



**Волгоградский государственный технический  
университет**

# ***Химия нефти и газа***

Доц. Каф. ТОНС  
Леденев С.М.

## Основная литература

1. Капустин В.М. Технология переработки нефти. Ч.1. Первичная переработка нефти. М.: КолосС. – 2012. - 456 с.
2. Капустин В.М., Гуреев А.А. Технология переработки нефти. Ч.2. Физико-химические процессы М.: Химия – 2015. – 400 с.
3. Капустин В.М., Толстоногов Б.П., Фукс И.Г. Технология переработки нефти. Ч.3. Производство нефтяных смазочных материалов. М.: Химия. – 2014. -328 с.
4. Капустин В.М., Рудин М.Г., Кудинов А.М. Технология переработки нефти. Часть 4. Общезаводское хозяйство. М.: Химия. – 2017. – 320 с.
5. Основные процессы нефтепереработки. Справочник : пер. с англ. 3-го изд. / [Р. А. Мейерс и др.] ; под ред. О. Ф. Глаголевой, О. П. Лыкова. — СПб.: ЦОП «Профессия», 2011. — 944 с.
6. Лapidус А.Л., Голубева И.А., Жагфаров Ф.Г. Газохимия. - М.: ЦентЛитНефтеГаз. – 2008. – 450 с.

## Дополнительная литература

- 6.Мановян А. К. Технология переработки природных энергоносителей. – М.: Химия. – 2004. – 456 с.
- 7.Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти. - Уфа «Гилем», 2002. – 672 с.
- 8.Зиберт Г.К., Седых А.Д., Кащицкий Ю.А. и др. Подготовка и переработка углеводородных газов и конденсата. Технология и оборудование: Справочное пособие – М: ОАО «Недра-Бизнесцентр», 2001. - 316 с.
- 9.Мурин В.И., Кисленко Н.Н., Сурков Ю.В. и др. Технология переработки природного газа и конденсата: Справочник: в 2 ч. – М: ОАО «Недра-Бизнесцентр», 2002. Ч. 1. - 517 с.
- 10.Чуракаев А.М. Переработка нефтяных газов. М.: «Недра». – 1988. – 279 с.



**Волгоградский государственный технический  
университет**

***Химия нефти и газа***

***I. РОЛЬ НЕФТИ И  
УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ В  
МИРОВОМ И РОССИЙСКОМ  
ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ  
БАЛАНСАХ***

Доц. Каф. ТОНС  
Леденев С.М.



# Природные горючие ископаемые:

- **природный газ;**
- **газовые конденсаты** (плотность менее  $770 \text{ кг/м}^3$  );
- **легкие нефти** (плотность  $770\text{-}830 \text{ кг/м}^3$ );
- **нормальные нефти** (плотность  $830\text{-}930 \text{ кг/м}^3$ );
- **тяжелые высоковязкие нефти** (плотность  $930\text{-}980 \text{ кг/м}^3$  );
- **природные нефтебитумы** (плотность больше  $980 \text{ кг/м}^3$  );
- **торфы;**
- **бурые и каменные угли;**
- **антрациты;**
- **горючие сланцы.**

Всё это – невозполнимые источники энергии.

# **Горючие ископаемые имеют различную энергоёмкость**

**(или теплотворную способность).**

Преимущества нефти и газа перед другими источниками энергии заключается в относительно высокой теплоте сгорания и в простоте использования с технологической точки зрения.

## При полном сгорании

|                             |               |
|-----------------------------|---------------|
| 1 кг нефти выделяется более | 46 МДж тепла; |
| 1 м <sup>3</sup> газа       | → 36 МДж;     |
| 1 кг антрацита              | → 34 МДж;     |
| 1 кг бурого угля            | → 9,3 МДж;    |
| 1 кг дров                   | → 10,5 МДж.   |

Если массу нефти принять за единицу, т.е. для получения эквивалентного количества тепла, масса антрацита должна составить в 1,4 раза больше нефти, бурого угля – в 5,0 раз и дров – в 4,4 раза.

Запасы горючих ископаемых удобно выражать эквивалентной  
единицей условного топлива, энергоёмкость которого принята равной

**29 ГДж/т (7 000 ккал/кг)**

# Энергетические эквиваленты горючих ископаемых

| Вид горючего ископаемого   | Удельная энергоемкость, ГДж/т  | Коэффициент перевода         |                           |
|----------------------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------|
|                            |                                | условное топливо, т/т        | нефтяной эквивалент, т/т  |
| Уголь каменный             | 27,6                           | 0,95                         | 0,66                      |
| Уголь бурый                | 13,8                           | 0,47                         | 0,54                      |
| Нефть                      | 41,9                           | 1,44                         | 1,00                      |
| Природный газ<br>(при 0°C) | 37,7<br>ГДж/1000м <sup>3</sup> | 1,30<br>т/1000м <sup>3</sup> | 0,90 т/1000м <sup>3</sup> |
| Условное топливо           | 29,0                           | 1,00                         | 1,70                      |

**Mtoe** – мегатонна нефтяного эквивалента (англ. Megaton of oil equivalent ) нефтяной эквивалент (единица измерения энергии в нефтяной отрасли).

***1 эквивалент мегатонны нефти [МТОЕ] = 11.630.000 мегаватт-час [МВт·ч]***

**Мегаватт-час (МВт·ч)** — внесистемная единица измерения работы или количества произведенной или потребленной энергии.

Мегаватт-час равен количеству энергии, потребляемой устройством мощностью один мегаватт в течение одного часа.

Используется для измерения потребления больших количеств электроэнергии на предприятиях.



# **Топливо-энергетический баланс**

**Соотношение добычи  
различных видов топлива и  
выработанной энергии (приход)  
и их использованием в  
хозяйстве (расход)**

# Топливо-энергетический баланс

Приход (ресурсы) млн т у.т.

Добыча  
топлива

Запасы на  
конец года

Импорт

Расход (распределение) млн т у.т.

На  
производственные  
и прочие нужды

Преобразования в  
другие виды  
энергии

Экспорт

## **Мировой топливно-энергетический баланс, млн. т.н.э.**

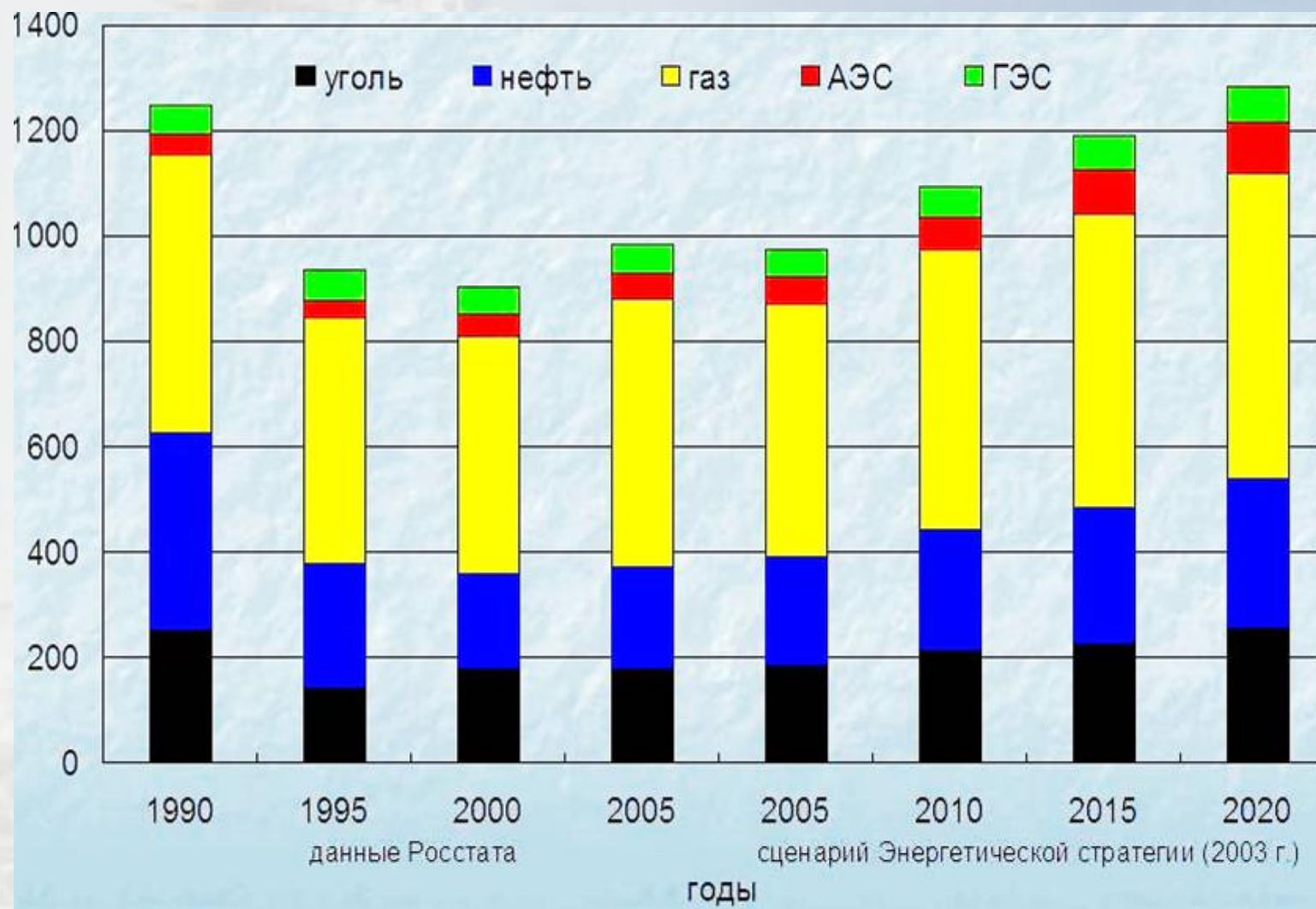
|                 |      |       |      |
|-----------------|------|-------|------|
| Нефть           | 3882 | 32,7% | 82,6 |
| Газ             | 2653 | 22,3% |      |
| Уголь           | 3278 | 27,6% |      |
| Атомная энергия | 626  | 5,27% |      |
| Биомасса        | 650  | 5,47% |      |
| Гидро           | 572  | 4,81% |      |
| НВИЭ            | 210  | 1,76% |      |

## **Топливо-энергетический баланс России, млн. т.н.э.**

|                          | 2010 г. | 2030 г. |
|--------------------------|---------|---------|
| Нефть                    | 21%     | 31-32%  |
| Газ                      | 54%     | 44-45%  |
| Уголь                    | 14%     | 12-14%  |
| Атомная энергия          | 6%      |         |
| Гидроэнергия             | 5%      |         |
| Возобновляемые источники | 0,5%    | 2-3%    |



# Топливо-энергетический баланс России в 1990-2020, млн. т у. т. в год





# Топливо-энергетический баланс России до 2030 года



Отрасли промышленности, занятые добычей, транспортировкой и переработкой различных горючих ископаемых, а также выработкой и распределением энергии, называют

***топливно-энергетическим комплексом (ТЭК).***

ТЭК является основой современной мировой экономики.

Ежегодное энергопотребление увеличивается быстрее, чем растёт население Земли, и составляет в начале XXI века в среднем **2,5 – 3,0 т.** на человека.

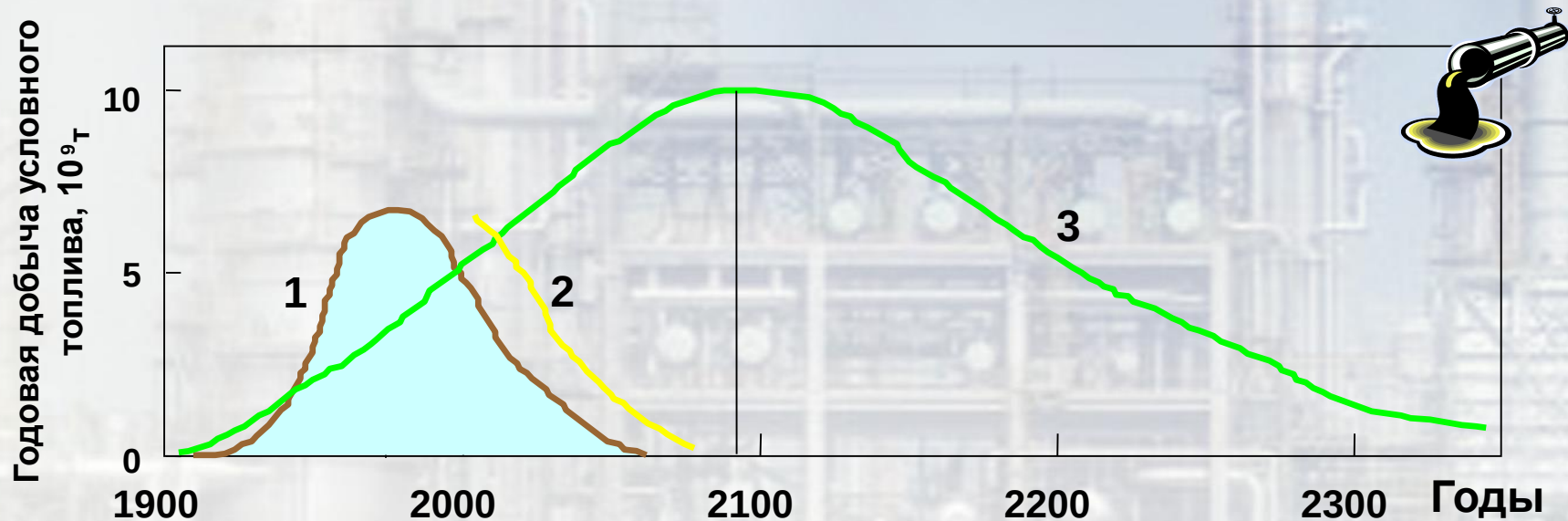
Среднее потребление энергии:

- в **США** - **12т/чел,**
- в **СНГ** – **6 т/чел,**
- в развивающихся странах – **0,2 т/чел.**

# Обеспеченность ресурсами нефти и газа с учётом разведанных запасов в России

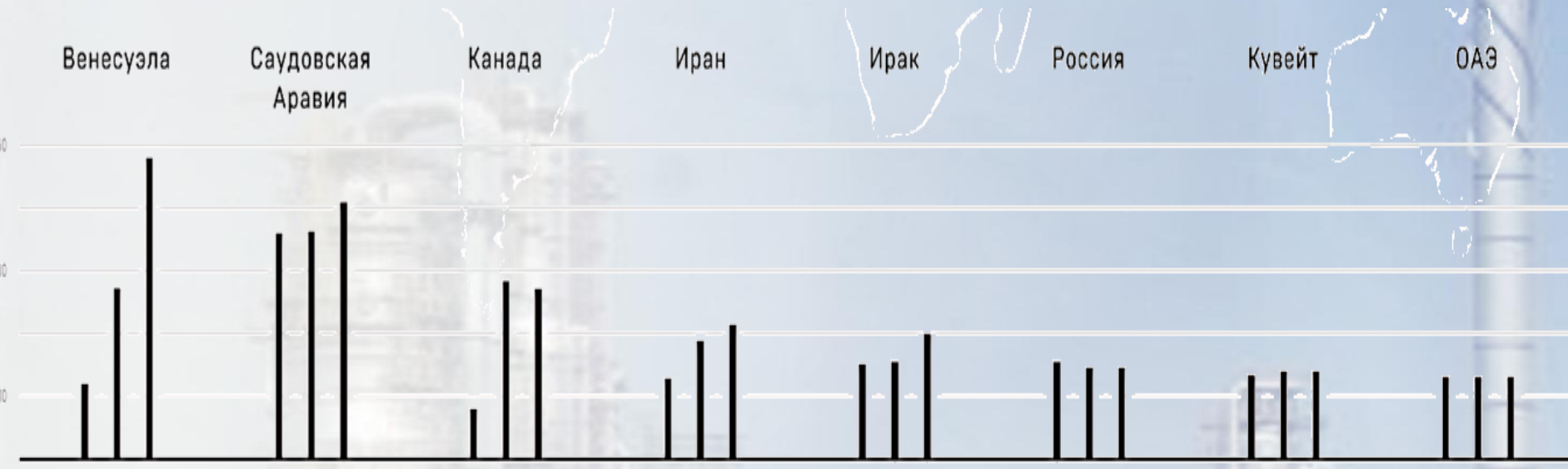
|       | 1980г.  | 1990г. | 2010г. |
|-------|---------|--------|--------|
| газ   | 53 года | 65 лет | 67 лет |
| нефть | 27 лет  | 39 лет | 40 лет |

## ПРОГНОЗИРУЕМАЯ ДОБЫЧА **НЕФТИ** (1) **ГАЗА** (2) И **УГЛЯ** (3)



Р.А.Шелдон Химические продукты на основе синтез-газа. 1987г.

