



**Волгоградский государственный технический
университет**

Химия нефти и газа

Доц. Каф. ТОНС
Леденев С.М.

Основная литература

- .Капустин В.М. Технология переработки нефти. Ч.1. Первичная переработка нефти. М.: КолосС. – 2012. - 456 с.
- .Капустин В.М., Гуреев А.А. Технология переработки нефти. Ч.2. Физико-химические процессы М.: Химия – 2015. – 400 с.
- .Капустин В.М., Толстоногов Б.П., Фукс И.Г. Технология переработки нефти. Ч.3. Производство нефтяных смазочных материалов. М.: Химия. – 2014. -328 с.
- .Капустин В.М., Рудин М.Г., Кудинов А.М.Технология переработки нефти. Часть 4. Общезаводское хозяйство. М.: Химия. – 2017. – 320 с.
- .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.
- .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.

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 растет 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.**

Природные горючие ископаемые:

- **природный газ;**
- **газовые конденсаты** (плотность менее 770 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 кг/м^3);
- **торфы;**
- **бурые и каменные угли;**
- **антрациты;**
- **горючие сланцы.**

Всё это – невозполнимые источники энергии.

Горючие ископаемые имеют различную энергоемкость

(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 ³ 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, энергоемкость которого принята равной
29 ГДж/т (7 000 ккал/кг)

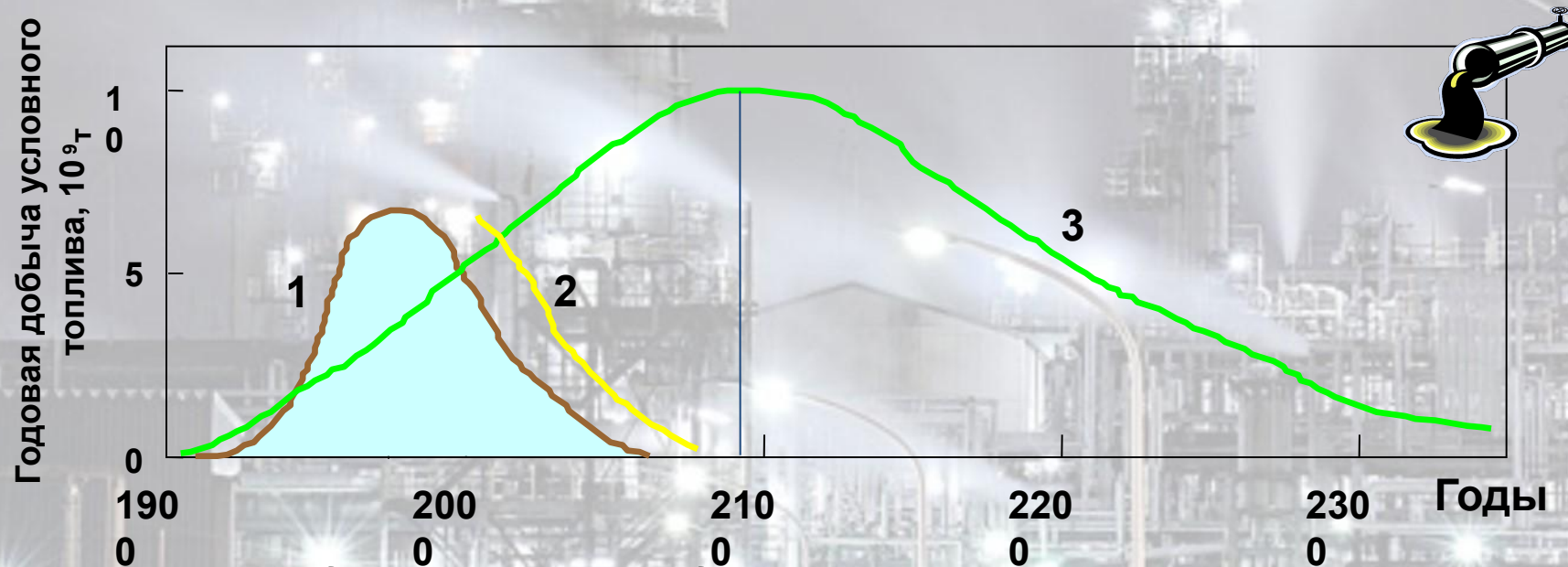
Энергетические эквиваленты горючих ископаемых

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 (при 0°С)	37,7 ГДж/1000м ³	1,30 т/1000м ³	0,90 т/1000м ³
Условное топливо	29,0	1,00	1,70

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.

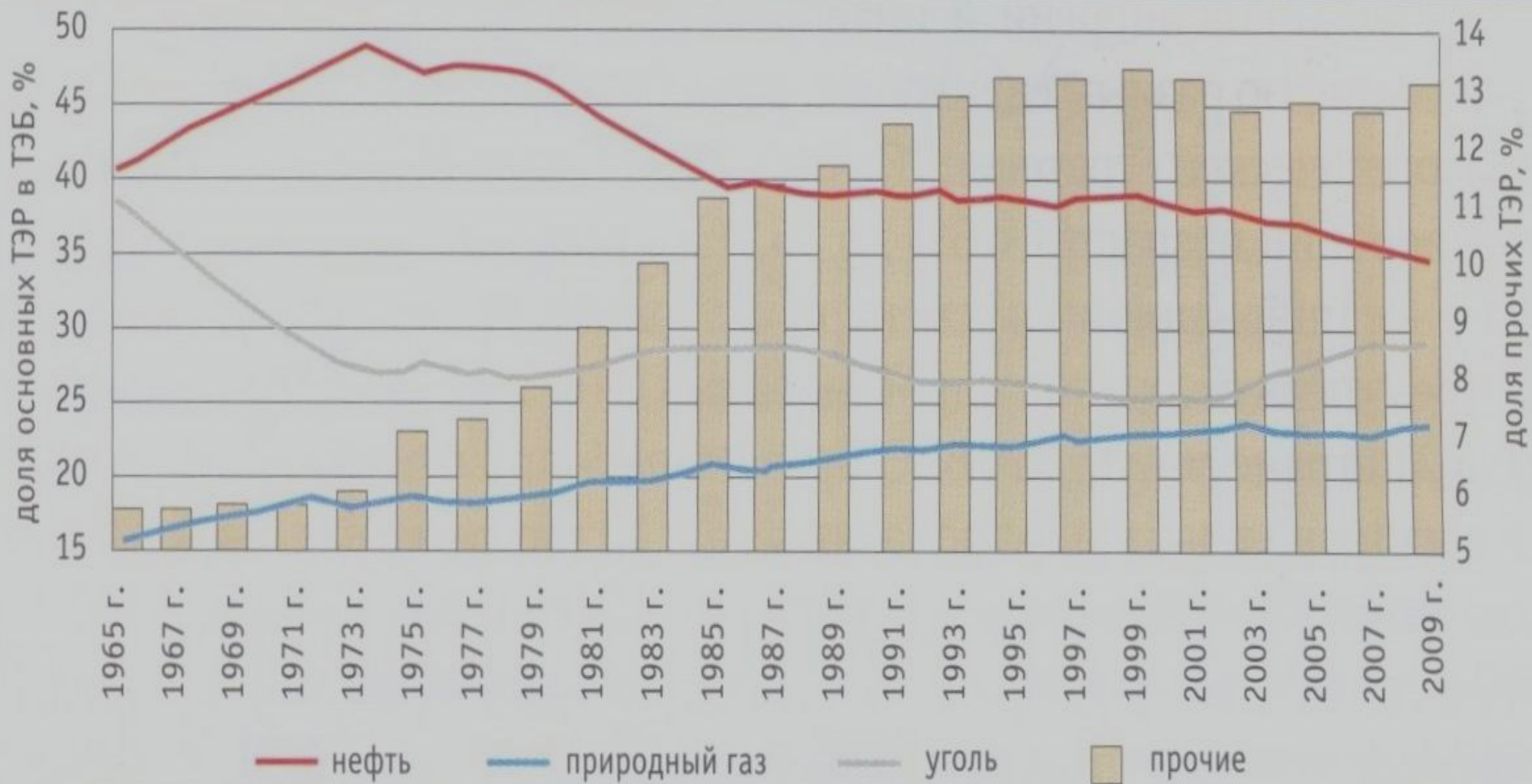
Мировые запасы основных видов природных ресурсов в расчёте на душу населения (на начало XXI в.)

