - от 20-30 % до 80 % от состава газовой смеси.*
- *Легкие метановые нефти содержат газы, состоящие на 20-30 % из тяжелых углеводородов.*
- *Тяжелые нефти содержат преимущественно метан.*
- *Соотношение метана и его гомологов меняется в нефтяных газах с увеличением возраста пород. Газы древних отложений более обогащены тяжелыми УВ и азотом, чем молодые.*
- Метан обладает наибольшей подвижностью и одновременно наименьшей растворимостью в воде и способностью к адсорбции;
- Он опережает другие УВ газы при миграции. Метан может иметь биохимическое, глубинное и радиохимическое происхождение. Поэтому он не является надёжным геохимическим индикатором или поисковым признаком наличия скоплений УВ.

- *Гомологи метана - этан ( $C_2H_6$ ), пропан ( $C_3H_8$ ), бутан ( $C_4H_{10}$ ) имеют большую, по сравнению с метаном сорбционную способность и низкий коэффициент диффузии, что позволяет им концентрироваться в газах закрытых пор.*
- *Наибольшая из всех УВ газов растворимость в воде у этана ( $0,047 \text{ м}_3/\text{м}_3$  при  $20^\circ \text{C}$ ). Смеси этих газов с воздухом взрывоопасны.*
- *Содержание каждого из гомологов в газах чисто газовых залежей обычно менее  $0,5 \%$ , в нефтяных попутных газах достигает  $30 \%$ .*

# Физические свойства газов

*Природные газы бесцветны, легко смешиваются с воздухом, растворимость их в воде и нефти различна. На растворимость влияют температура, давление, состав газа и нефти. Растворимость газа в нефти повышается с ростом давления и уменьшается с ростом температуры. Растворимость газа уменьшается с увеличением плотности нефти.*

*Плотность газов – масса вещества в единице объема, выражается в  $г/см^3$  или отношением молекулярной массы (в молях) к объему моля  $\rho = M/22,4$  л. (Плотность метана  $7,14 \cdot 10^{-4} г/см^3$ ). Обычно используется относительная плотность по воздуху (безразмерная величина – отношение плотности газа к плотности воздуха, при нормальных условиях плотность воздуха  $1,293 кг/м^3$ ).*

*Относительная плотность метана 0,554 (20°C), этана 1,05, пропана 1,55, диоксида углерода 1,53, сероводорода 1,18.*

# Физические свойства газа

Вязкость

- газа не превышает  $1 \cdot 10^{-5} \text{Па} \cdot \text{с}$ .
- воды  $1 \cdot \text{мПа} \cdot \text{с}$ .
- нефти в пределах (0,1-10) мПа · с

Температура

*Критическая температура* газа – температура выше которой он не переходит в жидкое состояние.

Метан –  $-82^{\circ}\text{C}$

Критическое давление

*Давление насыщения* – давление при котором нефть полностью насыщена газом.

Если давление в залежи падает - газ выделяется в свободную фазу

Растворимость

*Коэффициент растворимости* газов в воде зависит от ее температуры и минерализации.

С ростом минерализации растворимость снижается.  
При  $t$  до  $+90^{\circ}\text{C}$ . Чем ниже  $t$ , тем ниже растворимость.  
При  $t$  выше  $+90^{\circ}\text{C}$ . Чем выше  $t$ , тем больше растворимость.

На растворимость газа в нефти влияют температура, давление, состав газа и нефти

Растворимость УВ газов в нефти  $\sim$  в 10 раз больше, чем в воде.  
Жирный газ лучше растворяется в нефти, чем сухой.  
Легкая нефть растворяет больше газа, чем тяжелая

# Газонасыщенность

- **Важный показатель газоносности недр;**
- **Газонасыщенность нефти – газовый фактор.**
- Газонасыщенность вод ( $\text{см}^3/\text{л}$ ,  $\text{м}^3/\text{м}^3$ ) – *суммарное содержание газа в указанном объеме флюида (л,  $\text{м}^3$ ).*
- **Вблизи контура газоконденсатных залежей независимо от гидрохимической зональности значения  $\Gamma = 2\text{-}4 \text{ м}^3/\text{м}^3$ .**

# Газонасыщенность (Г)

*Газовый фактор* – показатель газонасыщенности нефти.

Газовый фактор пластовой нефти до  $500 \text{ м}^3/\text{м}^3$ .

Максимальный газовый фактор пластовых вод

$$\Gamma = 10 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Рентабельна добыча газа из вод при

$$\Gamma = 5 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Вблизи контура газоконденсатных залежей

$$\Gamma = 2-4 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

В Западной Сибири газонасыщенность подземных вод УВ газами до глубины 3 км  $0,3 - 1,5 \text{ м}^3/\text{м}^3$ .