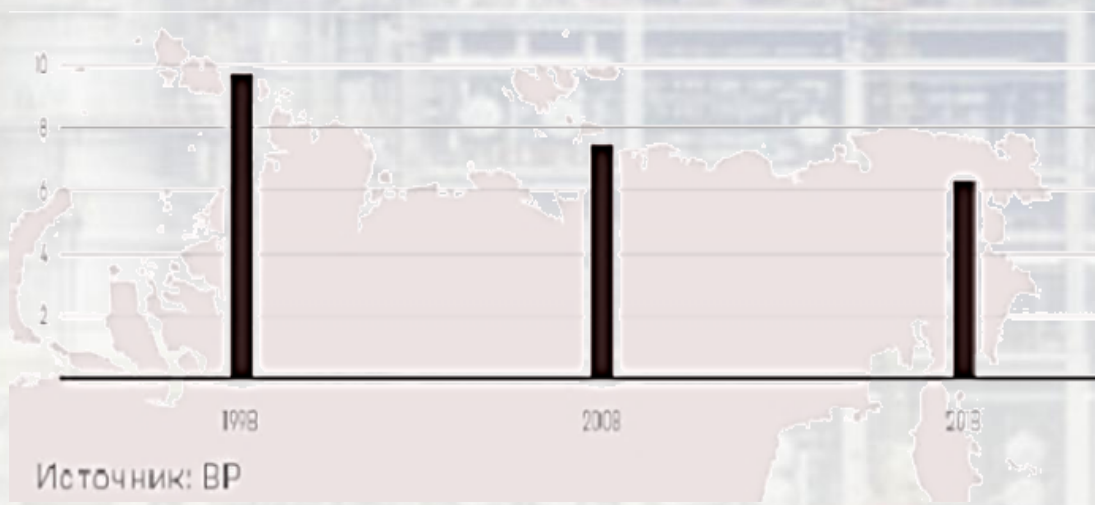
# Запасы нефти в странах-лидерах в 1998, 2008 и 2018 годах, млрд. т



Источник: BP

Мировые разведанные запасы нефти в 2018 году составили **244,1 млрд. тонн**

## Доля России в мире по запасам нефти в 1998, 2008 и 2018 годах, %



Источник: BP



# Ресурсообеспеченность стран мира

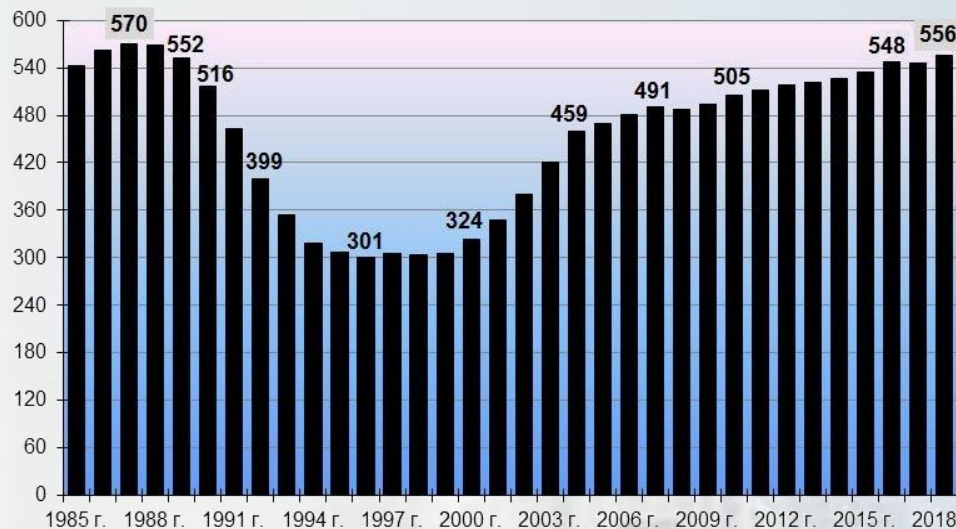
| страна               | Запасы (млрд.тонн) |       |                       | Добыча (млн.тонн) |       |                       |
|----------------------|--------------------|-------|-----------------------|-------------------|-------|-----------------------|
|                      | нефть              | уголь | Железная<br>я<br>руда | нефть             | уголь | Железная<br>я<br>руда |
| Россия               | 6.7                | 200   | 71.0                  | 304               | 281   | 107                   |
| Германия             | 0.2                | 111   | 2.9                   | 12                | 249   | 0                     |
| Китай                | 3.9                | 272   | 40.0                  | 160               | 1341  | 170                   |
| Саудовская<br>Аравия | 35.5               | 0     | 0                     | 404               | 0     | 0                     |
| Индия                | 0.6                | 29    | 19.3                  | 36                | 282   | 60                    |
| США                  | 3.0                | 445   | 25.4                  | 402               | 937   | 58                    |
| Канада               | 0.7                | 50    | 25.3                  | 126               | 73    | 42                    |
| Бразилия             | 0.7                | 12    | 49.3                  | 61                | 29    | 162                   |
| ЮАР                  | 0                  | 130   | 9.4                   | 0                 | 206   | 33                    |
| Австралия            | 0.2                | 90    | 23.4                  | 29                | 243   | 112                   |

# **Мировые запасы основных видов природных ресурсов в расчёте на душу населения (на начало XXI в.)**

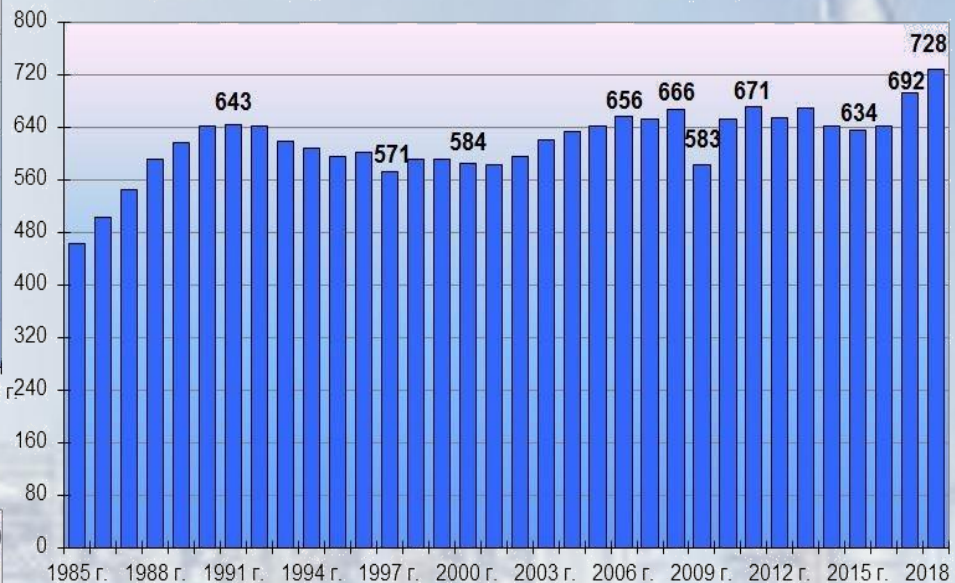
| <b>Страны и континенты</b>    | <b>Нефть с учётом конденсата, т</b> | <b>Природный газ, тыс. м<sup>3</sup></b> | <b>Уголь, т</b> | <b>Железная руда, т</b> | <b>Сельскохозяйственные угодья, га</b> | <b>Пресная вода, тыс. м<sup>3</sup></b> | <b>Лес, га</b> |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|----------------|
| <b>Россия</b>                 | <b>141,58</b>                       | <b>32,2</b>                              | <b>1364,5</b>   | <b>388,7</b>            | <b>1,54</b>                            | <b>30,3</b>                             | <b>6,11</b>    |
| <b>Европа</b>                 | <b>4,06</b>                         | <b>1,8</b>                               | <b>86,4</b>     | <b>52,0</b>             | <b>0,29</b>                            | <b>4,9</b>                              | <b>0,23</b>    |
| <b>Азия</b>                   | <b>27,09</b>                        | <b>17,0</b>                              | <b>131,3</b>    | <b>8,5</b>              | <b>0,13</b>                            | <b>3,7</b>                              | <b>0,10</b>    |
| <b>Африка</b>                 | <b>13,17</b>                        | <b>11,9</b>                              | <b>167,3</b>    | <b>28,3</b>             | <b>0,22</b>                            | <b>4,8</b>                              | <b>0,55</b>    |
| <b>Северная Америка</b>       | <b>34,16</b>                        | <b>28,0</b>                              | <b>1724,8</b>   | <b>94,2</b>             | <b>0,65</b>                            | <b>14,6</b>                             | <b>1,31</b>    |
| <b>Южная и Центр. Америка</b> | <b>26,8</b>                         | <b>13,0</b>                              | <b>49,6</b>     | <b>42,0</b>             | <b>1,18</b>                            | <b>40,7</b>                             | <b>2,98</b>    |
| <b>Австралия и Океания</b>    | <b>19,0</b>                         | <b>20,9</b>                              | <b>393,3</b>    | <b>624,7</b>            | <b>2,26</b>                            | <b>30,83</b>                            | <b>2,23</b>    |
| <b>Всего в мире</b>           | <b>26,1</b>                         | <b>23,5</b>                              | <b>244,6</b>    | <b>36,1</b>             | <b>0,24</b>                            | <b>7,42</b>                             | <b>0,96</b>    |

# Добыча природных ископаемых в РФ в 1985-2018 гг.

Добыча нефти в России в 1985-2018 гг., млн т



Добыча природного газа в России в 1985-2018 гг., млрд куб. м



Добыча угля в России в 1985-2018 гг., млн т



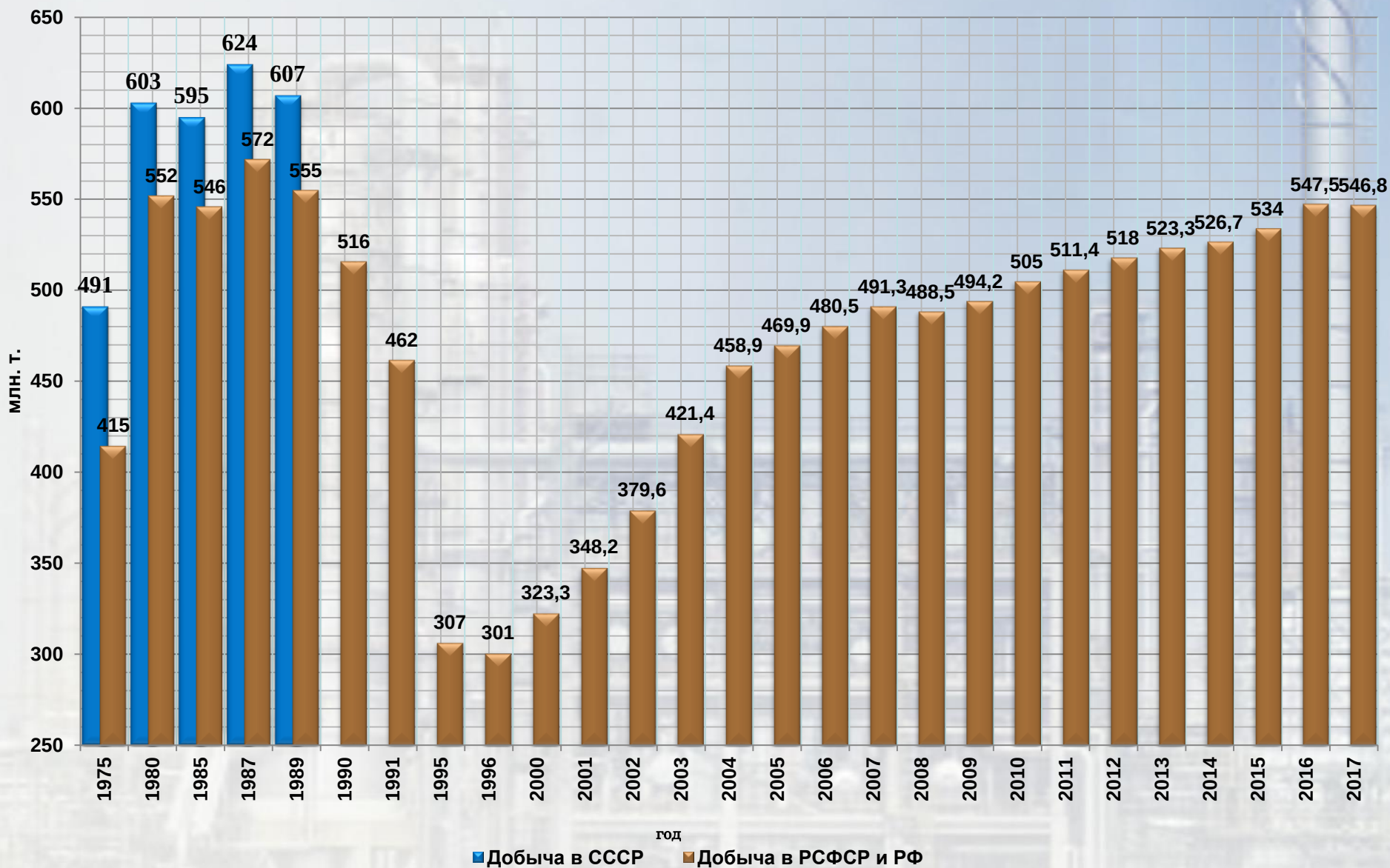
**Добыча нефти в России в 2019 г. достигла нового максимума за весь постсоветский период - 560,2 млн. тонн (+0,8%).**