Страны и континенты	Нефть с учётом конденсата, т	Природный газ, тыс. м³	Уголь, т	Железная руда, т	Сельскохозяйственные угодья, га	Пресная вода, тыс. м³	Лес, га
Россия	141,58	32,2	1364,5	388,7	1,54	30,3	6,11
Европа	4,06	1,8	86,4	52,0	0,29	4,9	0,23
Азия	27,09	17,0	131,3	8,5	0,13	3,7	0,10
Африка	13,17	11,9	167,3	28,3	0,22	4,8	0,55
Северная Америка	34,16	28,0	1724,8	94,2	0,65	14,6	1,31
Южная и Центр. Америка	26,8	13,0	49,6	42,0	1,18	40,7	2,98
Австралия и Океания	19,0	20,9	393,3	624,7	2,26	30,83	2,23
Всего в мире	26,1	23,5	244,6	36,1	0,24	7,42	0,96

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

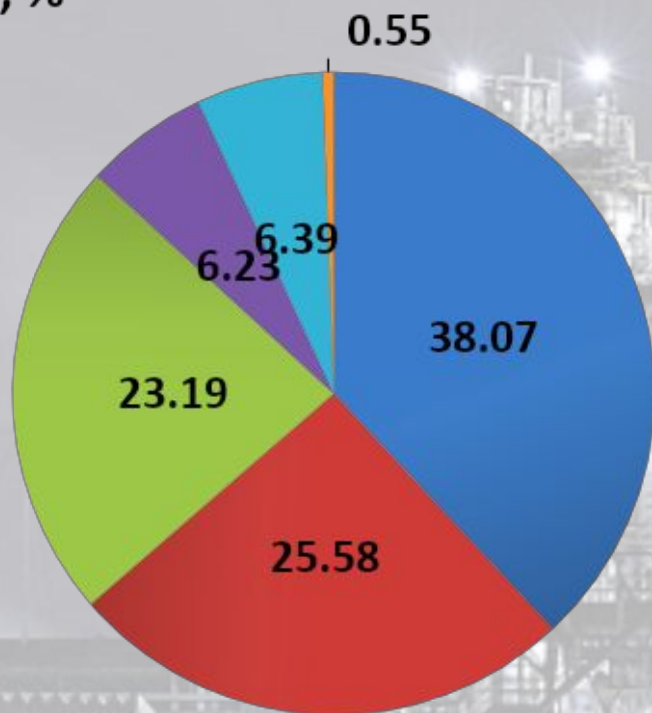
ЭНЕРГОНОСИТЕЛИ	1900 г.	1980 г.	1990 г.
Нефть	3,7	43,5	37,6
Газ	1,1	18,8	20,8
Твердое топливо	93,2	28,9	29,1
Ядерная энергия	0	2,5	5,6
Гидроэнергия и пр.	2,0	6,3	6,9

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

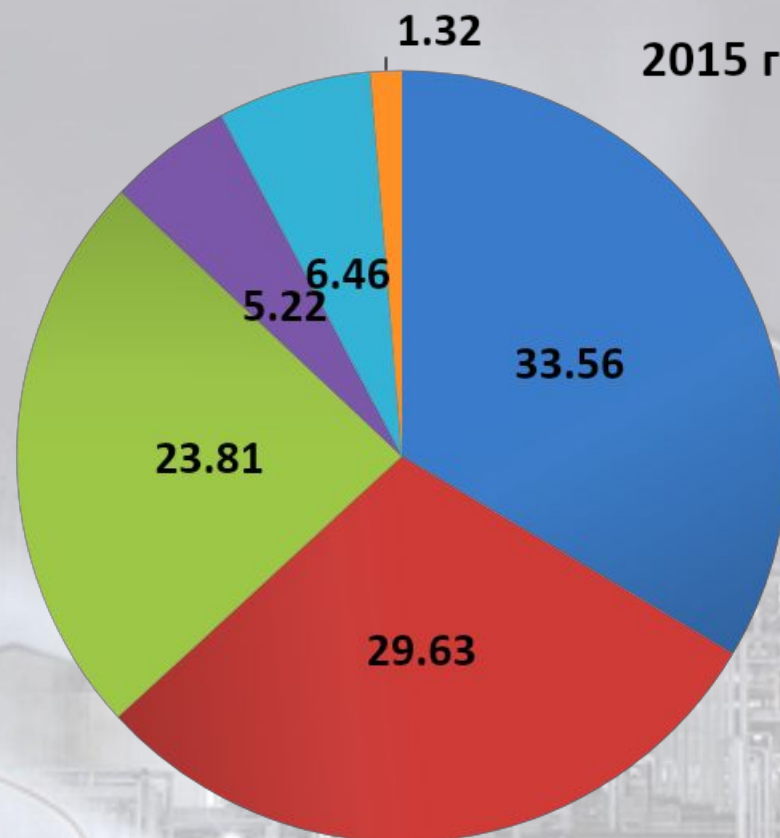


Изменение видовой структуры мирового потребления первичных источников энергии в 2000-2015 гг.

2000 г., %



2015 г., %



■ нефть ■ уголь ■ природный газ ■ АЭС ■ ГЭС ■ ВИЭ

Прогноз изменения структуры мирового топливно-энергетического баланса (%)

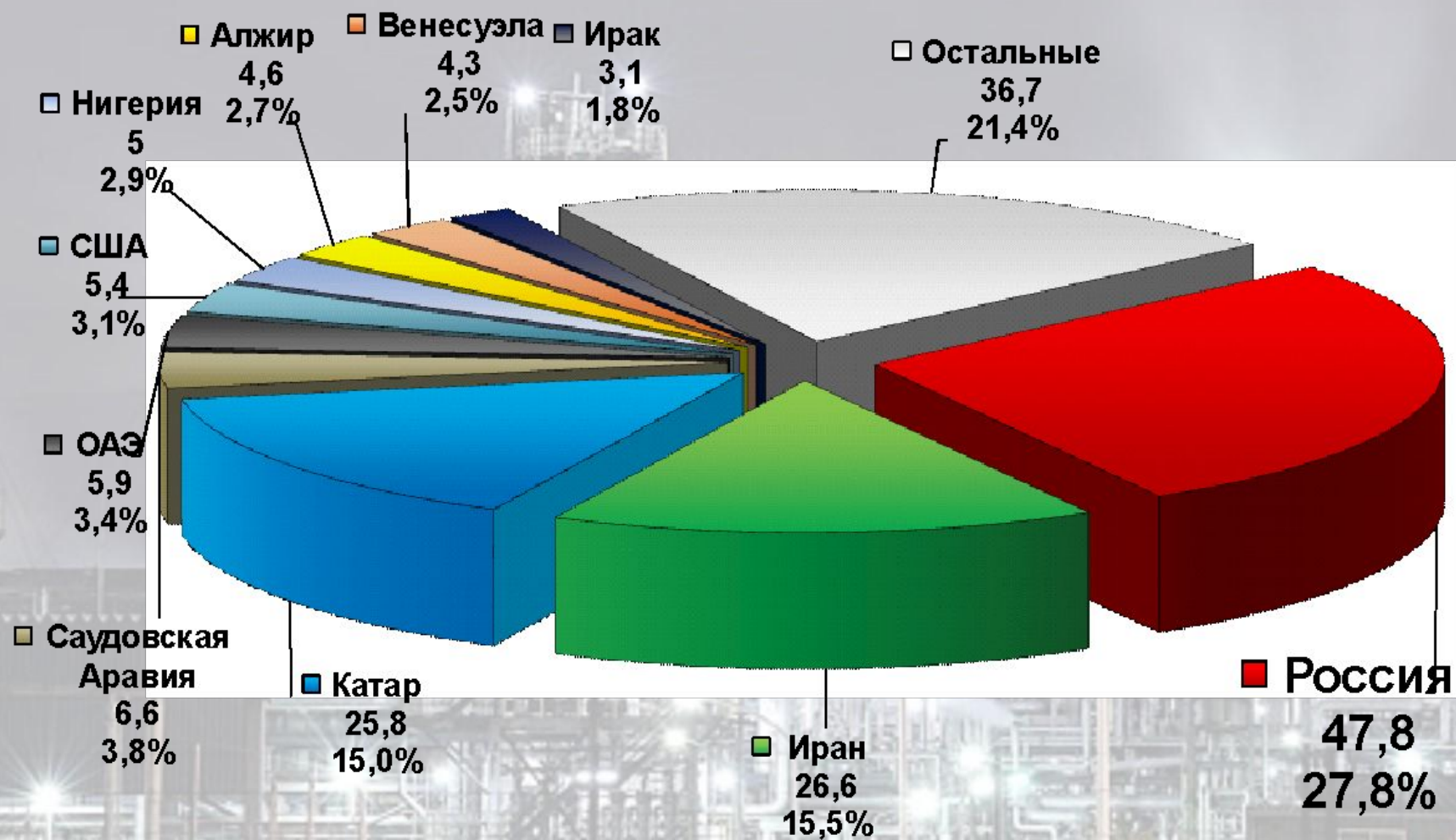
Виды энергоносителей	2010 г.	2020 г.	2050 г.
Нефть	35-39 (33,56)	30	28-29
Природный газ	24-25 (23,81)	29	28-30
Уголь	28-29 (29,63)	17	22-24
Прочие	13-14 (13,0)	24	20