# Конденсат

- *Природная смесь в основном легких УВ, находящихся в газе в растворенном состоянии при определенных термобарических условиях и переходящих в жидкую фазу при снижении давления ниже давления конденсации. Прозрачная, или слабоокрашенная в коричневатый или зеленоватый цвет жидкость.*
- *В стандартных условиях конденсат (стабильный) находится в жидком состоянии и не содержит газообразных УВ.*
- *В состав конденсата могут входить сера и парафин.*
- *Конденсаты различаются по групповому и фракционному составу. Конденсат характеризуется плотностью и вязкостью в стандартных условиях*

# Газоконденсат

- **Нефть, растворенная в газе.**
- **В условиях недр (на глубинах от 1300 до 6000 м, при пластовом давлении от 10 до 60 МПа и выше, и пластовой температуре – от 60 до 140° С и выше) газоконденсатные скопления находятся в газообразном состоянии.**
- **Расположенные на больших глубинах, газоконденсатные системы приближаются по своим свойствам к нефтям, но при этом могут содержать и легкие газоконденсаты.**

## По происхождению:

- Могут иметь первичное и вторичное происхождение.
- *Первичные газоконденсаты образуются в нефтегазопроизводящих породах при преобразовании рассеянного ОВ.*
- *Вторичные газоконденсаты – при термокаталитических превращениях нефтей.*
  
- *Конденсаты состоят в основном из УВ и могут содержать: смол до 3,7 %, асфальтенов – до 0,3 %, и серы - до 1,4 %. В бензиновой фракции конденсатов преобладают алканы, реже - ароматические и нафтеновые УВ. Некоторые конденсаты среди алканов содержат до 4 % парафина. По сравнению с нефтью конденсаты состоят из более простых и легких компонентов.*

- *Различают конденсат сырой и стабильный:*
- *сырой конденсат получают при сепарации (разделении) ГКС;*
- *стабильный конденсат – путем глубокой дегазации сырого конденсата.*
- *Плотность стабильного конденсата меняется от 0,6 до 0,82 г/см<sup>3</sup>, молекулярная масса от 90 до 170, температура кипения находится в пределах 35-250° С. Встречаются конденсаты конца кипения, которых лежит в пределах 350-500° С.*
- *Сырые конденсаты начинают кипеть при температуре 24° С.*

# Газовый \ газоконденсатный фактор

- *Отношение количества сепарированного газа к количеству выделенной из него жидкости в нормальных условиях.*
- *Величина газоконденсатного фактора изменяется у разных газоконденсатных залежей от 900-1000 до 25000 м<sup>3</sup>/т.*
- *Обратная величина газоконденсатного фактора – конденсатность, содержание стабилизированного конденсата в газе в условиях залежи (см<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, г/м<sup>3</sup>).*
- *Конденсатность достигает значения – 700 см<sup>3</sup>/ т.*

---

Газовый фактор используется в качестве показателя типа залежи.

К нефтяным залежам относятся залежи с ГФ ниже 600 м<sup>3</sup>/т,

к нефтегазоконденсатным – 600-900 м<sup>3</sup>/т,

к газоконденсатным – свыше 900 м<sup>3</sup>/т.

# Газовые гидраты

- *Твёрдые растворы, которые большинство газов (за исключением гелия, водорода и н-бутана) при определенном давлении и температуре, образуют с водой.*
- *При формировании газогидратов, молекулы воды создают с помощью водородной связи кристаллические решетки, в полости которых внедряются молекулы только одного определённого газа.*
- *Иногда такие твердые растворы газа в воде называют клатратами, что означает по латыни «защищенные решеткой» или кристаллогидратами.*

- Внешний вид напоминает снег или фирн (рыхлый лед).
- Попадание молекул метана в «ловушку» из молекул воды и смерзание их в твердое вещество возможно только при относительно высоком давлении и низких температурах (в морях и океанах на глубине 250-600 м).
- Они часто имеют характерный запах природного газа, и могут гореть.
- Благодаря своей клатратной структуре единичный объём газового гидрата может содержать до 160—180 объёмов чистого газа.
- Они легко распадаются на воду и газ при повышении температуры.

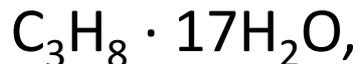
Общая формула газовых гидратов

$M \cdot nH_2O$ ,

где M – молекула газа.

Значения n меняются от 5,75 до 17, в зависимости от состава газа и условий образования гидратов.