**Добыча природного газа в России в 2019 г. выросла на 1,7%, до 738 млрд м<sup>3</sup>.**

**Добыча угля в России в 2019 г. – 437 млн тонн (прогноз).**

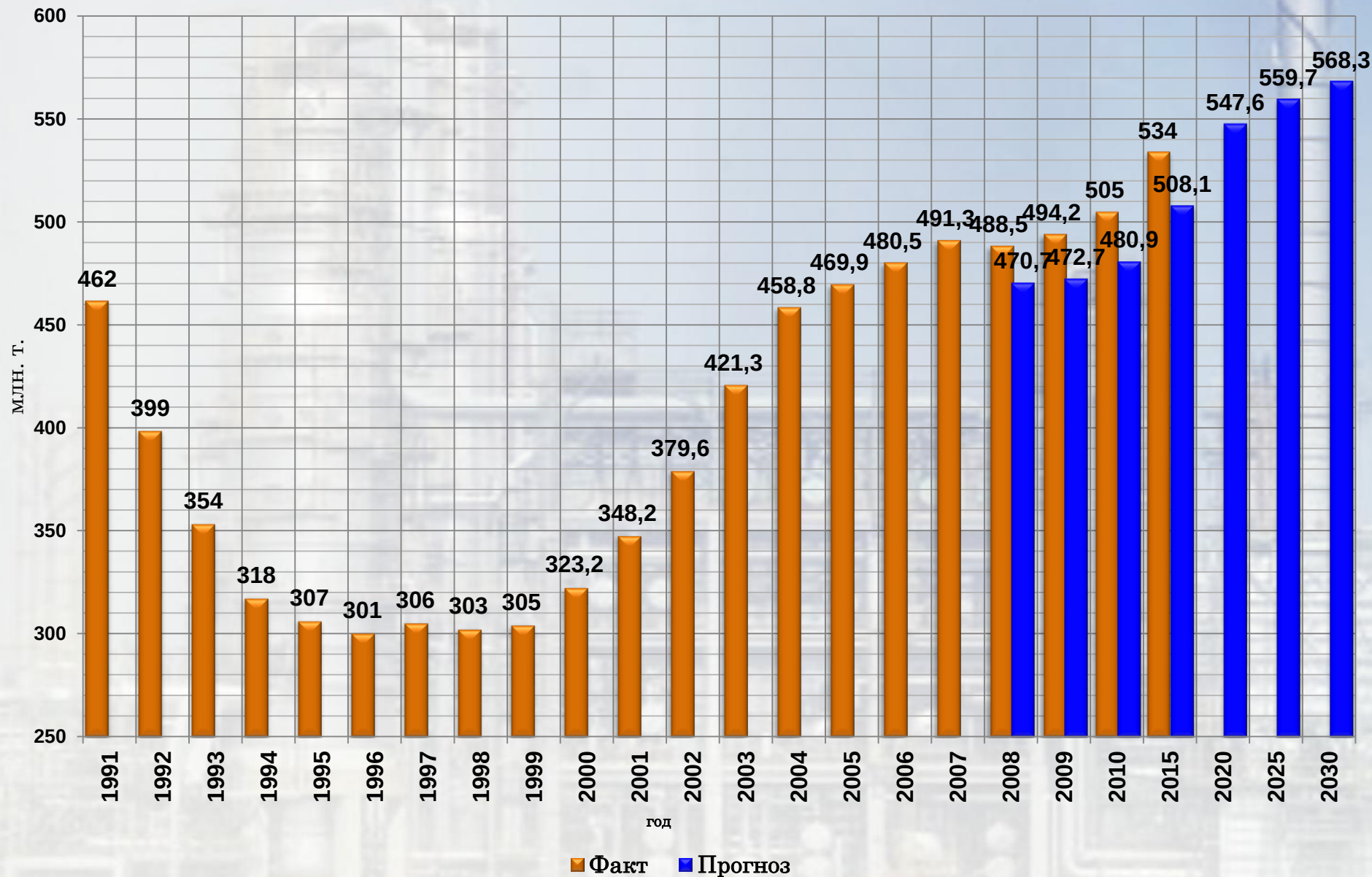


# Добыча нефти в СССР и России в 1975-2017 гг.





# Добыча нефти в России в 1991-2015 гг. и прогноз до 2030 г.

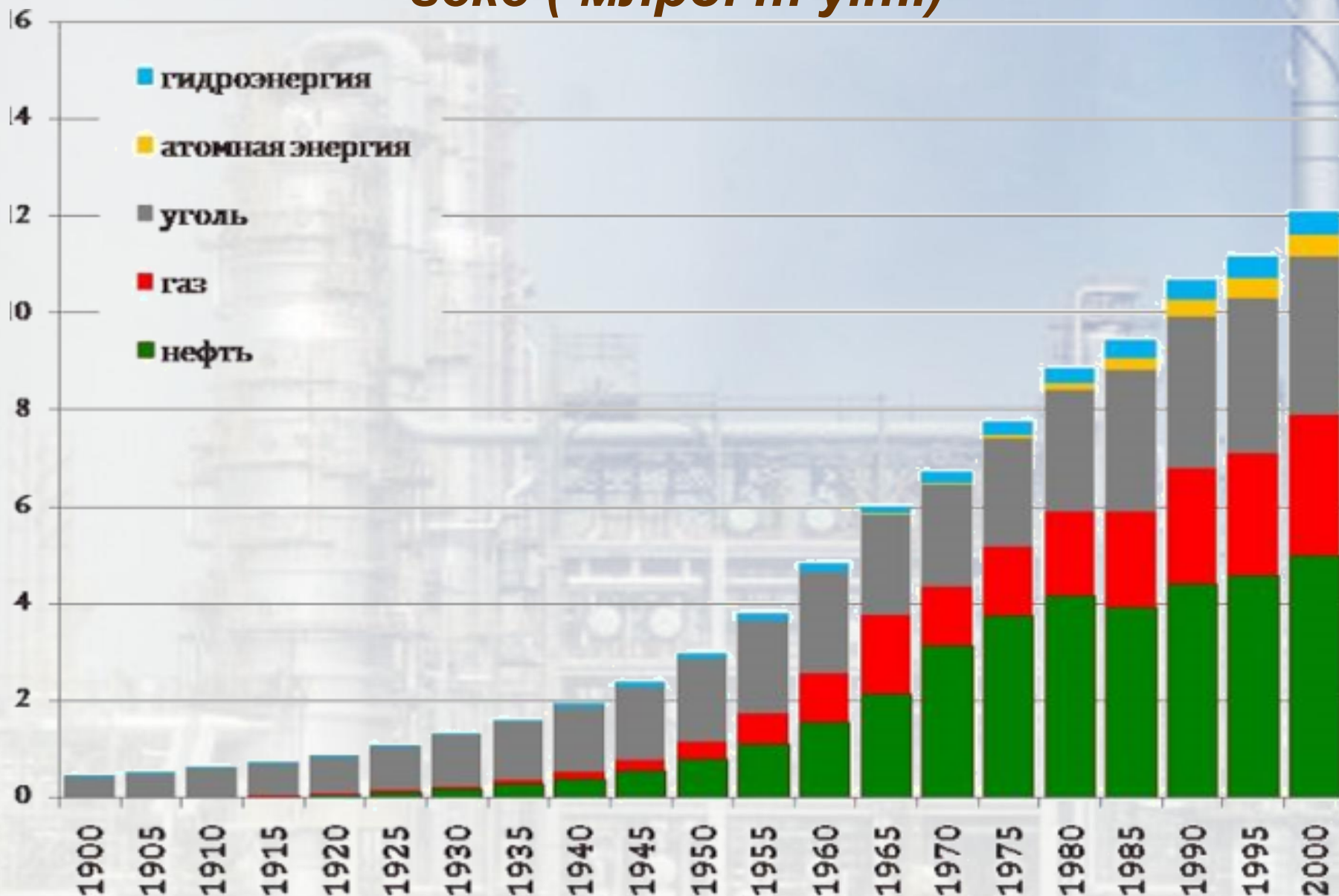


## Добыча сырой нефти (млн. барр./день)



Источник: Управление по энергетической информации США

# Потребление первичной энергии в мире в XX веке ( млрд. т у.т.)

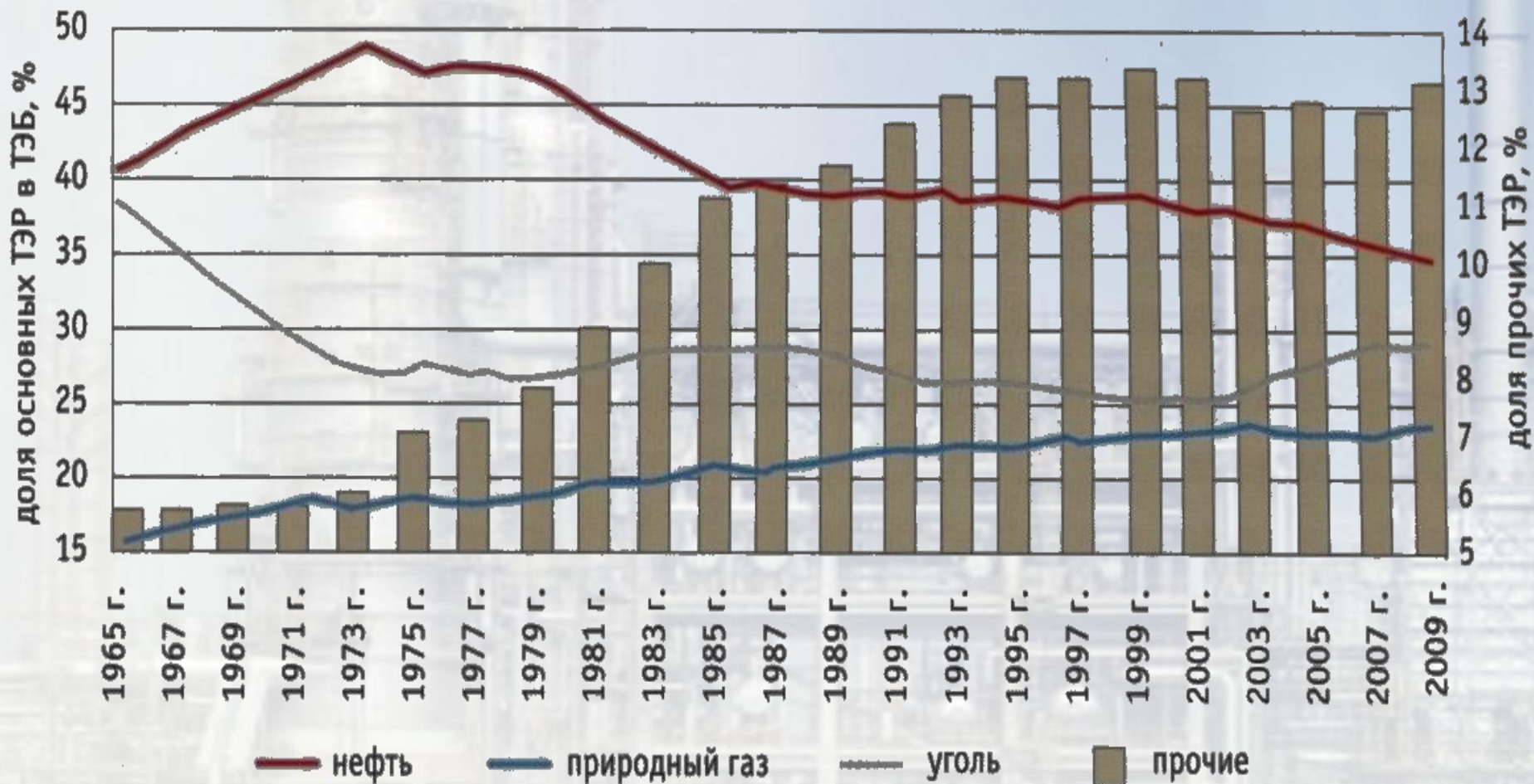




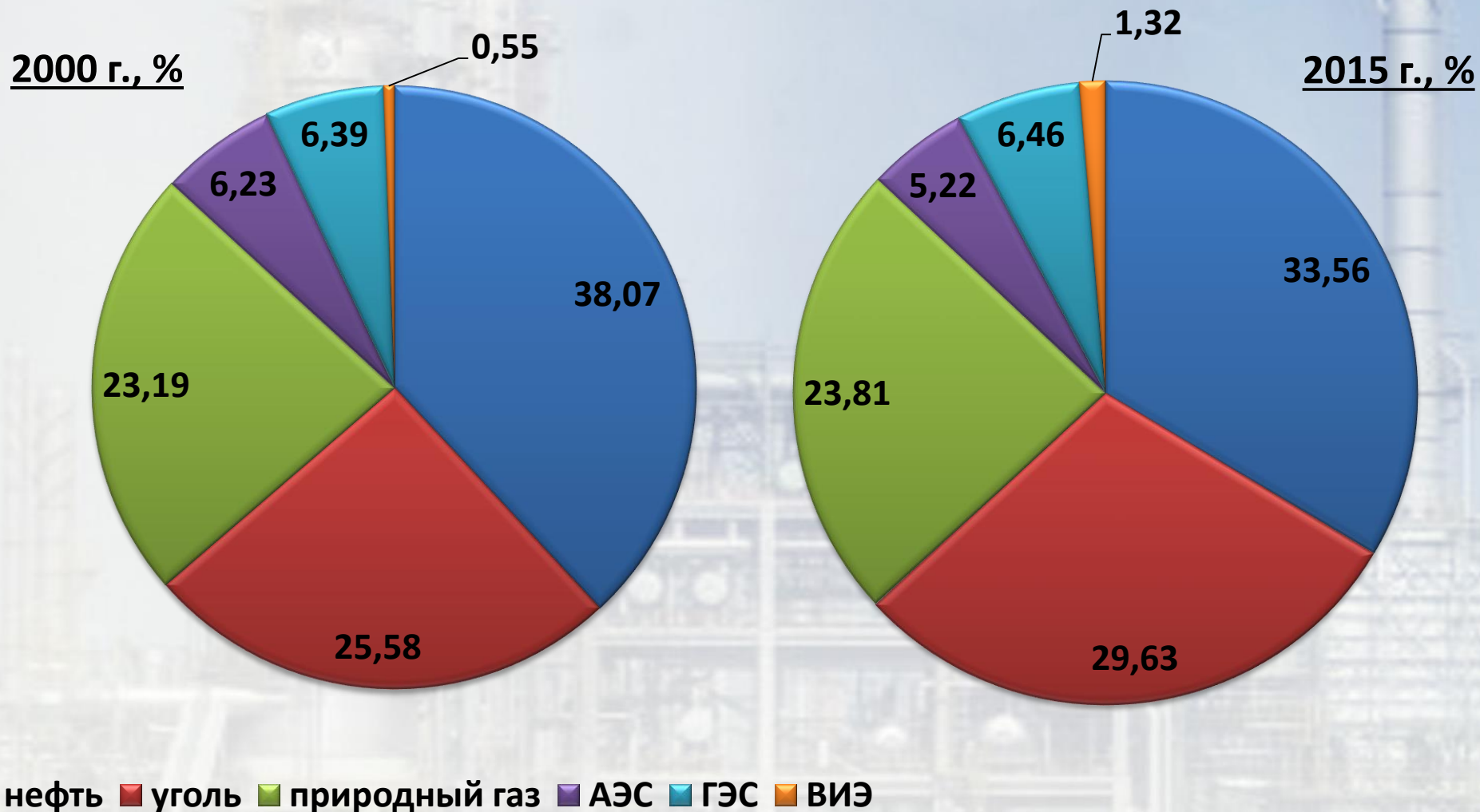
***Изменение роли источников энергии в мировом  
топливно-энергетическом балансе,  
% к нефтяному эквиваленту в XX веке.***

| <b>ЭНЕРГОНОСИТЕЛИ</b>         | <b>1900 г.</b> | <b>1980 г.</b> | <b>1990 г.</b> |
|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Нефть</b>                  | <b>3,7</b>     | <b>43,5</b>    | <b>37,6</b>    |
| <b>Газ</b>                    | <b>1,1</b>     | <b>18,8</b>    | <b>20,8</b>    |
| <b>Твердое<br/>топливо</b>    | <b>93,2</b>    | <b>28,9</b>    | <b>29,1</b>    |
| <b>Ядерная<br/>энергия</b>    | <b>0</b>       | <b>2,5</b>     | <b>5,6</b>     |
| <b>Гидроэнергия<br/>и пр.</b> | <b>2,0</b>     | <b>6,3</b>     | <b>6,9</b>     |

# Структурные изменения в мировом потреблении первичных источников энергии в 1965-2009 гг.



# ***Изменение видовой структуры мирового потребления первичных источников энергии в 2000-2015 гг.***





# ***Прогноз изменения структуры мирового топливно-энергетического баланса (%)***

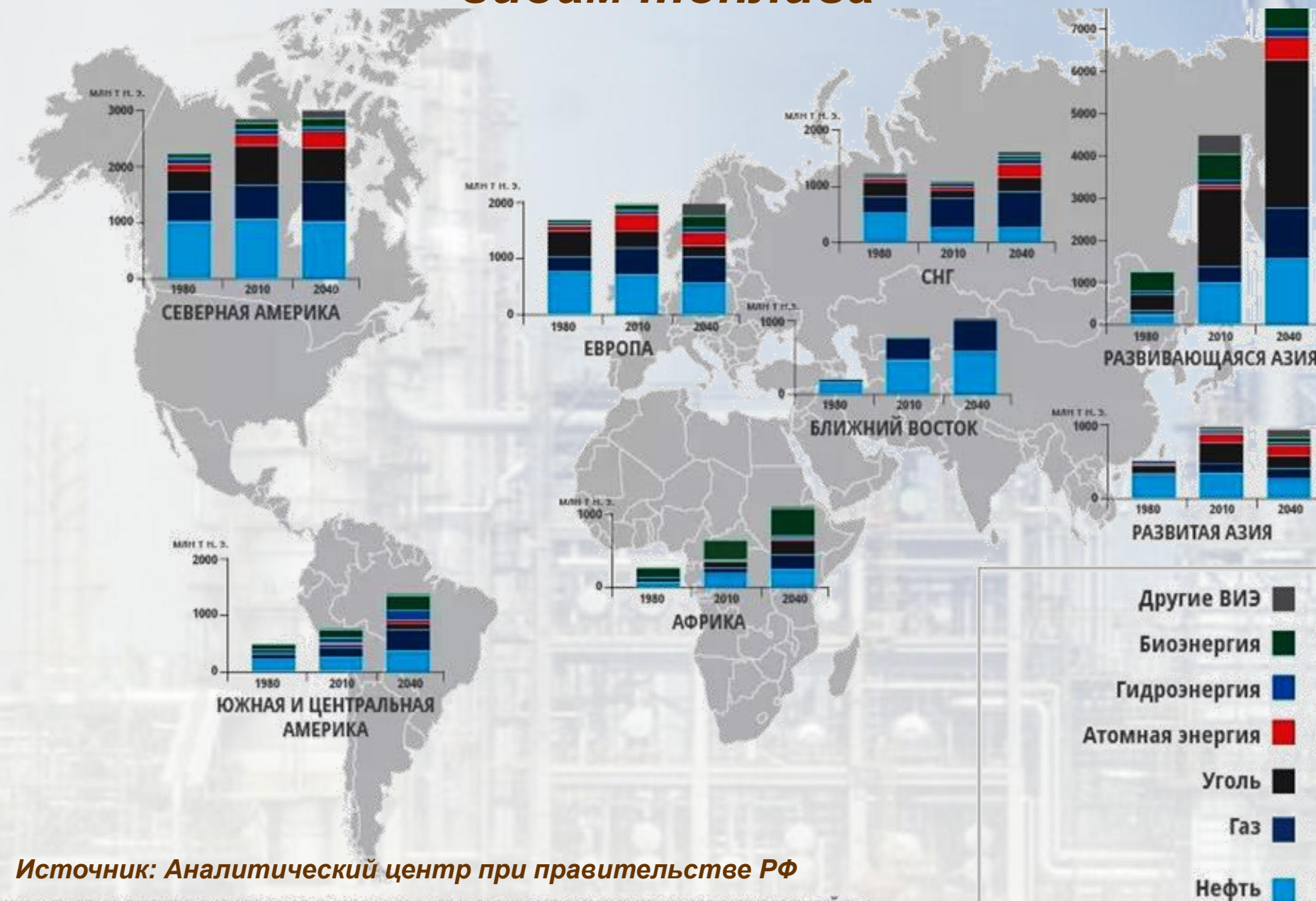
| <b>Виды<br/>энергоносителей</b> | <b>2010 г.</b>       | <b>2020 г.</b> | <b>2050 г.</b> |
|---------------------------------|----------------------|----------------|----------------|
| <b>Нефть</b>                    | <b>35-39 (33,56)</b> | <b>30</b>      | <b>28-29</b>   |
| <b>Природный газ</b>            | <b>24-25 (23,81)</b> | <b>29</b>      | <b>28-30</b>   |
| <b>Уголь</b>                    | <b>28-29 (29,63)</b> | <b>17</b>      | <b>22-24</b>   |
| <b>Прочие</b>                   | <b>13-14 (13,0)</b>  | <b>24</b>      | <b>20</b>      |

Прогноз экспертов МАГАТЭ, ОПЕК, Департамента промышленного развития

# **Структура потребления первичных энергоносителей**

| <b>ЭНЕРГОНОСИТЕЛИ</b>                           | <b>СТРУКТУРА ПОТРЕБЛЕНИЯ, %</b> |              |                          |
|-------------------------------------------------|---------------------------------|--------------|--------------------------|
|                                                 | <b>В России</b>                 | <b>В США</b> | <b>В Западной Европе</b> |
| <b>Нефть</b>                                    | <b>20,6</b>                     | <b>39,7</b>  | <b>42,5</b>              |
| <b>Природный газ</b>                            | <b>53,7</b>                     | <b>25,7</b>  | <b>21,5</b>              |
| <b>Уголь</b>                                    | <b>18,0</b>                     | <b>24,8</b>  | <b>19,6</b>              |
| <b>Прочие (ядерная, гидроэнергетика и т.д.)</b> | <b>7,7</b>                      | <b>9,8</b>   | <b>16,4</b>              |