Прогноз экспертов МАГАТЭ, ОПЕК, Департамента промышленного развития

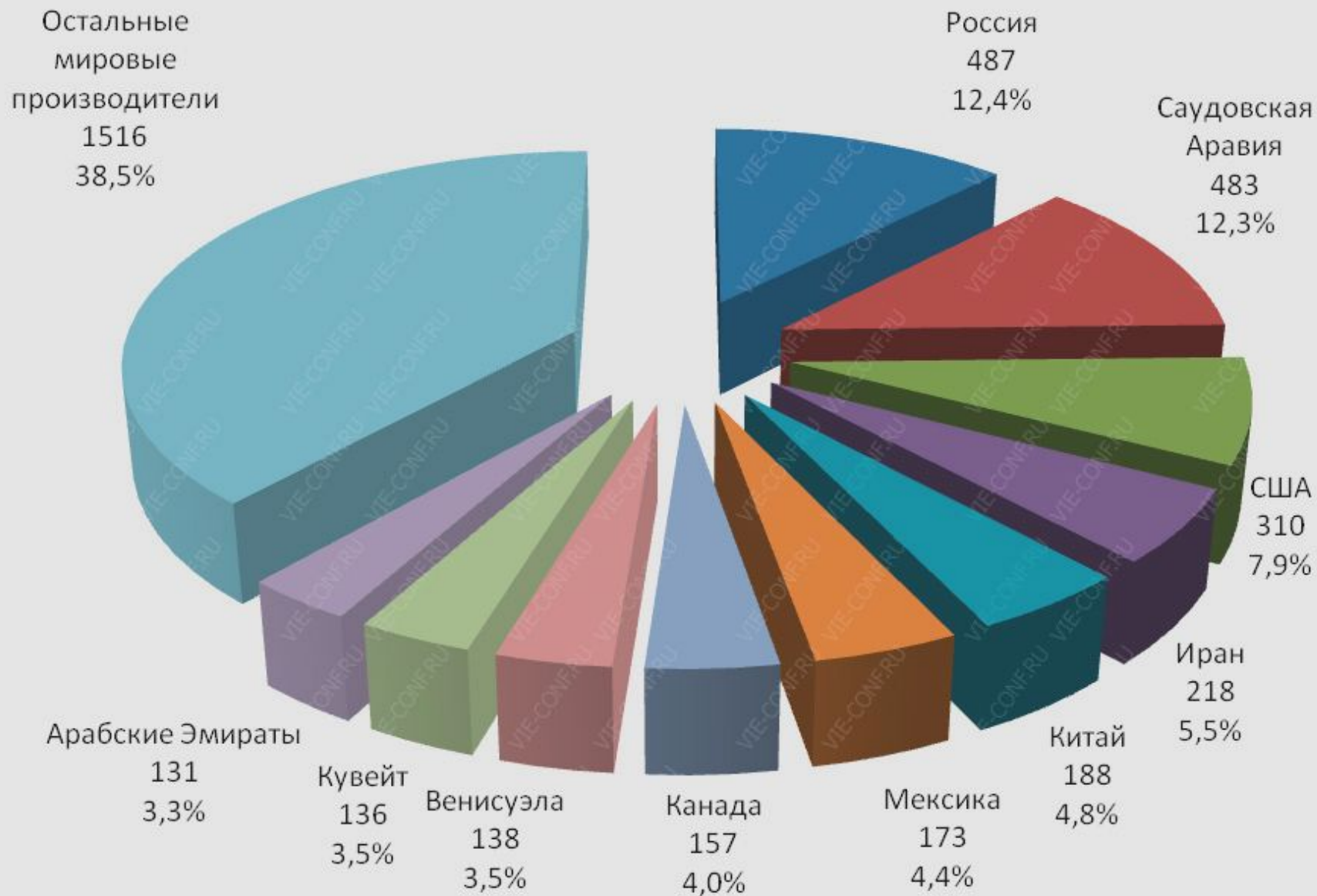
Структура потребления первичных энергоносителей

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

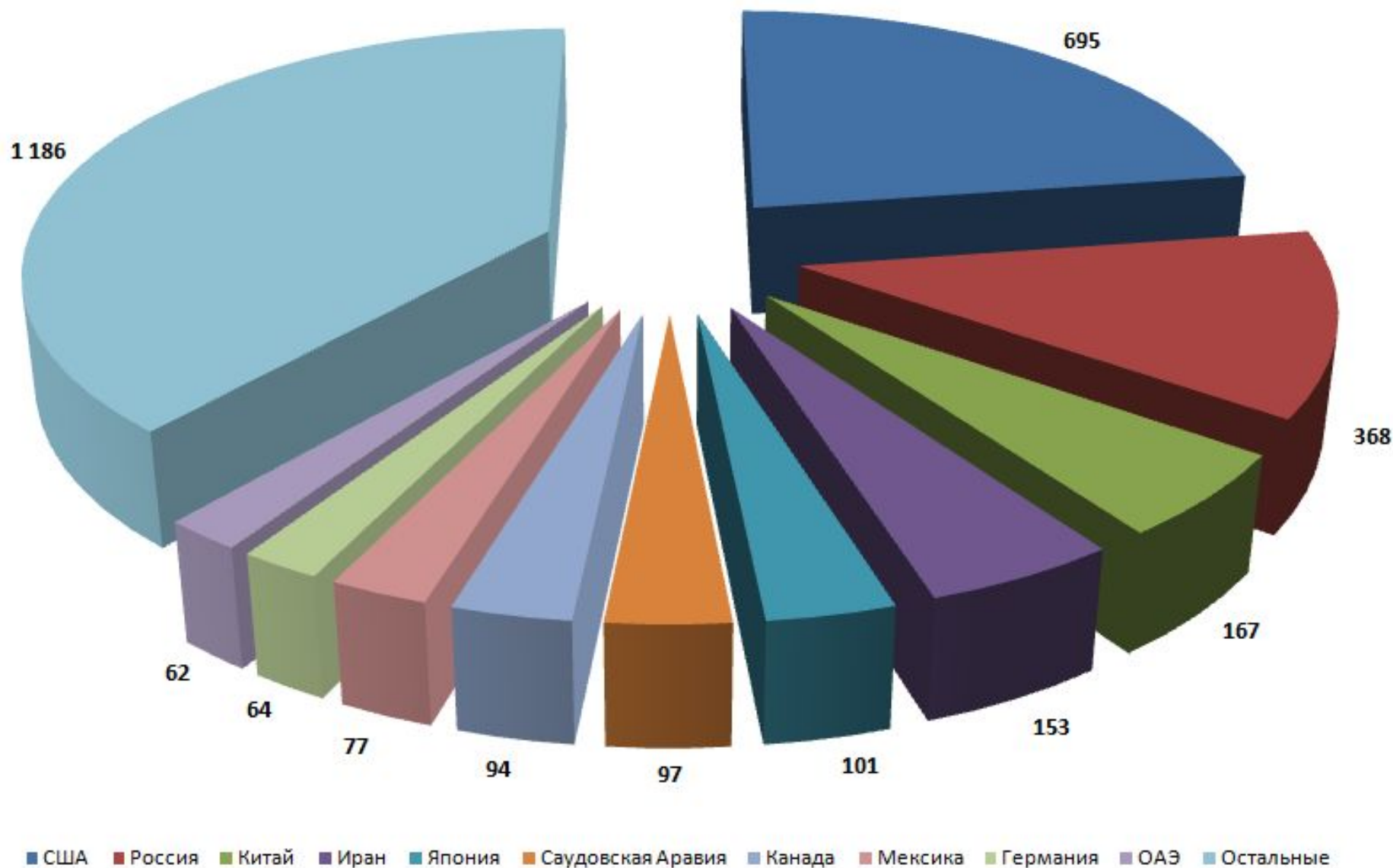
Доказанные мировые запасы природного газа, трлн. м³