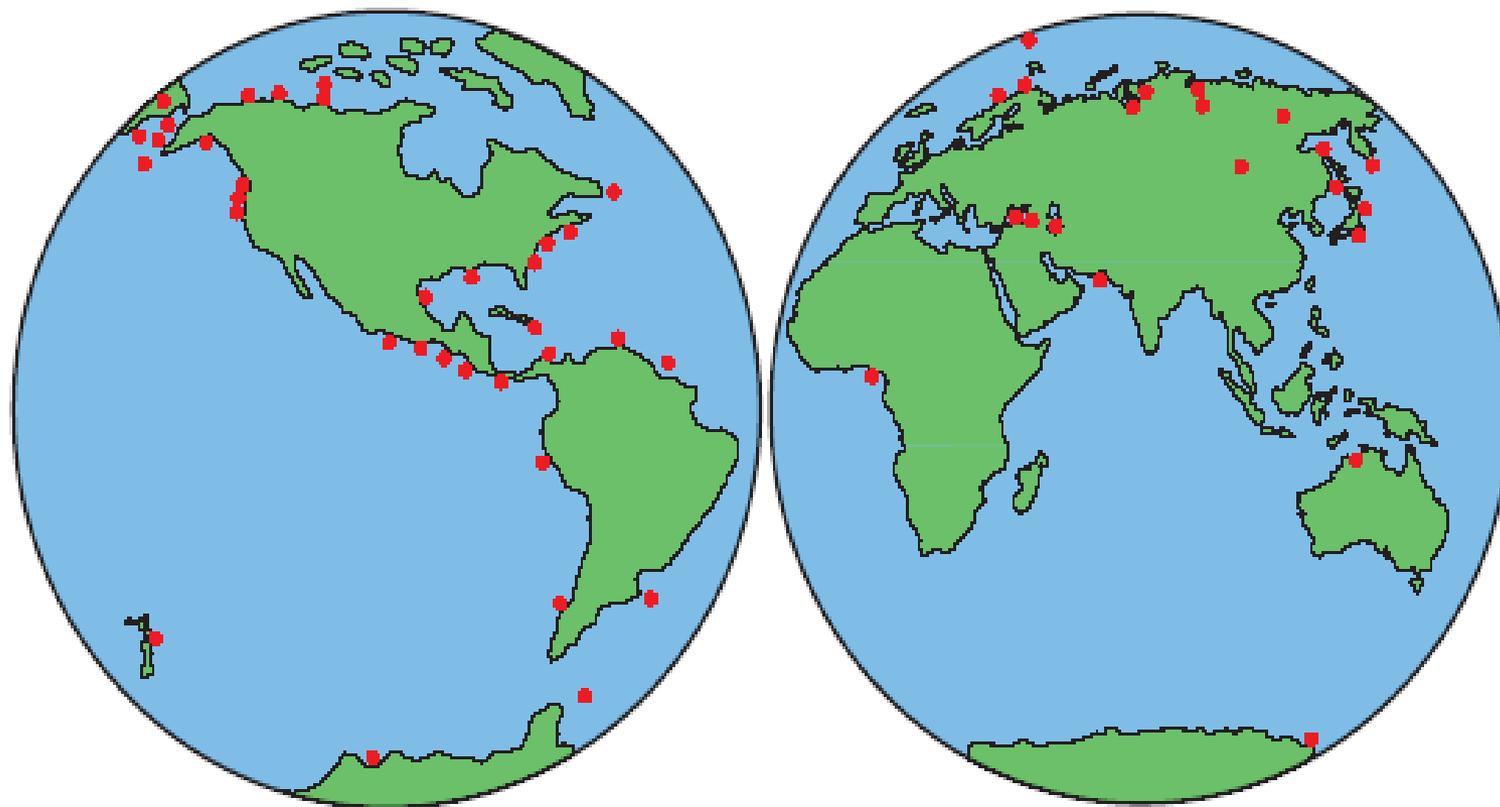
Состав некоторых гидратов при температуре 0° С и равновесном давлении следующий:



Эти формулы показывают, что для образования газогидратов нужно много воды.

- *Газогидраты не образуются в воде, потому что концентрация растворенного газа там во много раз меньше концентрации, равновесной с газогидратом (исследования В.П. Царева, Ю.Ф. Макогона и др.).*
- *Газогидраты образуются*
  - **из свободного газа на разделе газ – вода,**
  - **из растворенного газа – на разделе горная порода – вода,**
  - **на поверхности минеральных частиц, где имеется слой адсорбированных молекул газа.**

- **Природные газовые гидраты, залежи которых содержатся в океанических осадках и в арктической вечной мерзлоте, содержат значительные количества природного газа, в основном метана.**
- **Из кубометра газогидратов можно получить около 160 кубометров метана.**
- **Запасы газогидратов огромны, предположительно, они превышают все разведанные на текущий момент запасы природного газа**



*Разведанные месторождения природных газовых гидратов на Земле (по Дядину Ю.А., Гущину А.Л., 1998г. )*