# Потребление первичной энергии по регионам и видам топлива



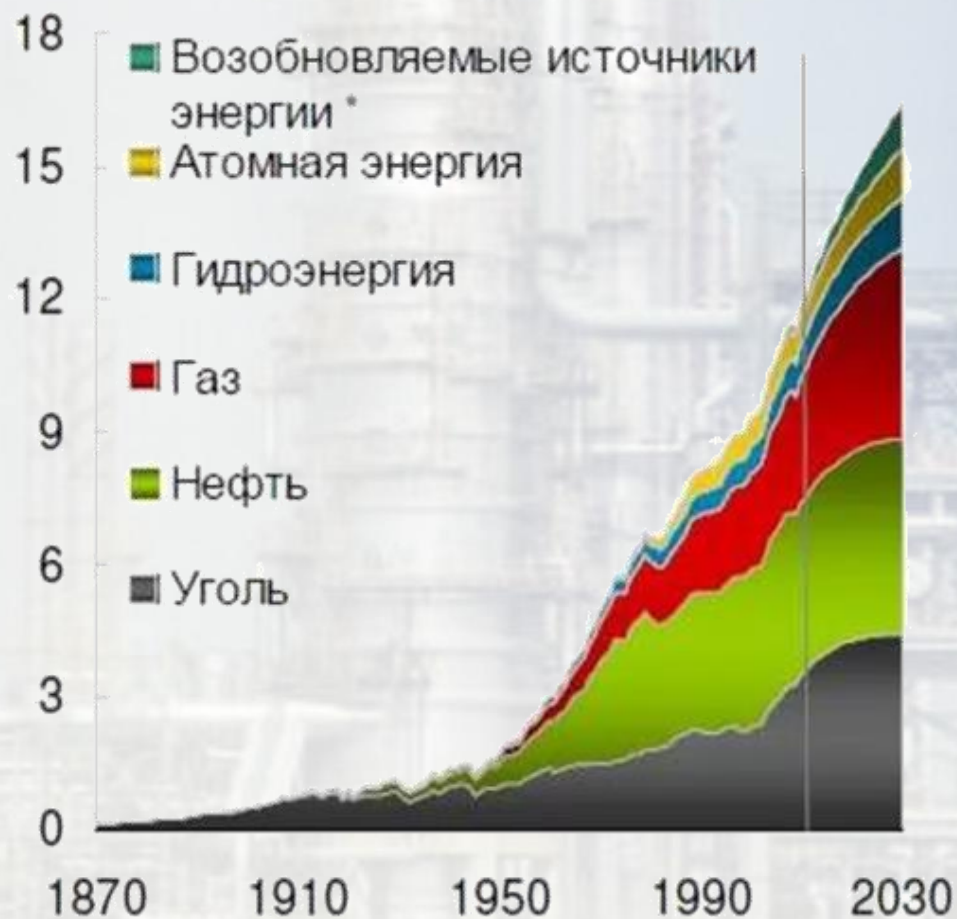
Источник: Аналитический центр при правительстве РФ



# Прогноз развития мировой энергетики до 2030 года

Мировое потребление энергии в коммерческих целях

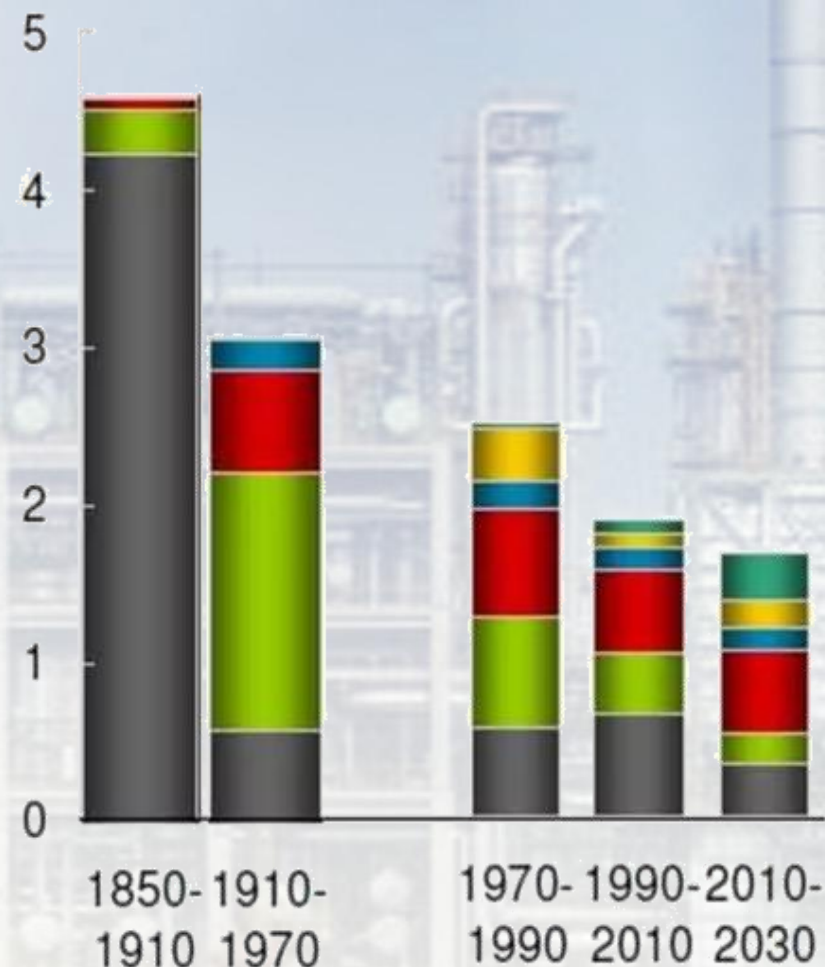
Млрд т.н.э.



\* Включают биотопливо

Доля в общем росте потребления энергии

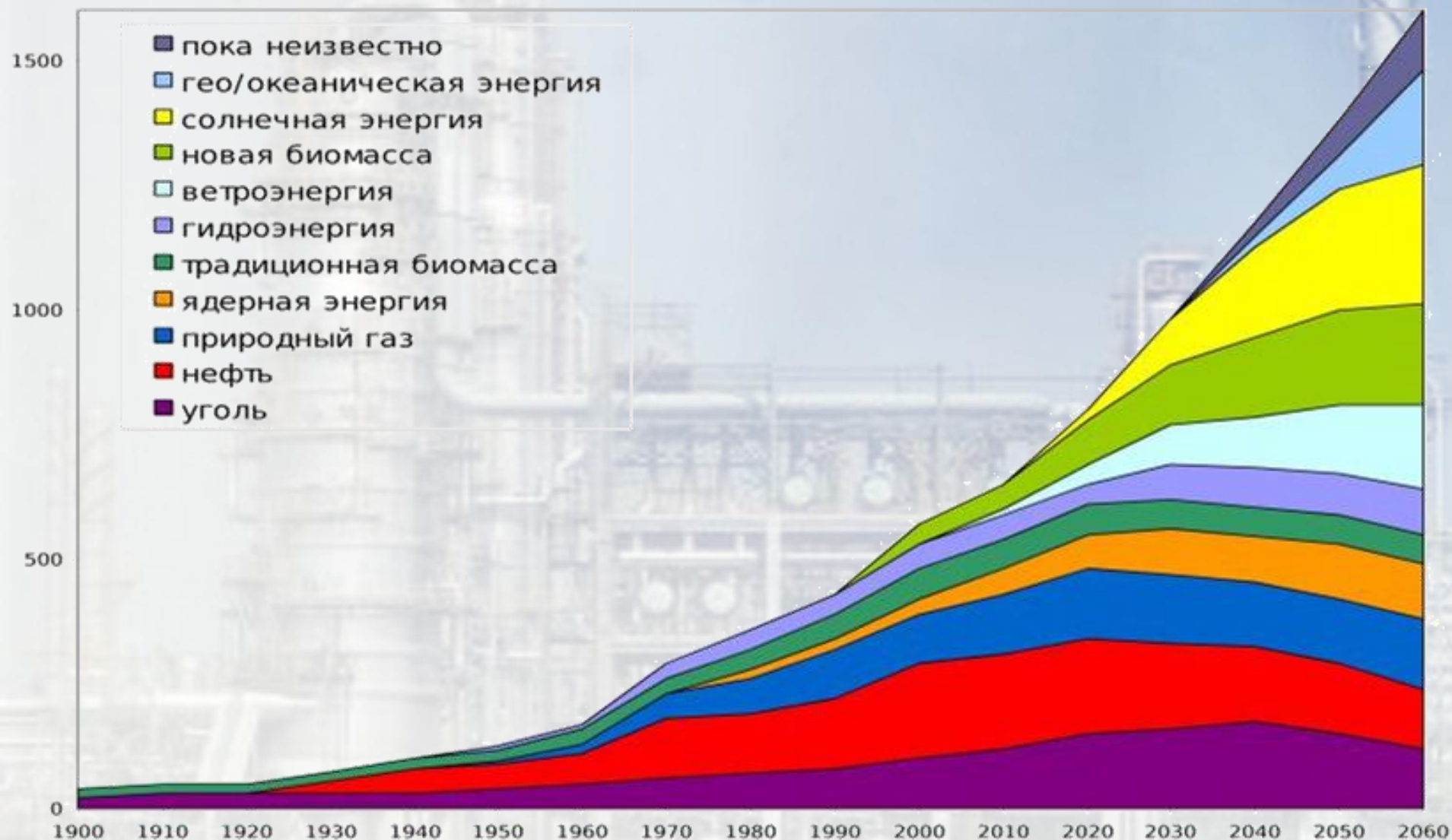
% в год



# Доля возобновляемых источников энергии в мировом потреблении первичной энергии ( по сценарию AIP)



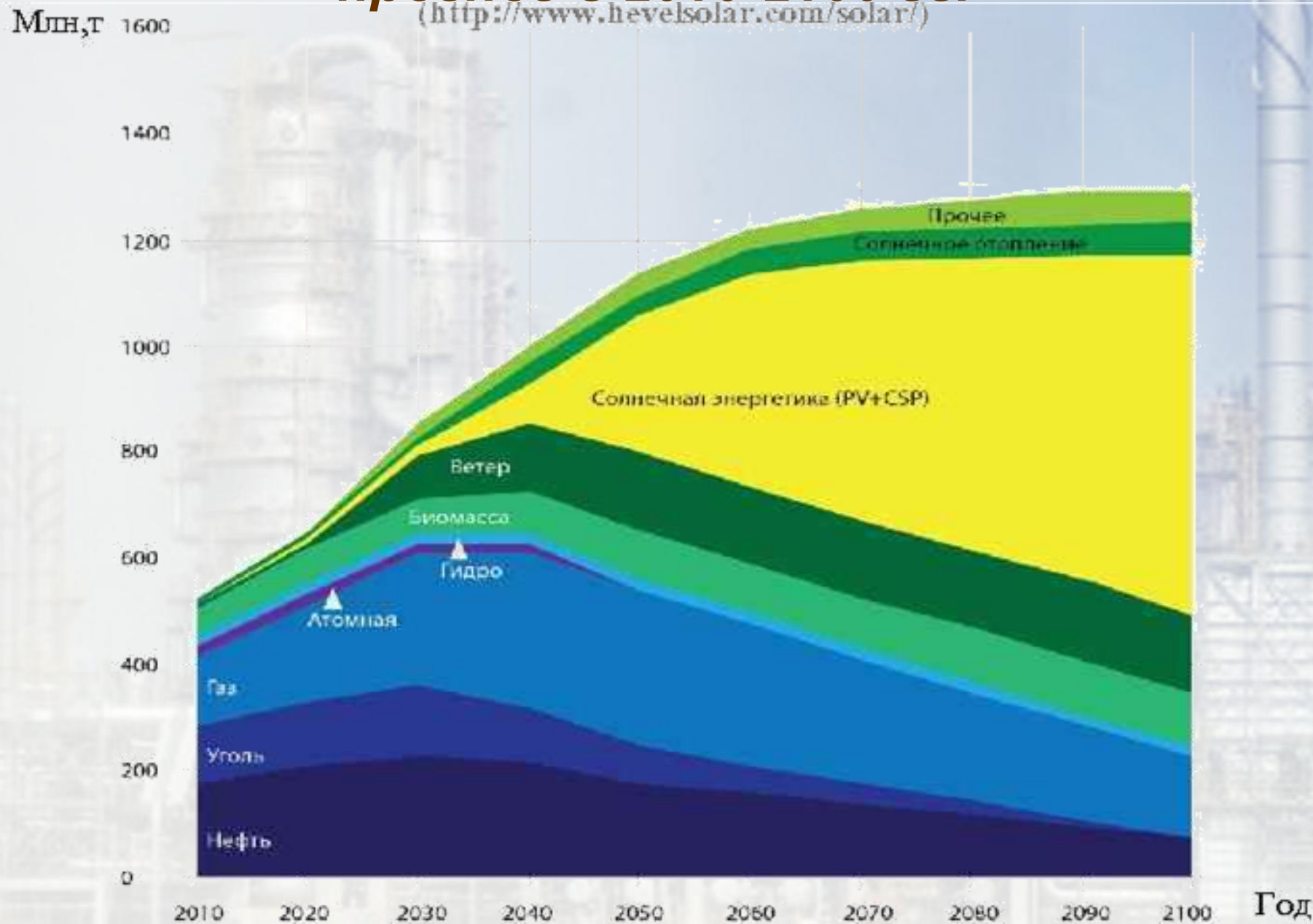
# Мировое потребление энергии к 2060 году



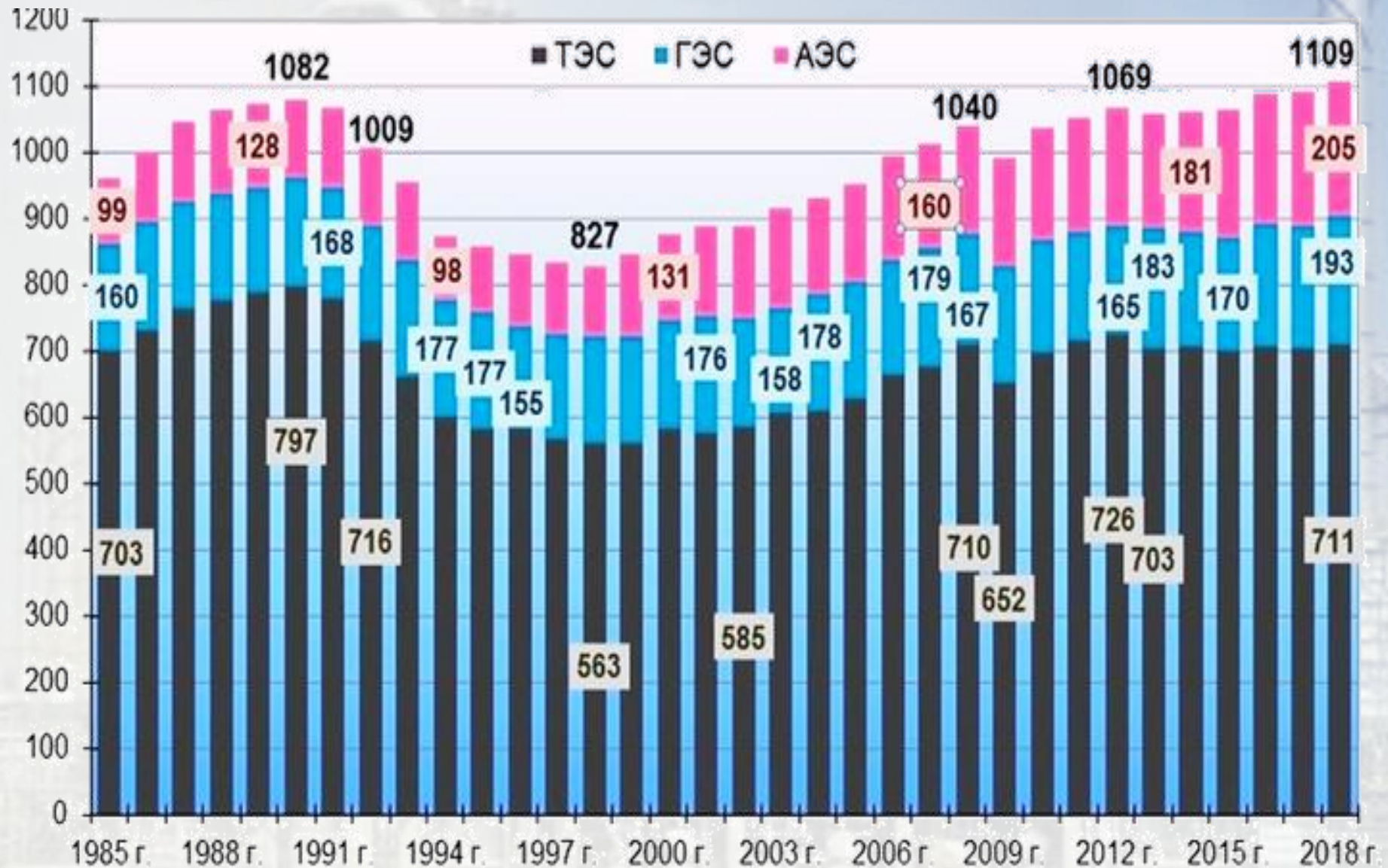


# Мировая статистика потребления энергии и прогноз в 2010-2100 гг.

(<http://www.levelsof.com/solar/>)



# Производство электроэнергии в России в 1985-2018 гг., млрд кВт\*ч





**Волгоградский государственный  
технический университет**

***Химия нефти и газа***

## ***II. ПРИРОДА И СОСТАВ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ***

Доц. Каф. ТОНС  
Леденев С.М.