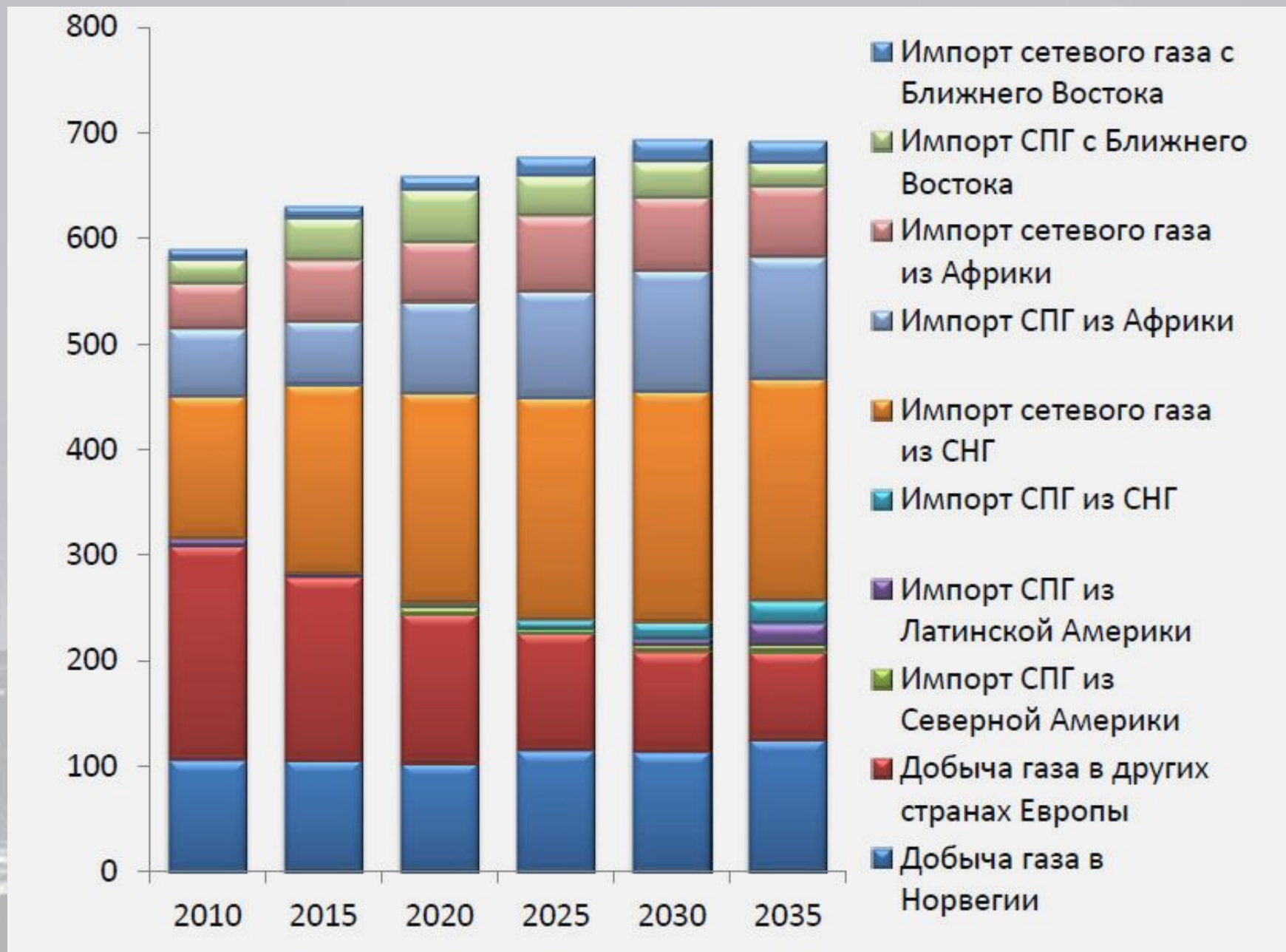
Мировые лидеры – производители природного газа, млрд. м³



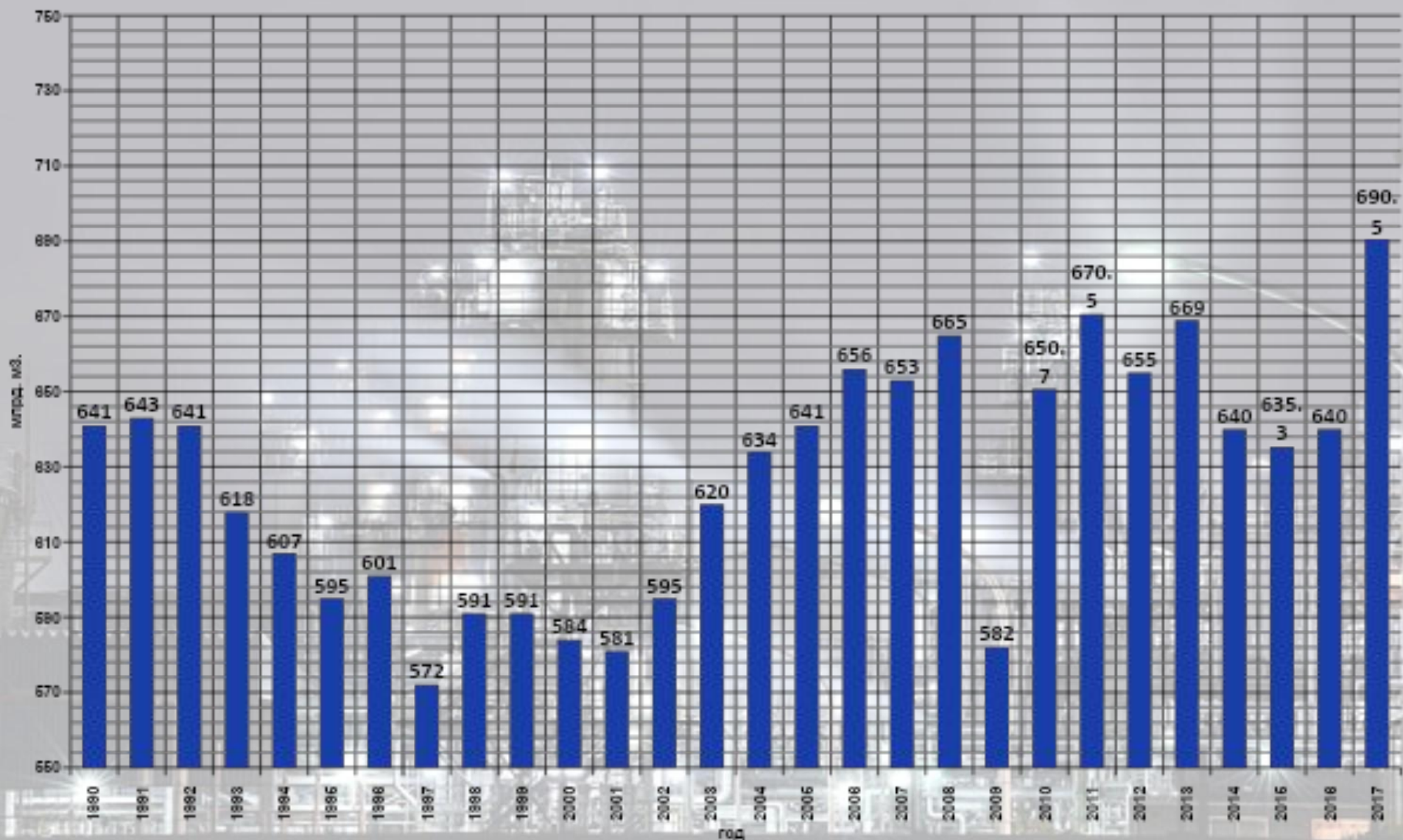
Потребление природного газа в 2014 году, млн. т.н.э.



Баланс природного газа в ЕВРОПЕ, млрд.куб.м

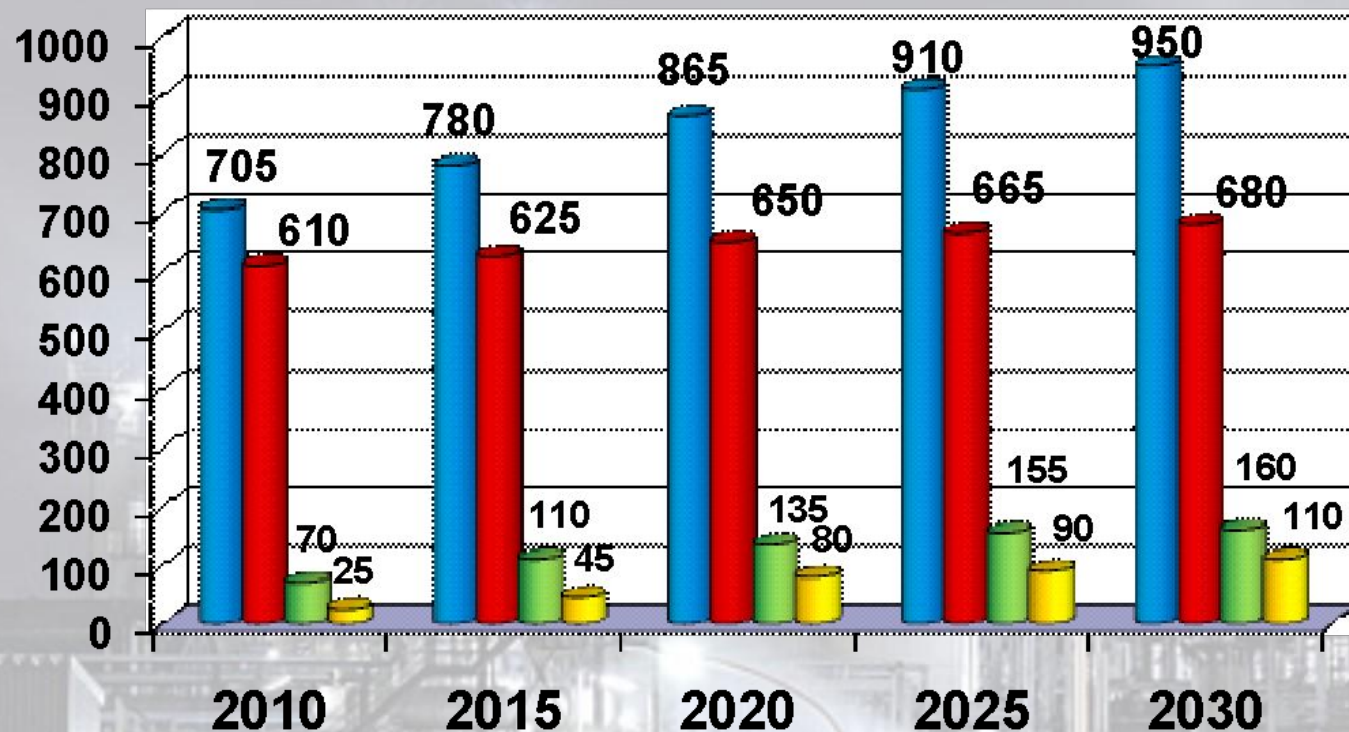


Добыча газа в России в 1990-2017 гг., млрд.м³

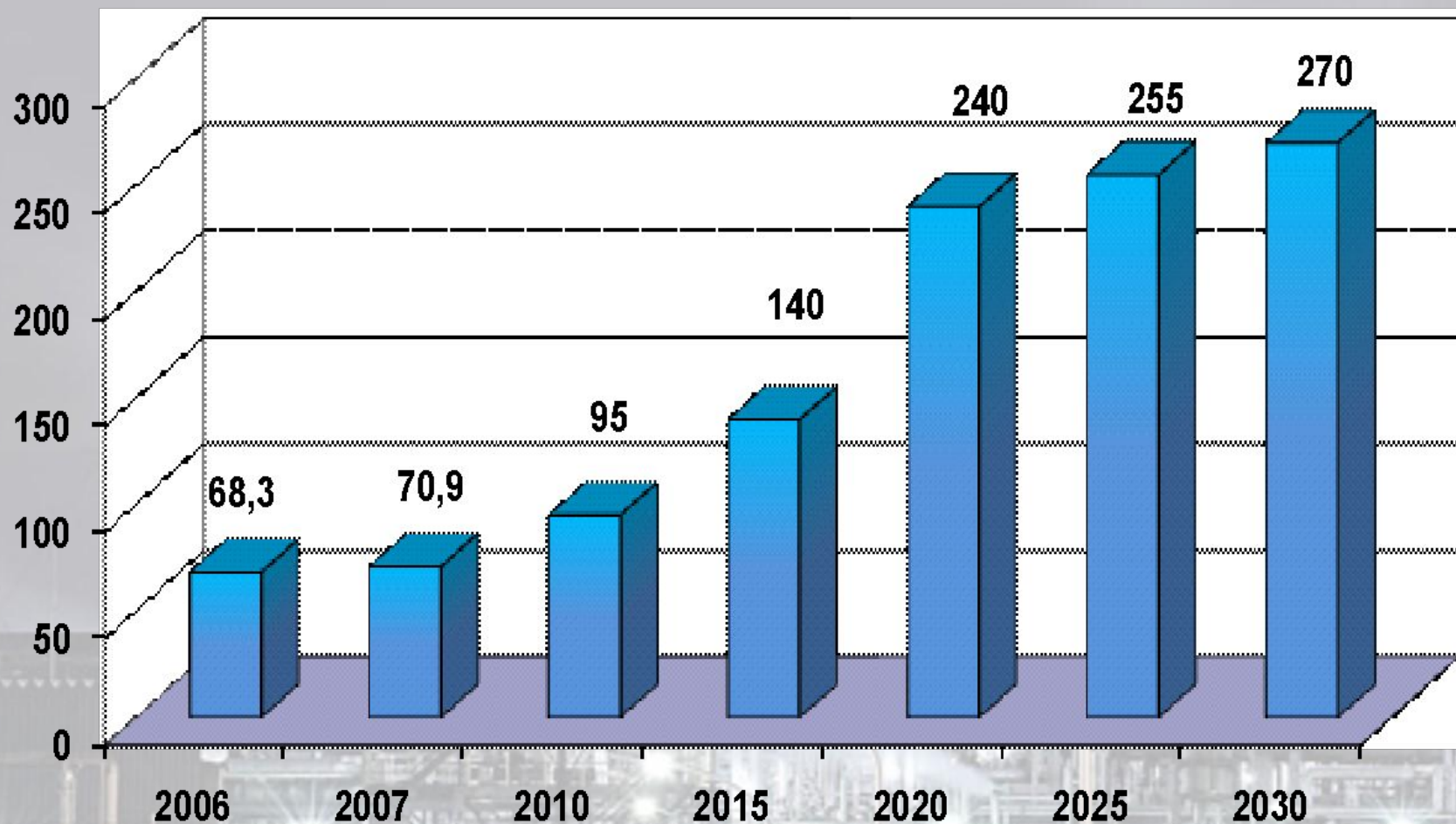


Прогноз добычи газа в России, млрд.м³