# ***УГЛЕВОДОРОДНЫЕ ГАЗЫ***

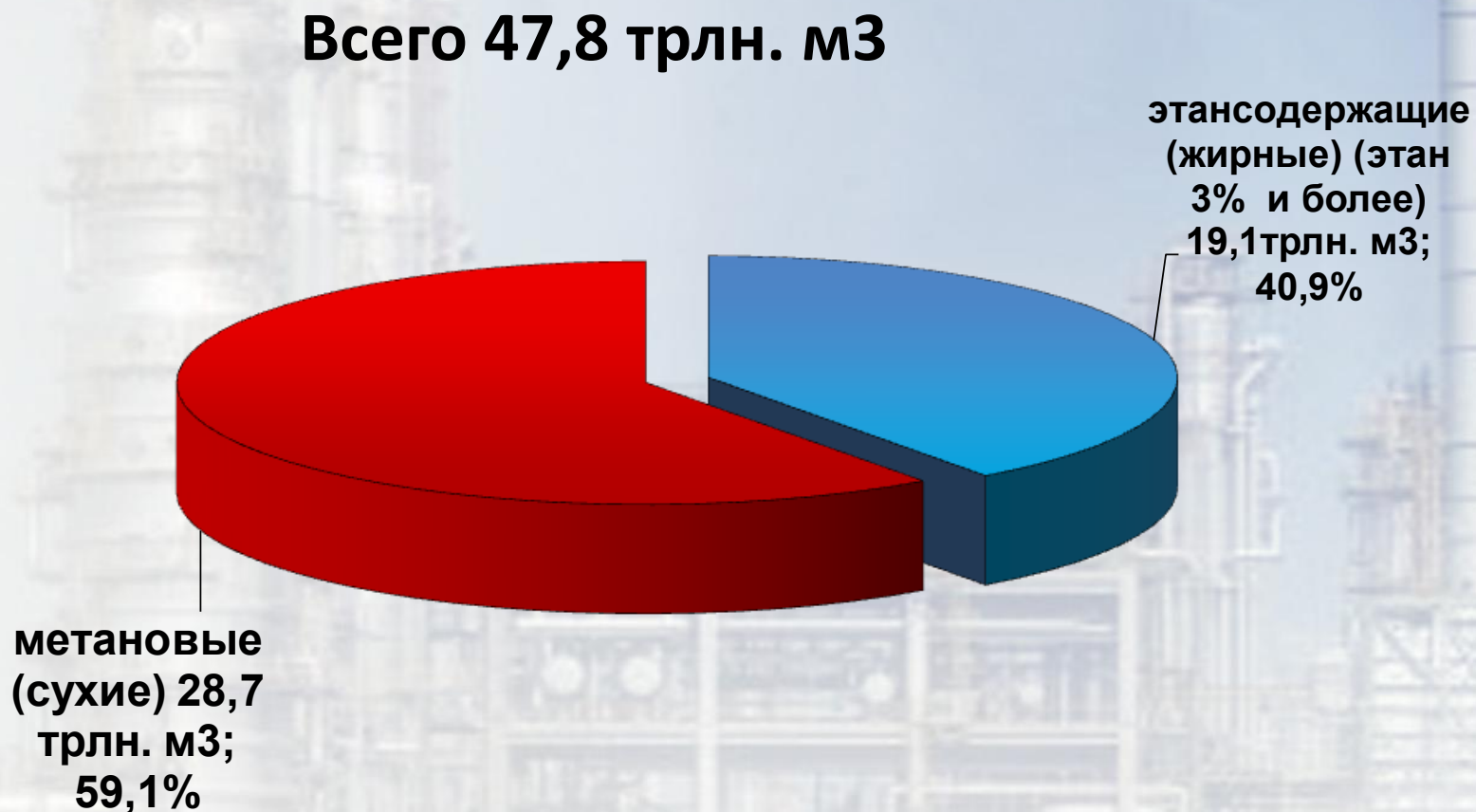
## ***Первичные (природные) УГ***

газы, добываемые  
непосредственно из  
земных недр.

## ***Вторичные (технологическ ие) УГ***

газы, образующиеся в  
результате  
деструктивной  
переработки нефти,  
ее дистиллятов и  
остатков

# Структура запасов природного газа России



# **ПРИРОДА И СОСТАВ ПЕРВИЧНЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ**

## **Первичные углеводородные газы**

по характеру месторождений и методам добычи первичные углеводородные газы подразделяются на:

- **природные;**
- **газы газоконденсатных месторождений;**
- **попутные (нефтяные);**
- **сланцевый газ;**
- **газы стабилизации нефти;**
- **нетрадиционные ресурсы природного газа.**



# ***ПРИРОДНЫЕ ГАЗЫ***

***углеводородные газы , добываемые с чисто газовых месторождений, не содержащих нефти***

Природные газы состоят главным образом из низкомолекулярных парафиновых углеводородов, почти не содержат тяжелых углеводородов и поэтому относятся к группе сухих газов. Общее, что их характеризует, - высокое содержание метана [85 – 99 %(об.)] и соответственно высокая теплота сгорания. Содержание тяжелых углеводородов ( $\Sigma C_{5+}$ ) невелико [0,02 – 0,20 %(об.)] и лишь в отдельных случаях достигает 1,5 – 4,0%(об.). Большинство газов содержит 1 – 2,5 % (об.) неуглеводородных примесей инертных газов (азот и диоксид углерода) и сероводород. Кроме этих примесей природные газы содержат в небольших количествах сероуглеродные (COS и CS<sub>2</sub>), а также сероорганические – меркаптаны (R-SH) – соединения. Природные газы чаще или не содержат сероводород, или в нем обнаруживаются лишь его следы.

# **ГАЗЫ ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

**газы, которые в пластовых условиях насыщены жидкими нефтяными углеводородами (от 5 до 400 г/м<sup>3</sup>)**

Газы газоконденсатных месторождений содержат большое количество метана, а также высокомолекулярные углеводороды (от C<sub>5</sub>H<sub>12</sub> до C<sub>20</sub>H<sub>42</sub>), входящие в состав бензиновых, керосиновых, а иногда и дизельных фракций нефти.

Газы трех крупных газоконденсатных месторождений - Оренбургского, Карачаганакского и Астраханского – содержат повышенное количество сероводорода [от 1,7 до 14 %(об.)]. Это серьезно осложняет как добычу данных газов, так и их переработку, хотя эти газы являются источником получения серы, производство которой только из астраханского газа достигает около 5% мирового.

Газовые конденсаты выкипают в большинстве случаев в пределах 40 – 350 °С, хотя в отдельных случаях они более тяжелые – температура начала кипения 103 и 210 °С, а в других – более легкие, температура конца кипения 200 – 230 °С. Газовые конденсаты являются существенным ресурсом углеводородного сырья. Их суммарная добыча сейчас достигает 25 – 28 млн. т/год, что в среднем по стране составляет около 40 г на 1 м<sup>3</sup> добываемого газа.

# Состав природных газов некоторых газовых и газоконденсатных месторождений

| Месторождения                      | Содержание компонентов |                               |                               |                                 |                                  |                |                  |                 | Плотность, кг/м <sup>3</sup> | Выход конденсата, г/м <sup>3</sup> | Содержание в газе C <sub>3</sub> H <sub>2+</sub> , г/м <sup>3</sup> |
|------------------------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
|                                    | CH <sub>4</sub>        | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> | ΣC <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | ΣC <sub>5</sub> H <sub>12+</sub> | N <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> S | CO <sub>2</sub> |                              |                                    |                                                                     |
| Уренгойское, Зап. Сибирь           | 97,88                  | 0,82                          | -                             | -                               | -                                | 1,09           | -                | 0,21            | 0,724                        | -                                  | -                                                                   |
| Уренгойское, то же                 | 85,31                  | 5,81                          | 5,31                          | 2,05                            | 0,18                             | 0,90           | -                | 0,44            | 0,870                        | 200-250                            | 168                                                                 |
| Медвежье, то же                    | 98,56                  | 0,17                          | 0,01                          | 0,01                            | 0,02                             | 1,00           | -                | 0,22            | 0,724                        | 5-10                               | 1                                                                   |
| Мессояхское, то же                 | 99,00                  | 0,05                          | 0,01                          | -                               | -                                | 0,40           | -                | 0,50            | 0,738                        | -                                  | -                                                                   |
| Оренбургское, Оренбургская область | 84,10                  | 4,80                          | 1,70                          | 0,80                            | 1,50                             | 4,80           | 1,70             | 0,60            | 0,862                        | 75-100                             | 91                                                                  |
| Покровское, то же                  | 66,99                  | 5,20                          | 1,97                          | 2,60                            | -                                | 22,94          | 0,20             | 0,10            | 0,952                        | -                                  | 106                                                                 |
| Вуктыльское, Республика Коми       | 84,50                  | 7,40                          | 2,00                          | 0,60                            | 0,30                             | 5,10           | -                | 0,10            | 0,838                        | 350-400                            | 74                                                                  |
| Астраханское, Астраханская обл.    | 52,79                  | 2,12                          | 0,82                          | 0,54                            | 4,00                             | 0,40           | 13,96            | 25,37           | -                            | 260-270                            | 159                                                                 |
| Карачаганакское                    | 75,30                  | 5,50                          | 2,60                          | 1,40                            | 6,00                             | 0,70           | 4,00             | 2,5             | -                            | -                                  | -                                                                   |
| Газлинское, Узбекистан             | 94,60                  | 2,06                          | 0,27                          | 0,32                            | 0,21                             | 2,30           | 0,07             | 0,16            | 0,755                        | 15-20                              | 18                                                                  |
| Шатлыкское, Туркменистан           | 95,05                  | 1,63                          | 0,20                          | 0,07                            | 0,07                             | 1,75           | -                | 1,20            | 0,759                        | 20-25                              | 7                                                                   |
| Шебелиновское, Украина             | 92,95                  | 3,85                          | 1,05                          | 0,10                            | 0,21                             | 1,50           | -                | 0,09            | 0,782                        | 10-15                              | 30                                                                  |



# ***Стабильный газовый конденсат***



## ***Образцы газового конденсата.***



# Показатели качества газовых конденсатов некоторых месторождений в бывшем СССР

| Месторождение                                   | Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup> | Содержание серы, %(масс) | Фракционный состав, °С |          |          |          |       | Групповой химический состав*, %(масс) |       |       |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------|------------------------|----------|----------|----------|-------|---------------------------------------|-------|-------|
|                                                 |                                        |                          | н. к.                  | 10%(об.) | 50%(об.) | 90%(об.) | к. к. | АрУ                                   | НфУ   | ПрУ   |
| Уренгойское (БУ <sub>14</sub> ),<br>Зап. Сибирь | 746                                    | 0,01                     | 30                     | 75       | 141      | 290      | 360   | 1-10                                  | 20-60 | 25-60 |
| Оренбургское                                    | 715                                    | 1,18                     | 25                     | 43       | 95       | 190      | 197   | 46                                    | 25    | 59    |
| Вуктыльское<br>(Республика Коми)                | 750                                    | 0,04                     | 47                     | 68       | 141      | 303      | 344   | 15                                    | 25    | 60    |
| Астраханское                                    | 806                                    | 1,37                     | 58                     | 98       | 183      | 320      | 360   | 34                                    | -     | -     |
| Карачаганакское                                 | 772                                    | 0,80                     | 40                     | 97       | 195      | 345      | >360  | 18                                    | 21    | 61    |
| Газлинское, Узбекистан                          | 773                                    | 0,03                     | 56                     | 94       | 132      | 202      | 234   | 22                                    | 28    | 50    |
| Шатлыкское,<br>Туркменистан                     | 780                                    | 0,02                     | 103                    | 131      | 207      | 290      | 322   | -                                     | -     | -     |
| Шебелиновское, Украина                          | -                                      | -                        | 44                     | 81       | 128      | 245      | 289   | 15                                    | 34    | 51    |
| Соленинское,<br>Зап. Сибирь                     | 758                                    | 0,01                     | 60                     | 85       | 120      | 206      | 285   | -                                     | -     | -     |
| Медвежье, то же                                 | -                                      | -                        | 210                    | 233      | 254      | 296      | 360   | -                                     | -     | -     |



# ***ПОПУТНЫЕ НЕФТЯНЫЕ ГАЗЫ***

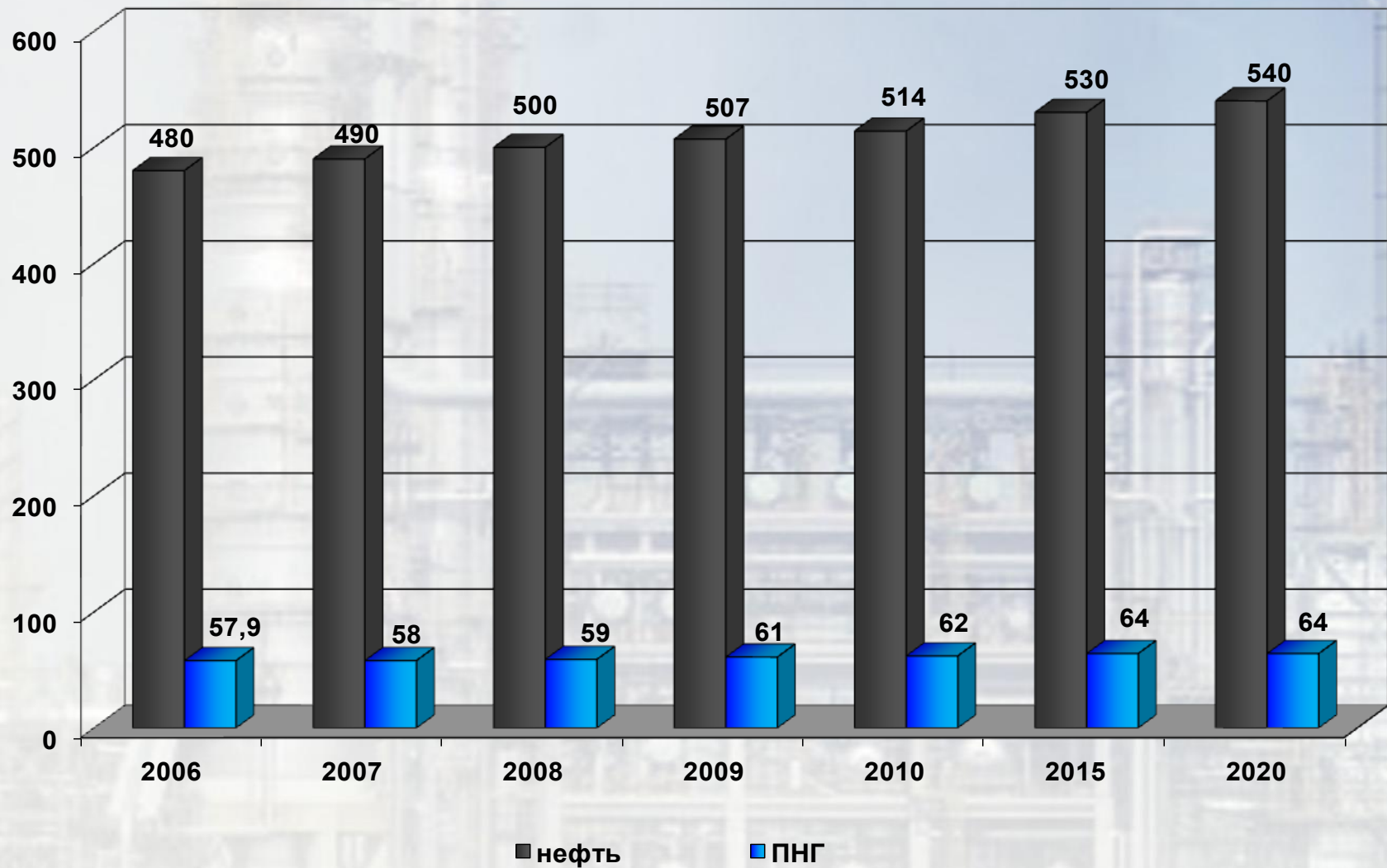
## ***добываются совместно с нефтью***

Данные газы относятся к категории жирных. Доля метана метана и этана в данных газах колеблется от 33 до 92 %, хотя типичное суммарное содержание этих двух углеводородов составляет 60 – 75 %(об.), а суммарное содержание углеводородов от пентанов и выше в них – от 1,5 до 3,0 %(об.). Углеводороды от пропана и выше ( $C_{3+}$ ) считаются для газов конденсируемыми и обычно при переработке газов удаляются. Также как и природные газы, попутные (нефтяные) содержат инертные компоненты – азот и диоксид углерода [от 1,0 до 10 %(об.)] и в отдельных случаях – сероводород

# Состав нефтяных (попутных) газов некоторых месторождений

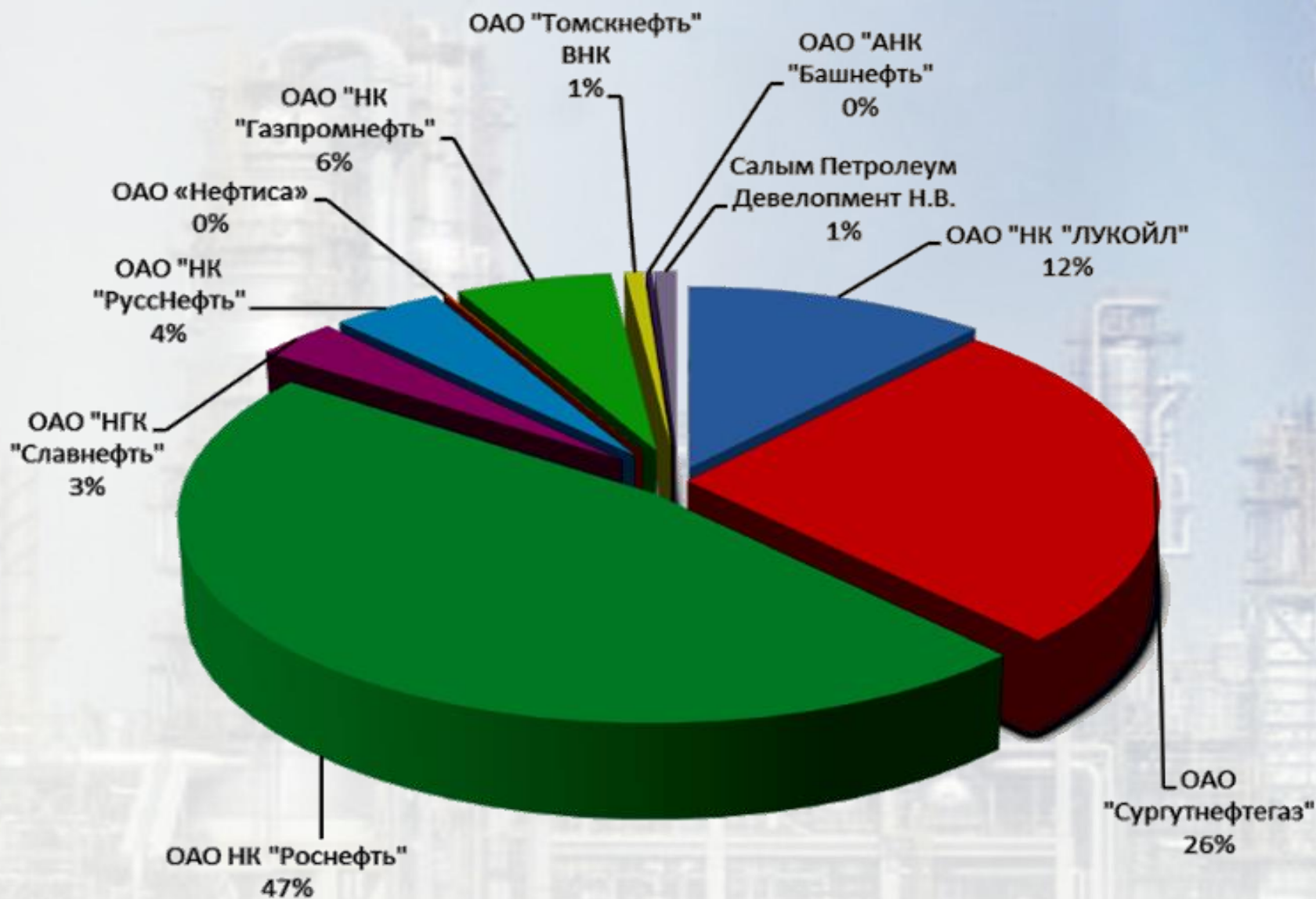
| Месторождение                    | Содержание компонентов, %(об.) |                               |                               |                 |                 |                  |                |                  |                   | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub><br>+<br>г/м <sup>3</sup> | Плотность,<br>кг/м <sup>3</sup> |
|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------|------------------|-------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------|
|                                  | CH <sub>4</sub>                | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> | ΣC <sub>4</sub> | ΣC <sub>5</sub> | ΣC <sub>6+</sub> | N <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> S | CO <sub>2</sub> , |                                                        |                                 |
| Самотлорское, Зап. Сиб.          | 82,88                          | 4,23                          | 6,48                          | 3,54            | 1,05            | 0,32             | 1,17           | -                | 0,32              | 266                                                    | 0,936                           |
| Варьеганское, то же              | 77,25                          | 6,95                          | 9,42                          | 4,25            | 0,90            | 0,12             | 0,93           | -                | 0,18              | 328                                                    | 0,988                           |
| Правдинское, то же               | 58,40                          | 11,65                         | 14,53                         | 9,20            | 3,62            | 0,57             | 0,66           | -                | 1,37              | 662                                                    | 1,271                           |
| Южно-Балыкское, то же            | 68,16                          | 9,43                          | 15,98                         | 4,50            | 0,51            | 0,66             | 0,64           | -                | 0,12              | 472                                                    | 1,096                           |
| Ромашкинское, Татарстан          | 43,41                          | 20,38                         | 16,23                         | 6,39            | 1,64            | 0,43             | 11,23          | -                | 0,29              | 554                                                    | 1,285                           |
| Туймазинское, Башкортостан       | 33,01                          | 25,54                         | 21,93                         | 8,48            | 2,98            | 1,07             | 6,99           | -                | -                 | 662                                                    | 1,322                           |
| Кулешовское, Самар. обл.         | 39,91                          | 23,32                         | 17,72                         | 5,78            | 1,01            | 0,09             | 11,36          | 0,35             | 0,46              | 506                                                    | 1,217                           |
| Коробковское, Волгоградская обл. | 76,25                          | 8,13                          | 8,96                          | 3,54            | 1,04            | -                | 1,25           | -                | 0,83              | 254                                                    | 0,958                           |
| Яринское, Пермская обл.          | 23,90                          | 24,90                         | 23,10                         | 13,90           | 7,80            | -                | 6,40           | -                | -                 | 1079                                                   | 1,664                           |
| Каменноложское, то же            | 28,90                          | 25,90                         | 20,30                         | 9,30            | 3,10            | -                | 11,1           | 1,4              | -                 | 702                                                    | 1,475                           |
| Гнединцевское, Украина           | 5,5                            | 27,39                         | 38,35                         | 12,82           | 3,14            | 0,43             | -              | -                | 12,37             | 1203                                                   | 1,846                           |
| Узень, Казахстан                 | 83,53                          | 8,73                          | 3,98                          | 1,92            | 0,70            | 0,36             | -              | -                | 0,78              | 164                                                    | 0,893                           |
| Жетыбай, то же                   | 78,06                          | 8,49                          | 6,32                          | 3,46            | 1,01            | -                | 2,66           | -                | -                 | 247                                                    | 0,951                           |
| Речицкое, Беларусь               | 51,6                           | 15,74                         | 16,11                         | 9,15            | 3,47            | 0,65             | 3,28           | -                | -                 | 688                                                    | 1,310                           |

# ***Прогноз добычи нефти (млн. тонн) и ПНГ (млрд. м<sup>3</sup>)***

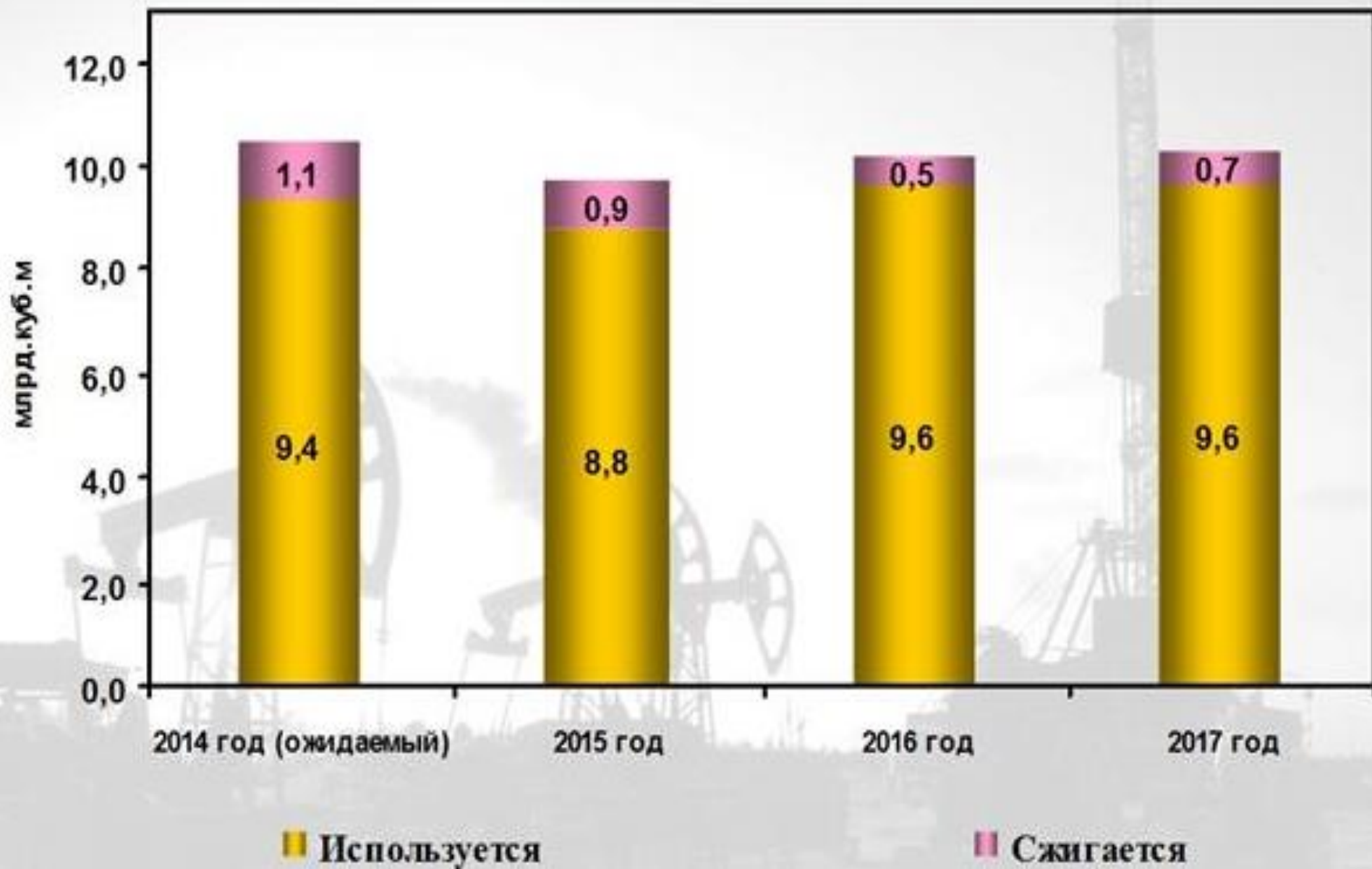




# Добыча ПНГ в разрезе нефтяных компаний РФ



# *Использование ПНГ ОАО «Лукойл» по Российским проектам*



# Варианты утилизации ПНГ



- Сжигание на факеле
- Штраф 7 – 8 млн. руб.



- Компримирование для транспорта на ГПЗ
- Инвестиции
- 250 – 400 млн. руб.



- Производство электроэнергии
- 40 МВт
- Инвестиции 750 – 900 млн. руб.



- Компримирование и закачка в пласт
- Инвестиции
- 250 – 400 млн. руб.



- Газопереработка с производством СОГ, ШФЛУ, СПБТ, газового бензина
- Инвестиции 600 – 1000 млн. руб.
- Ожидаемая выручка от реализации продукции 180 – 200 млн. руб./год



- Газохимическая переработка с производством синтетической нефти.
- Инвестиции 1500 – 3300 млн. руб.
- Ожидаемая выручка от реализации продукции 300 – 400 млн. руб./год



- в настоящее время технологиями газохимической переработки ПНГ РФ не





# Попутный нефтяной газ

❖ находится в залежах вместе с нефтью – растворён в ней и находится над нефтью, образуя газовую «шапку»

❖ содержит в основном алканы, в молекулах которых от 1 до 6 атомов углерода



**Фракции**

Сухой газ  
 $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$

Газовый бензин  
 $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_{14}$

Пропан –  
бутановая смесь  
 $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$



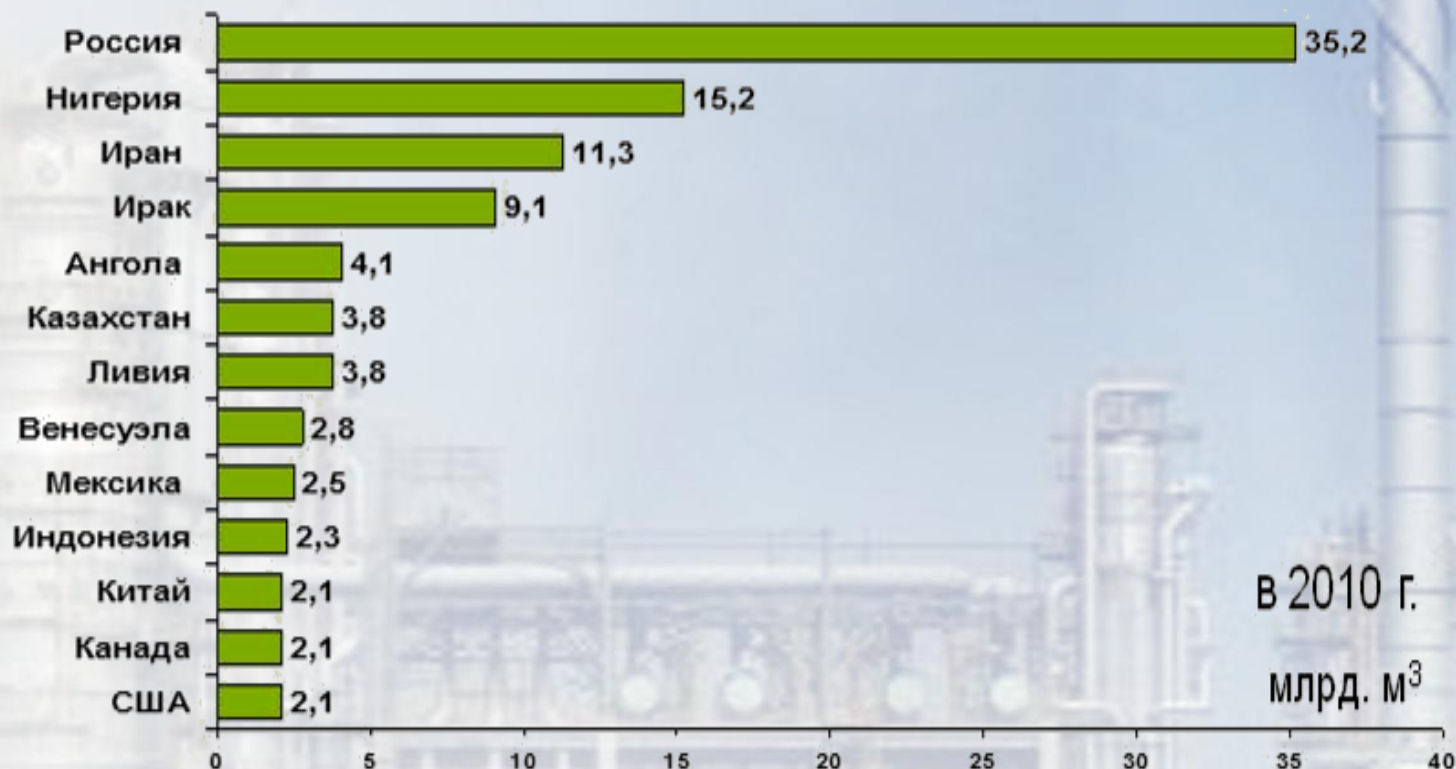
**Объемы сжигаемого или выбрасываемого в атмосферу ПНГ для различных регионов мира, млрд. м<sup>3</sup>/год\***

|                                    |                |
|------------------------------------|----------------|
| <b>Северная Америка</b>            | <b>12-17</b>   |
| <b>Центральная и Южная Америка</b> | <b>10</b>      |
| <b>Африка</b>                      | <b>37</b>      |
| <b>Ближний и Средний Восток</b>    | <b>16</b>      |
| <b>Азия</b>                        | <b>7-20</b>    |
| <b>СНГ</b>                         | <b>17-32</b>   |
| <b>Европа</b>                      | <b>3</b>       |
| <b>Всего</b>                       | <b>102-135</b> |

**\*по данным World Bank**



# Объемы сжигаемого ПНГ в мире



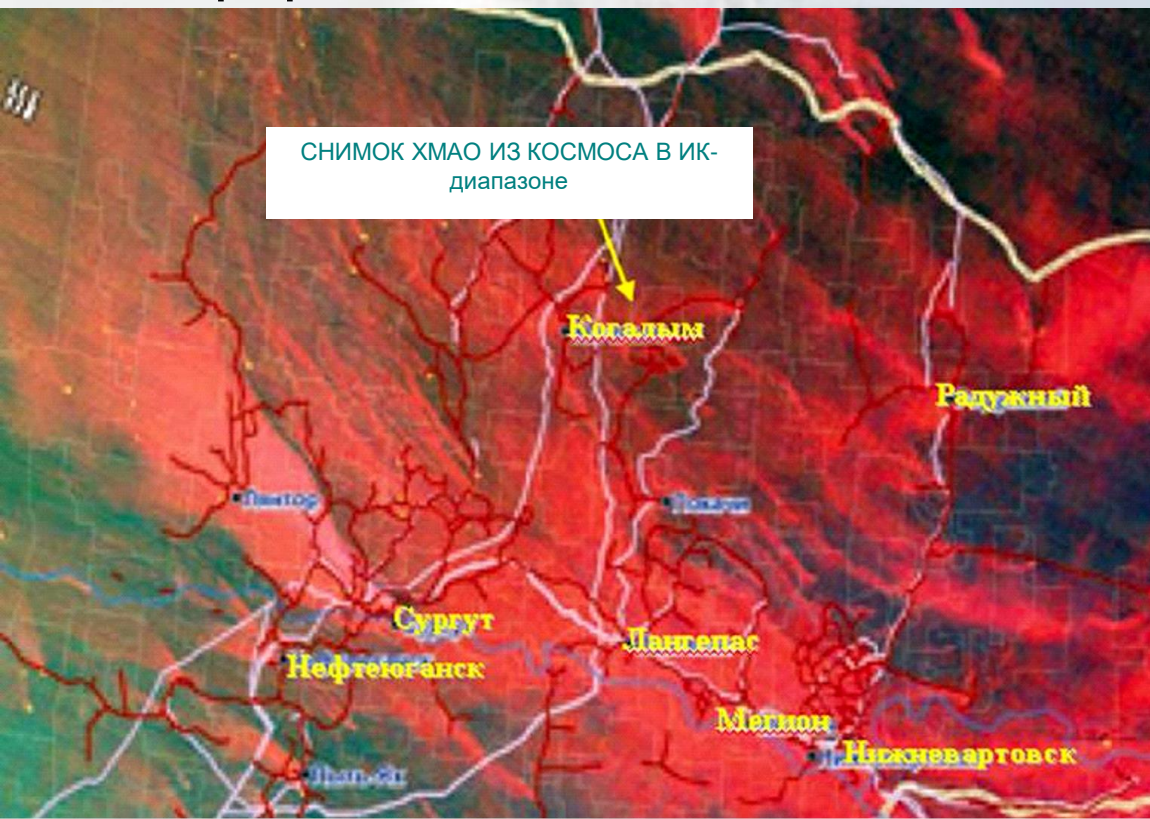
в 2010 г.