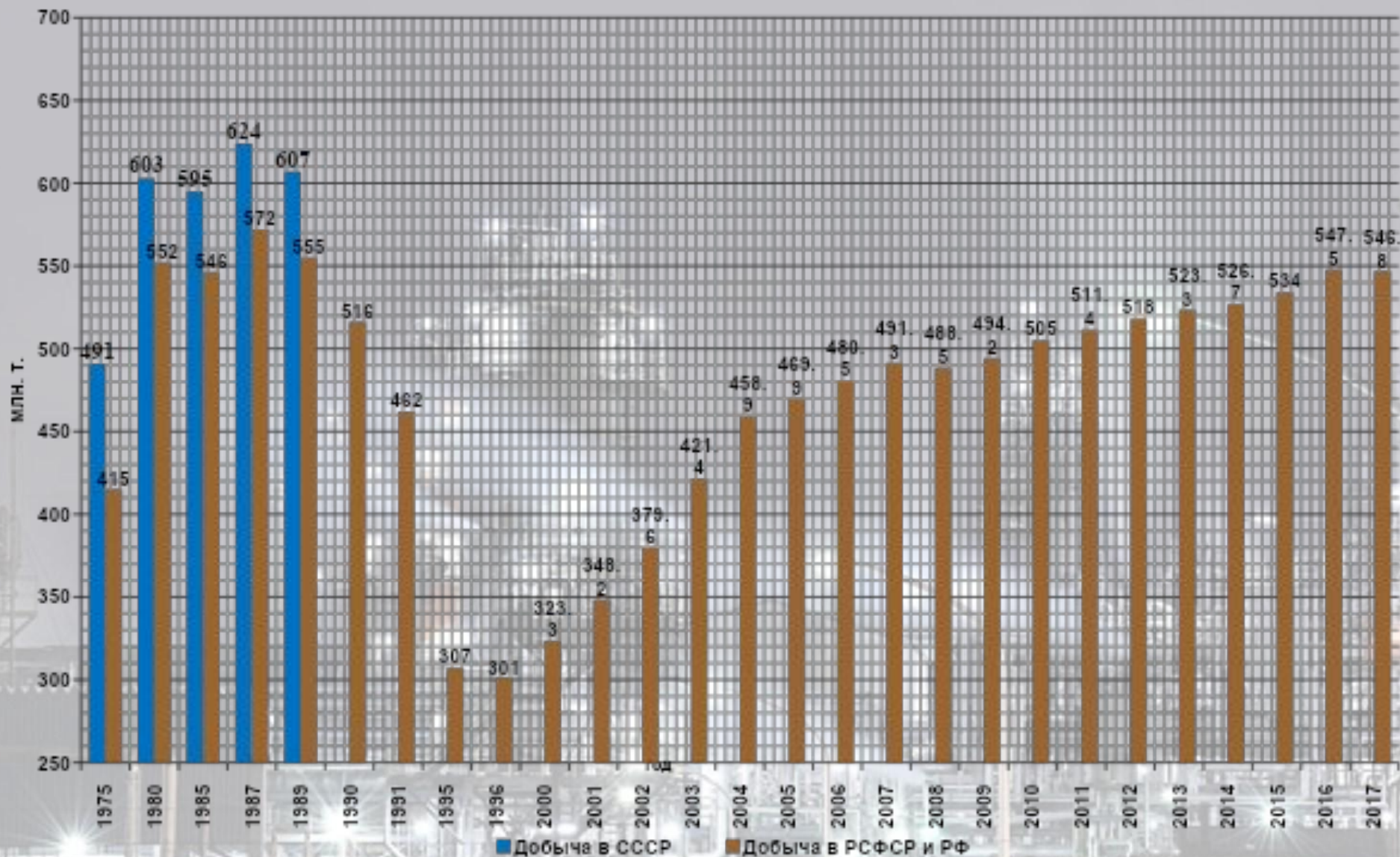
■ Российская Федерация
■ Газпром
■ Независимые производители
■ Восточная Сибирь и Дальний Восток



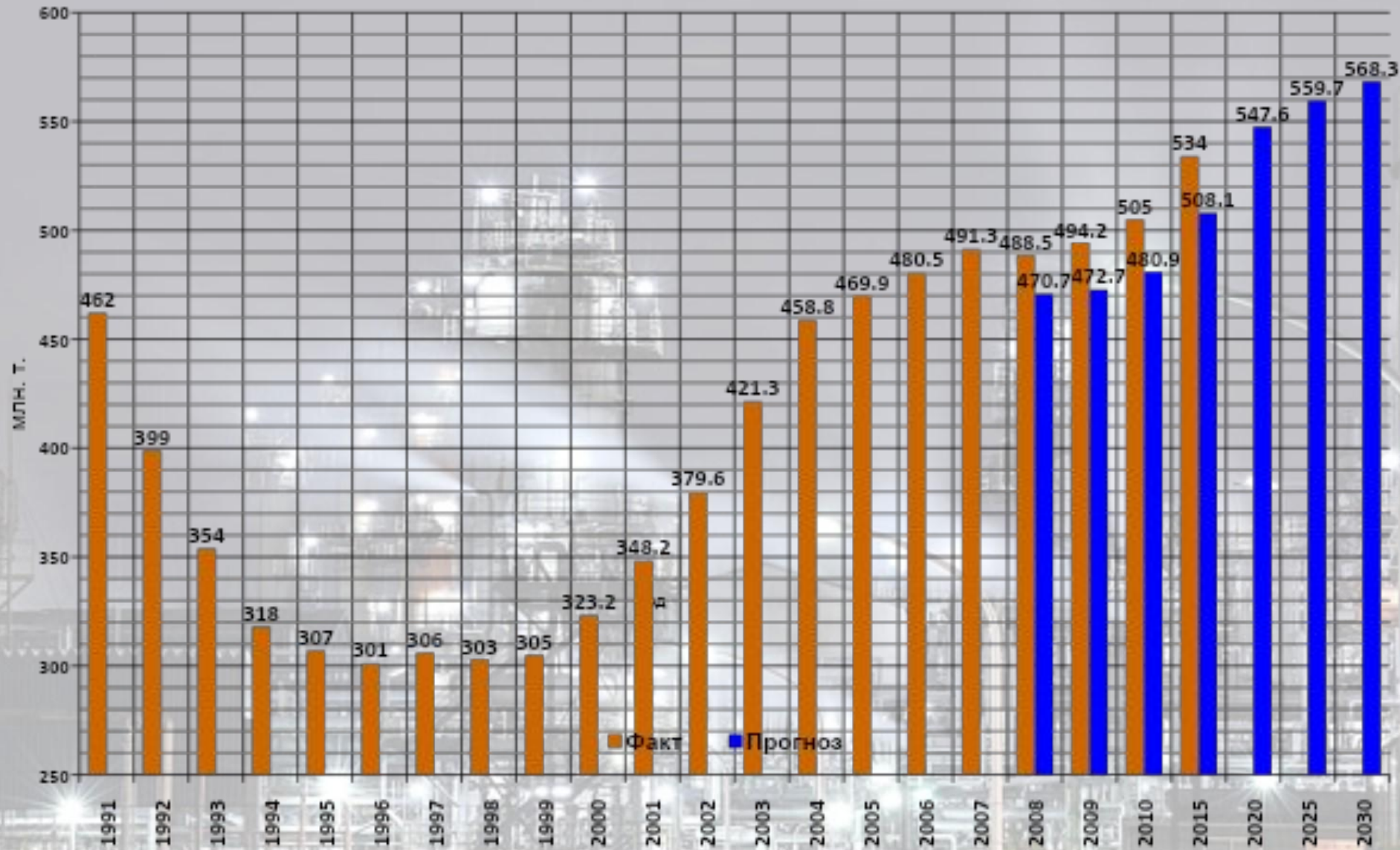
Прогноз переработки газа в России, млрд. м³