млрд. м³





По официальным данным Минприроды РФ из **60 млрд. м<sup>3</sup>** добываемого ежегодно в России попутного нефтяного газа (ПНГ) **20 млрд. м<sup>3</sup>** сжигается в факелах. По объему сжигаемого попутного газа Россия занимает первое место в мире. При сжигании ПНГ происходят потери ценного углеводородного сырья и наносится серьезный ущерб окружающей среде, усиливающий парниковый эффект атмосферы.

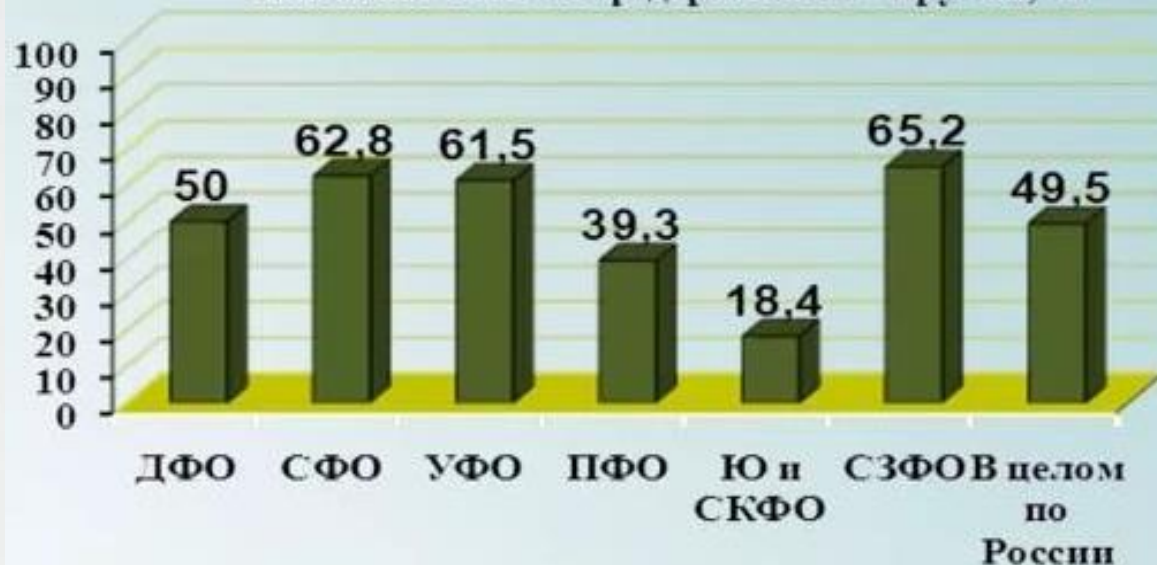


Потери от сжигания ПНГ составляют **11 - 15 млрд. \$ в год.**

Аналитики ОАО "Газпром" прогнозируют рост добычи газа с высоким содержанием C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub> до **160 млрд. м<sup>3</sup>** к 2020 г.

# Доля факельных установок, оснащенных устройствами по сжиганию ПНГ по федеральным округам РФ, %

Доля факельных установок, оснащенных замерными устройствами по сжиганию ПНГ по федеральным округам, %



Из 2025 факельных установок, замерными устройствами оснащены 1032

Отсутствие единой системы учета добычи ПНГ



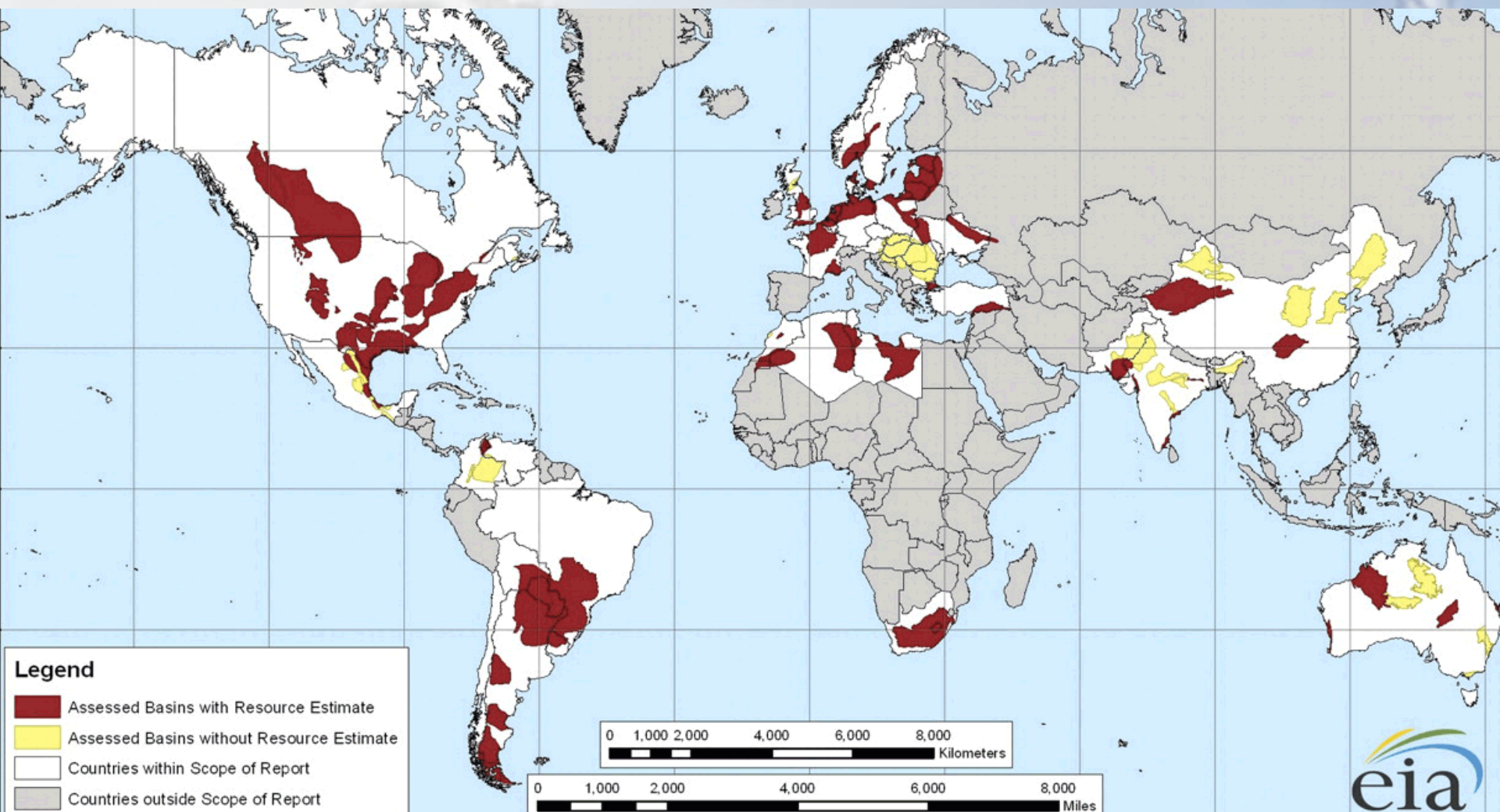
# **Сланцевый газ (Shale gas)**

это разновидность природного газа, который залегает в толще сланцевого слоя осадочной породы Земли, который встречается на всех континентах. Этот энергоресурс совмещает в себе качество ископаемого топлива и возобновляемого источника и встречается во всем мире, таким образом, практически любая энергозависимая страна может себя обеспечить данным энергоресурсом.

Главным отличием от традиционного природного газа является более сложный способ добычи путем **технологии гидроразрыва пласта (фрекинга)**, в котором он залегает. Данная технология является не только очень дорогостоящей, но и наносит огромный вред окружающей среде, при этом очищенный сланцевый газ по своим свойствам уступает природному газу не только по стоимости его добычи, но и своим физическим свойствам. Данный газ будет рентабелен только при наличии спроса на него и высоких цен на газ.

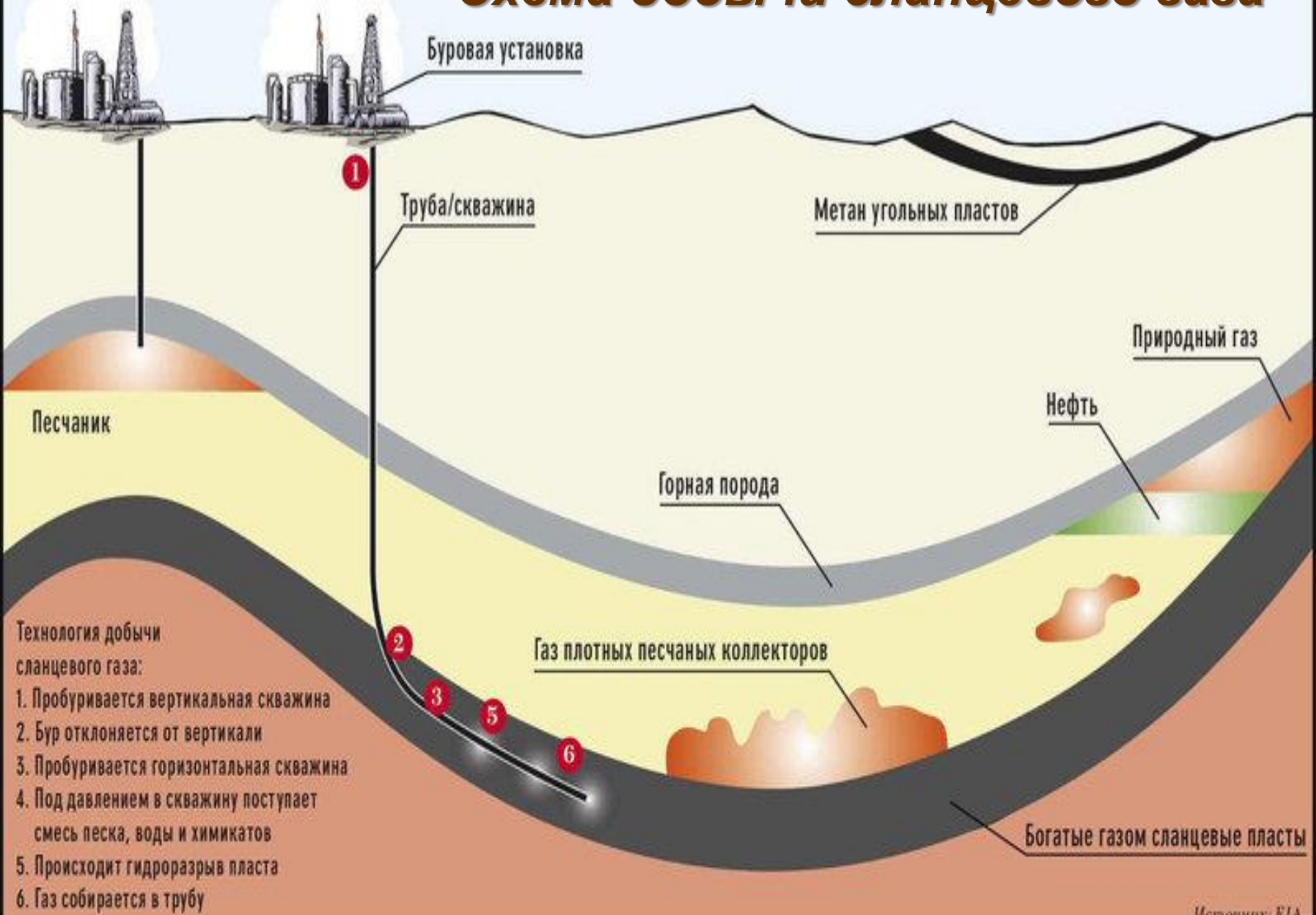


# 48 сланцевых бассейнов (коричневый цвет) в 38 странах (белый цвет)



Включены в отчёт U.S. Energy Information Administration «*World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the United States*» (2012 г.)

# Схема добычи сланцевого газа





# ***Технология добычи сланцевого газа в США***

Данная технология наносит колоссальный вред окружающей среде. Независимые экологи подсчитали, что специальный буровой раствор содержит 596 наименований химикатов: ингибиторы коррозии, загустители, кислоты, биоциды, ингибиторы для контроля сланца, гелеобразователи.

Опасность представляет не только раствор сам по себе, но и соединения, которые поднимаются из-под земли в результате гидроразрыва.

В местах добычи наблюдается мор животных, птиц, рыбы, кипящие ручьи с метаном. Домашние животные болеют, теряют шерсть, умирают. Ядовитые продукты попадают в питьевую воду и воздух. У американцев, которым не посчастливилось жить поблизости от буровых вышек, наблюдаются головные боли, потери сознания, нейропатии, астма, отравления, раковые заболевания и многие другие болезни.



Десятки тонн раствора из сотен наименований химикатов смешиваются с грунтовыми водами и вызывают широчайший спектр непрогнозируемых негативных последствий.

Отравленная питьевая вода становится непригодной для питья и может иметь цвет от обычного до чёрного. В США появилась новая забава поджигать питьевую воду, текущую из-под крана.

Бурение новых скважин для воды становится опасным. Можно нарваться на метан, который ищет выход на поверхность после гидроразрыва.

Не весь ядовитый раствор смешивается с грунтовыми водами. Примерно, половина «утилизируется» нефтяными компаниями. Химикаты сливают в котлованы, а для увеличения скорости испарения включают фонтаны.

Ещё химикаты сбрасывают в море, и они иногда возвращаются с ураганами и торнадо.

# Нетрадиционные ресурсы природного газа

К нетрадиционным ресурсам природного газа относятся:

- **водорастворенные газы подземной гидросферы;**
- **биогаз**, образующейся в результате бактериального брожения органического вещества;
- **метан угленосных пластов;**
- **природные газовые гидраты.**

Вследствие низкого газосодержания подземных вод **газ подземной гидросферы** рассматривается как весьма проблематичный источник природного газа.

**Биогаз** может стать серьезным дополнительным источником углеводородного сырья, т.к. ежегодные воспроизводимые ресурсы биомассы в мире оцениваются в **200 млрд. т.**

# **Метан угольных пластов**

*метан, содержащийся в сорбированном (связанном) состоянии в системе естественных трещин угля.*

При бурении скважин давление в устье скважины становится ниже, чем давление в пласте за счет чего происходит приток находящейся в трещинах жидкости, а в дальнейшем и метана. Для добычи угольного метана обычно бурятся вертикальные скважины на глубину значительно превышающую залегание водоносных горизонтов.

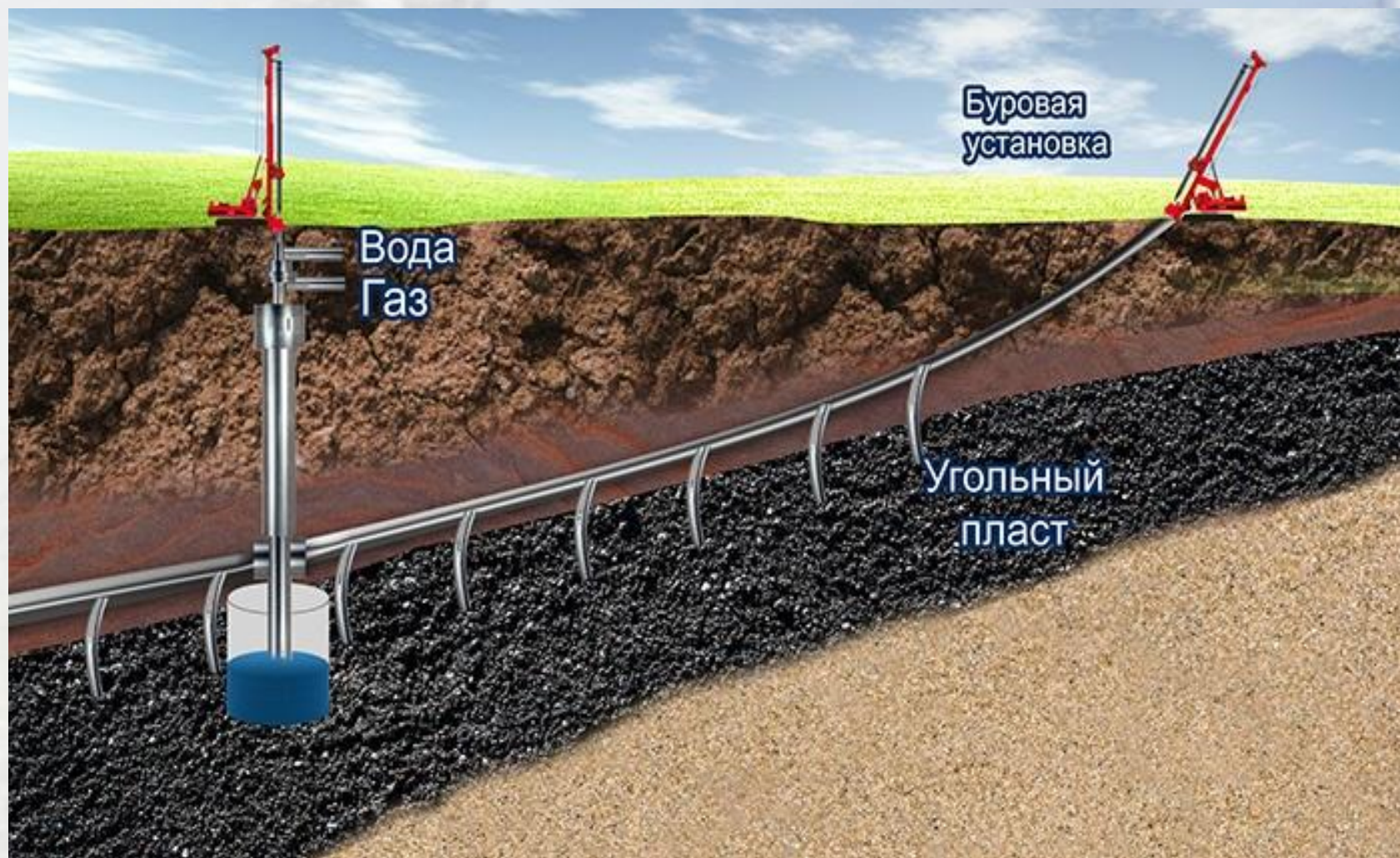
Промышленная добыча метана угольных пластов началась в США в начале 1980-х годов. В 2000 году в США было добыто 40 млрд м<sup>3</sup> метана угольных пластов, что составляло 7 % суммарной добычи газа в стране.

В результате добычи угля в Китае выбросы метана в атмосферу составляют 6—19 млрд м<sup>3</sup> в год. В 1996 году была учреждена Китайская Объединенная Корпорация по метану из угольных пластов (CUCBM). К 2009 году добыча газа выросла до 700 миллионов м<sup>3</sup>. В 2009 году началось строительство более 3600 буровых скважин для его добычи.



# **Добыча метана угольных пластов**

| <b>Страна</b>       | <b>Ресурсы, трлн.<br/>м<sup>3</sup></b> |
|---------------------|-----------------------------------------|
| <b>Россия</b>       | <b>78</b>                               |
| <b>США</b>          | <b>60</b>                               |
| <b>Китай</b>        | <b>28</b>                               |
| <b>Австралия</b>    | <b>22</b>                               |
| <b>Индия</b>        | <b>18</b>                               |
| <b>Германия</b>     | <b>16</b>                               |
| <b>ЮАР</b>          | <b>13</b>                               |
| <b>Украина</b>      | <b>8</b>                                |
| <b>Казахстан</b>    | <b>8</b>                                |
| <b>Польша</b>       | <b>3</b>                                |
| <b>Всего в мире</b> | <b>260</b>                              |





## Залежи угольного метана в России

Суммарные запасы - 83 700 млрд м<sup>3</sup>

Таймырский бассейн

Зырянский бассейн

Печорский бассейн

1942 млрд м<sup>3</sup>

Ленский бассейн

Восточный Донбасс

Южно-Якутский бассейн

Тунгусский бассейн

Кузнецкий бассейн

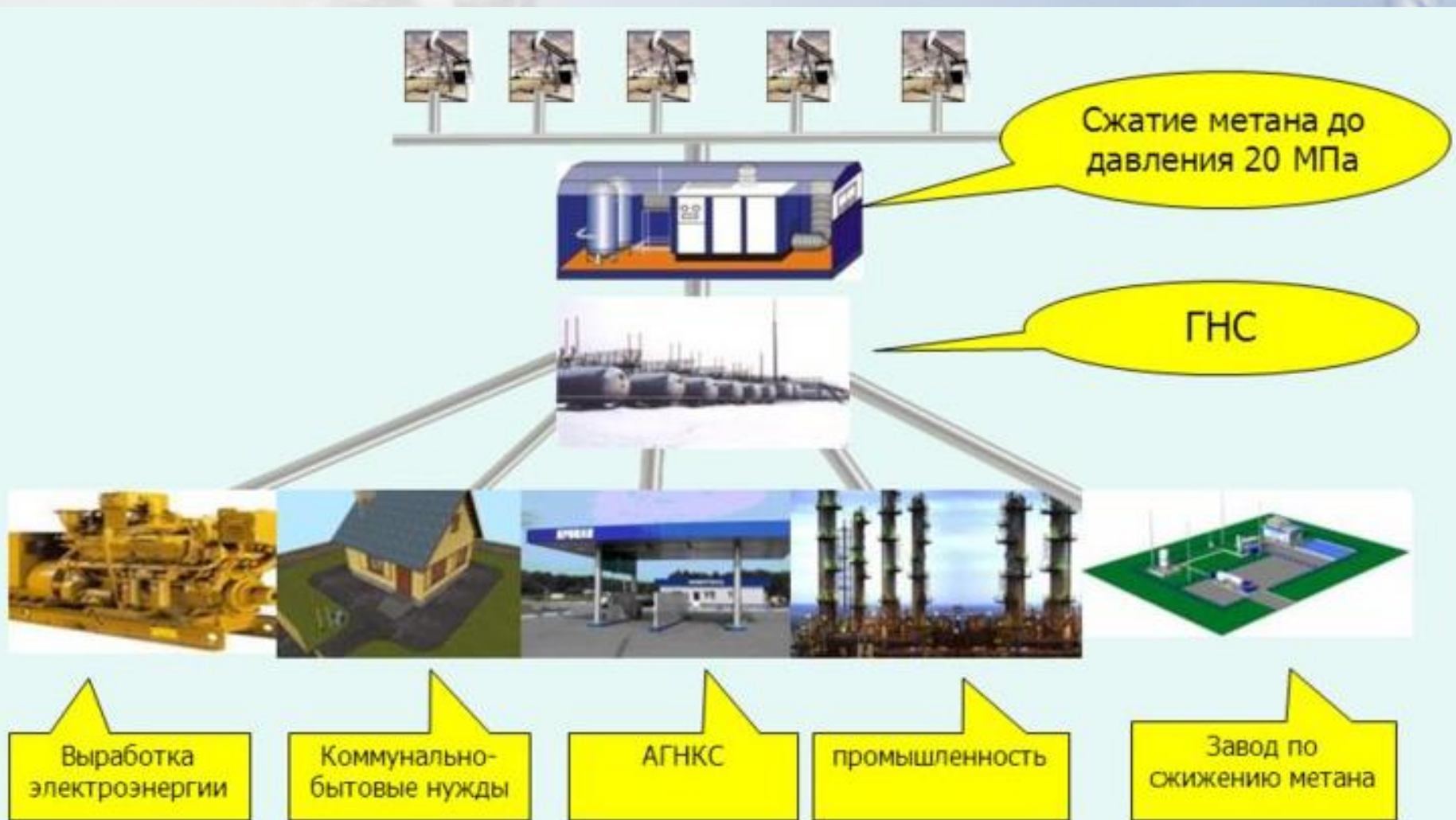
13 100 млрд м<sup>3</sup>

Иркутский бассейн





# Области применения угольного метана



В РФ принята программа **«Метан Кузбасса»**. Кузбасс может производить около 20 млрд. м<sup>3</sup> метана ежегодно.

Ресурсы метана в Кузбассе оцениваются в **13 трлн.м<sup>3</sup>**.

*Программа «Метан-Кузбасс» реализуется в три этапа:*

- поисково-оценочные и геологоразведочные работы (2008-09гг.),
- опытно-промышленная эксплуатация и наращивание объёмов добычи (с 2010),
- выход на проектную промышленную добычу.

В 2010 на Талдинской площади пущен первый промысел по добыче газа метана из угольных пластов Кузнецкого бассейна.

Проект по добыче в Нарыкско-Осташкинском требует инвестиций в 5,3 млрд. руб., 20 скважин добыли 20 млн. м<sup>3</sup> газа за 4 года.

# Природные газовые гидраты

Известна способность метана и других газообразных углеводородов при высоком давлении и пониженной температуре образовывать с водой газовые гидраты - твердые кристаллические соединения с общей формулой  $C_nH_{2n} + 2 \cdot mH_2O$ , которые при высоких давлениях существуют и при положительных температурах.

В природных условиях гидраты метана широко распространены и образуют крупные залежи метанового газа. Например, на океанском дне даже при температуре **+10°C** уже на глубине **700 м** давление достаточно для образования газовых гидратов. Мировые ресурсы газа в газогидратных залежах, сосредоточенных на материках, определяются величиной около  **$10^{14} \text{ м}^3$** , а ресурсы газа, сосредоточенные в гидратном состоянии в акватории Мирового океана, в пределах шельфа и материкового склона - в  **$1,5 \cdot 10^{16} \text{ м}^3$** , хотя имеются и более высокие оценки.



В н. вр. природные газовые гидраты рассматриваются как один из главных нетрадиционных источников газа, который займет важное место в мировом энергетическом балансе XXI века.

В настоящее время залежи газогидратов открыты в ***России, США, Канаде, Японии, Индии.***

Большая часть газовых гидратов обнаружена на дне океанов в молодых отложениях – метан продолжает поступать в гигантских объемах. Той же причиной обусловлено образование нефти и газа на континентах.

В н.вр. имеются сведения о **более чем 100** выявленных газогидратных залежах, а потенциальные мировые запасы газа в гидратном состоянии, по оценкам специалистов, превышают  **$16 \times 10^{12}$**  тонн в нефтяном эквиваленте (***toe***).

# Схема образования кристаллогидратов метана



# Распределение органического углерода на Земле ( $10^{12}$ кг)





# Нетрадиционные источники газа в России

Около **30 %** территории России является благоприятной для накопления гидратов, что позволит вовлечь в топливно-энергетический баланс страны в перспективе  **$300 \times 10^{12} \text{ м}^3$**  запасов газа, залегаемых на суше **Приполярья**.

Освоение газогидратных месторождений полностью удовлетворит потребность в энергии районов **Крайнего Севера, Чукотки, Дальневосточного Приморья** на многие десятилетия.

| № п/п | Источники природного газа                  | Ресурсы газа, $10^{12} \text{ м}^3$ |
|-------|--------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1     | Газы гидратонасыщенных толщ                | 100-1000                            |
| 2     | Водорастворенные газы подземной гидросферы | 50-200                              |
| 3     | Газы угленосных толщ                       | 20-50                               |
| 4     | Газы многолетнемерзлых пород               | 10-40                               |
| 5     | Газы плотных формаций                      | 50-70                               |
| 6     | Газы глубоких месторождений                | 50 - 200                            |

## **Продукты выделяемые из первичных УГ**

- **товарный природный газ промышленного и бытового назначения;**
- **широкая фракция легких углеводородов (ШФЛУ) от  $C_3$  до  $C_6$ , выделенных из состава газа в процессе его переработки;**
- **сжиженный газ** – концентрат углеводородов  $C_3$  и  $C_4$ , выделенный из ШФЛУ;
- **газовый бензин** - углеводороды  $C_{5+}$ , выделенный из ШФЛУ;
- **стабильный газовый конденсат;**
- **одорант** – смесь тиолов (меркаптанов), выделенная из состава сернистых примесей природного газа и используемая для одорирования газа в газовых сетях;
- **гелий.**

# **ПРИРОДА И СОСТАВ ВТОРИЧНЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ**

Вторичные УГ - газы, образующиеся в результате деструктивной переработки нефти, ее дистиллятов и остатков. Все процессы деструктивной переработки нефтяного сырья сопровождаются образованием углеводородных газов. Выход данных газов составляет в среднем **5-20 %** на сырье.

При глубокой переработке современный нефтеперерабатывающий завод мощностью **12 млн. т нефти в год** дает примерно **1 млн. т** ( $> 8\%$  масс.), газообразных углеводородов.

По химическому составу газы бывают

***предельные и непредельные,***

а по молекулярной массе —

***жирные и сухие.***

К числу предельных газов относятся все соответствующие углеводороды парафинового ряда. К непредельным — моно- и диолефины нормального и изостроения.



## ***На нефтеперерабатывающем предприятии углеводородные газы образуются:***

- на установках АВТ;
- при стабилизации легких продуктов (в основном бензинов);
- при проведении процессов термической, термокаталитической и термогидрокаталитической переработки углеводородного сырья.

Технологический газ установок АВТ и термогидрокаталитических процессов содержит только предельные углеводороды и водород. При проведении термических и части термокаталитических процессов образуются непредельные углеводородные газы.

Сухой газ состоит преимущественно из 3,0 - 3,5 % (масс.) водорода, 26 - 27 % (масс.) метана, до 30 % (масс.) этана и 27 - 28 % (масс.) этилена. Примеси - углеводороды: до 8 % пропан-пропиленовые и до 5 % (масс.) бутан-бутиленовые. Жирная часть технологических газов включает углеводороды фракций  $C_3$  —  $C_4$  и выше.

# Состав УГ основных процессов нефтепереработки (обобщенные данные)

| Компоненты                 | Состав газа, % (масс), процессов |                         |                        |                                              |                                      |                                             |                       |                          |
|----------------------------|----------------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------|--------------------------|
|                            | АВТ                              | Кат.<br>рифор-<br>минга | Гидро<br>очистки<br>ДТ | Гидро<br>крекинга<br>вак.<br>дистил-<br>лята | Замед.<br>Коксо-<br>вания<br>гудрона | Терм.<br>крекинг<br>а под<br>дав-<br>лением | Кат.<br>крекин-<br>га | Пиро-<br>лиза<br>бензина |
| $\text{CH}_4 + \text{H}_2$ | 2,7                              | 19,0                    | 34,0                   | 6,9                                          | 36,3                                 | 16,2                                        | 13,0                  | 18,2                     |
| Этилен                     | -                                | -                       | -                      | -                                            | 1,7                                  | 2,5                                         | 5,0                   | 43,4                     |
| Этан                       | 5,1                              | 21,0                    | 24,5                   | 14,0                                         | 18,2                                 | 17,0                                        | 8,0                   | 3,5                      |
| Пропилен                   | -                                | -                       | -                      | -                                            | 5,9                                  | 9,0                                         | 23,8                  | 20,8                     |
| Пропан                     | 41,3                             | 32,0                    | 20,5                   | 44,7                                         | 17,0                                 | 21,5                                        | 10,8                  | 0,4                      |
| Изобутилен                 | —                                | —                       | —                      | —                                            | 2,3                                  | 4,5                                         | 7,2                   | 1,0                      |
| <i>n</i> - Бутилен         | —                                | —                       | —                      | —                                            | 3,7                                  | 0,8                                         | 12,8                  | 3,9                      |
| <i>n</i> - Бутан           | 50,9                             | 16,0                    | -                      | 10,4                                         | 9,5                                  | 14,5                                        | 4,8                   | 0,4                      |
| Изобутан                   | 13,0                             | 12,0                    | 21,0                   | 24,0                                         | 5,6                                  | 5,0                                         | 14,6                  | 3,0                      |
| Бутадиен                   | -                                | -                       | -                      | -                                            | -                                    | -                                           | -                     | 5,4                      |
| Сумма неп-<br>редельных    | -                                | -                       | -                      | -                                            | 13,6                                 | 25,8                                        | 48,8                  | 74,5                     |

## **Продукты выделяемые из вторичных предельных углеводородных газов в зависимости от назначения:**

- **метан-этановую** (сухой газ), иногда этановую, которую используют как сырье пиролиза или в качестве хладагента на установках глубокой депарафинизации масел и т.д.;
- **пропановую** — сырье пиролиза, бытовой сжиженный газ и хладагент для производственных установок;
- **изобутановую** — сырье установок алкилирования, производств синтетического каучука и МТБЭ, ЭТБЭ;
- **бутановую**, используется для получения бутадиена, в качестве бытового сжиженного газа и компонента автобензинов для регулирования их пусковых свойств;
- **изопентановую** — сырье для производства изопренового каучука и высокооктановый компонент автобензинов;
- **пентановую** — сырье для процессов пиролиза, изомеризации и т.д.; иногда смесь пентанов и более тяжелых углеводородов не разделяют на фракции, а используют как газовый бензин.



## ***Продукты выделяемые из непредельного углеводородного сырья:***

- ***пропан-пропиленовая*** — сырье процессов полимеризации и алкилирования, нефтехимических производств;
- ***бутан-бутиленовая*** — сырье установок алкилирования для производств метилэтилкетона, полиизобутилена, синтетического каучука и др.;
- ***этан-этиленовая***, используется как нефтехимическое сырье;
- ***пентан-амиленовая*** — нефтехимическое сырье.