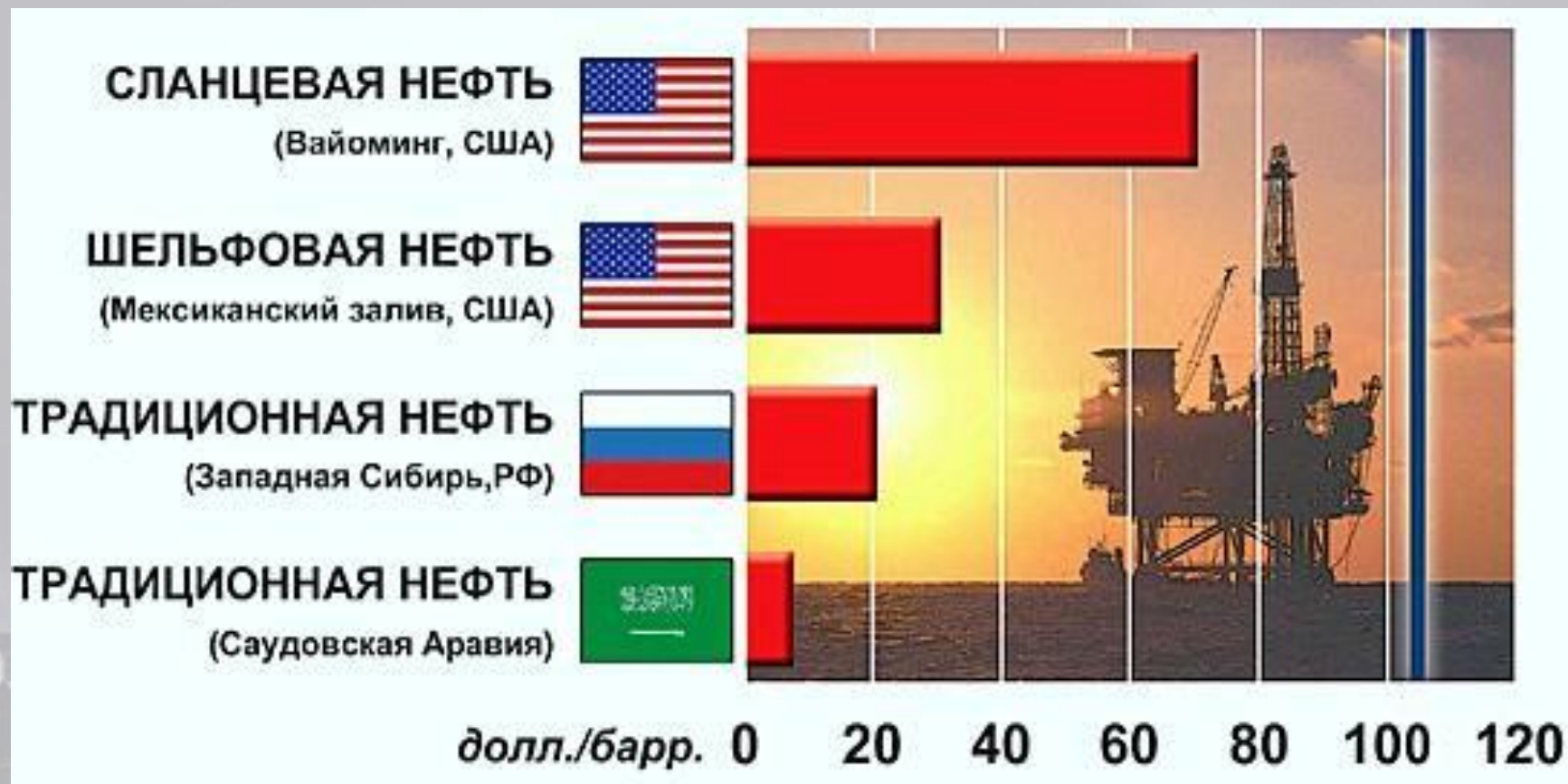
Добыча нефти в СССР и России в 1975-2017 гг.



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



Себестоимость добычи нефти



Использование газа в мире в большей степени, чем нефть, связано непосредственно с энергетикой – выработкой тепла и электроэнергии.

За счёт газа в мире вырабатывается уже **4,3 ТВтч**, или **20%** мировой электроэнергии.

В общем объёме мирового потребления топлива на газ приходится **16%**.

Структура использования газа:

- Промышленность – **35,1%**;
- Транспорт – **5,9%**;
- Использование в качестве энергоносителя в других сферах (сельское хозяйство, домашние хозяйства, предприятия сферы услуг и др.) – **48,2%**;
- Использование не для выработки энергии – **10,8%**.

НЕФТЬ и ГАЗ – сопоставление

Использование – распределение по отраслям экономики:

Отрасль	Нефть	Природный газ
Промышленность	9%	35%
Транспорт	62%	6%
Другие отрасли (использование в качестве энергоносителя)	13%	48%
Неэнергетическое использование	16%	11%
ВСЕГО	100%	100%



**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

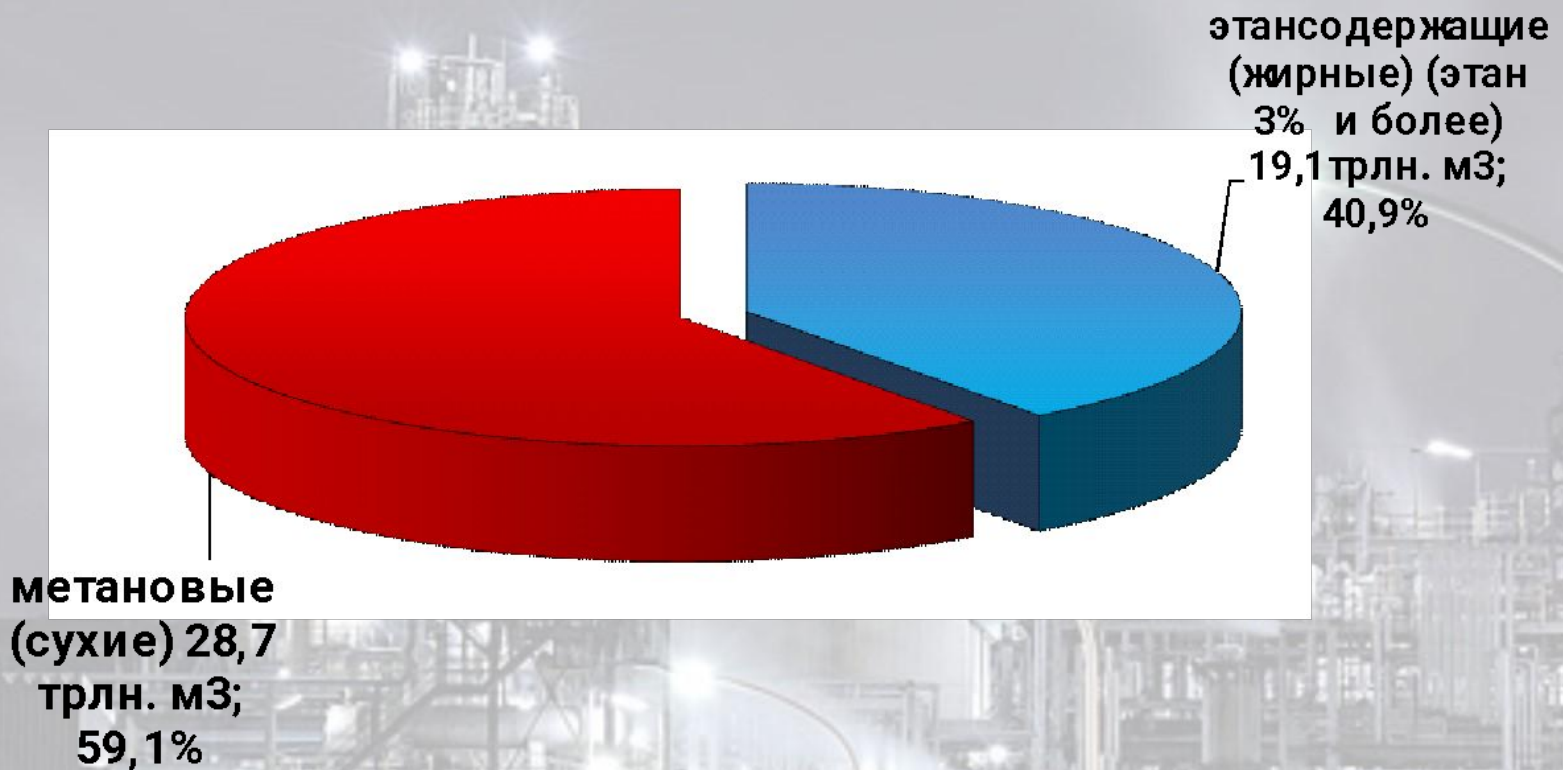
газы, добываемые
непосредственно из
земных недр.

Вторичные (технологическ ие) УГ

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

Структура запасов природного газа России

Всего 47,8 трлн. м3



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 (ΣC_{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 CS₂), 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/м³)

Газы газоконденсатных месторождений содержат большое количество метана, а также высокомолекулярные углеводороды (от C₅H₁₂ до C₂₀H₄₂), 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 м³ добываемого газа.

Состав природных газов некоторых газовых и газоконденсатных месторождений

Месторождения	Содержание компонентов								Плотность, кг/м ³	Выход конденсата, г/м ³	Содержание в газе C ₃ H ₈ ⁺ , г/м ³
	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	ΣC ₄ H ₁₀	ΣC ₅ H ₁₂ ⁺	N ₂	H ₂ S	CO ₂			
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 ³	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 ₁₄), 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 (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, Туркменистан	780	0,02	103	131	207	290	322	-	-	-
Шебелиновское, Украина	-	-	44	81	128	245	289	15	34	51
Соленинское, Зап. Сибирь	758	0,01	60	85	120	206	285	-	-	-
Медвежье, то же	-	-	210	233	254	296	360	-	-	-

ПОПУТНЫЕ НЕФТЯНЫЕ ГАЗЫ

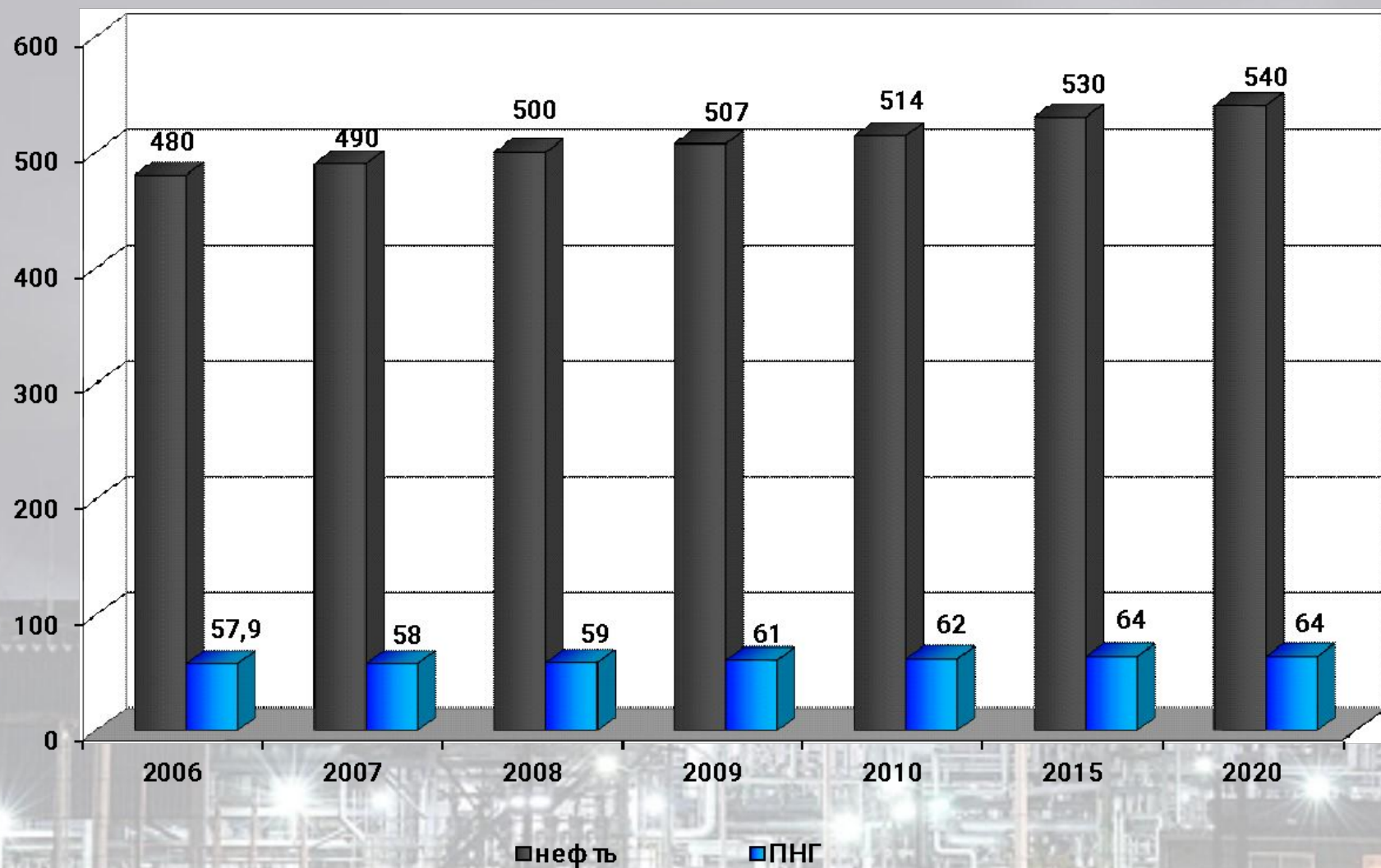
добываются совместно с нефтью

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

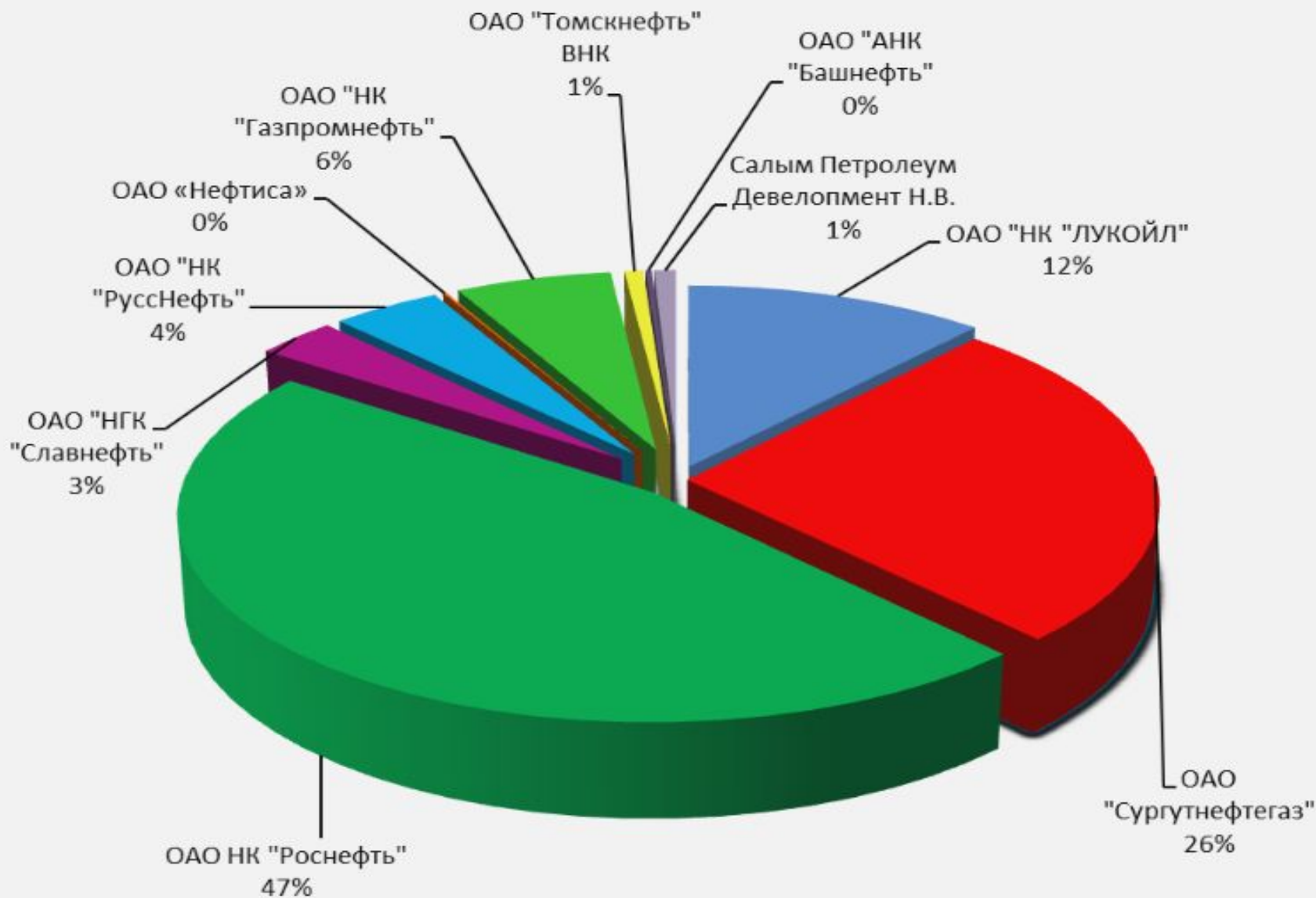
Состав нефтяных (попутных) газов некоторых месторождений

Месторождение	Содержание компонентов, %(об.)									C_3H_{8+} г/м ³	Плотность, кг/м ³
	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	ΣC ₄	ΣC ₅	ΣC ₆₊	N ₂	H ₂ S	CO ₂ ,		
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

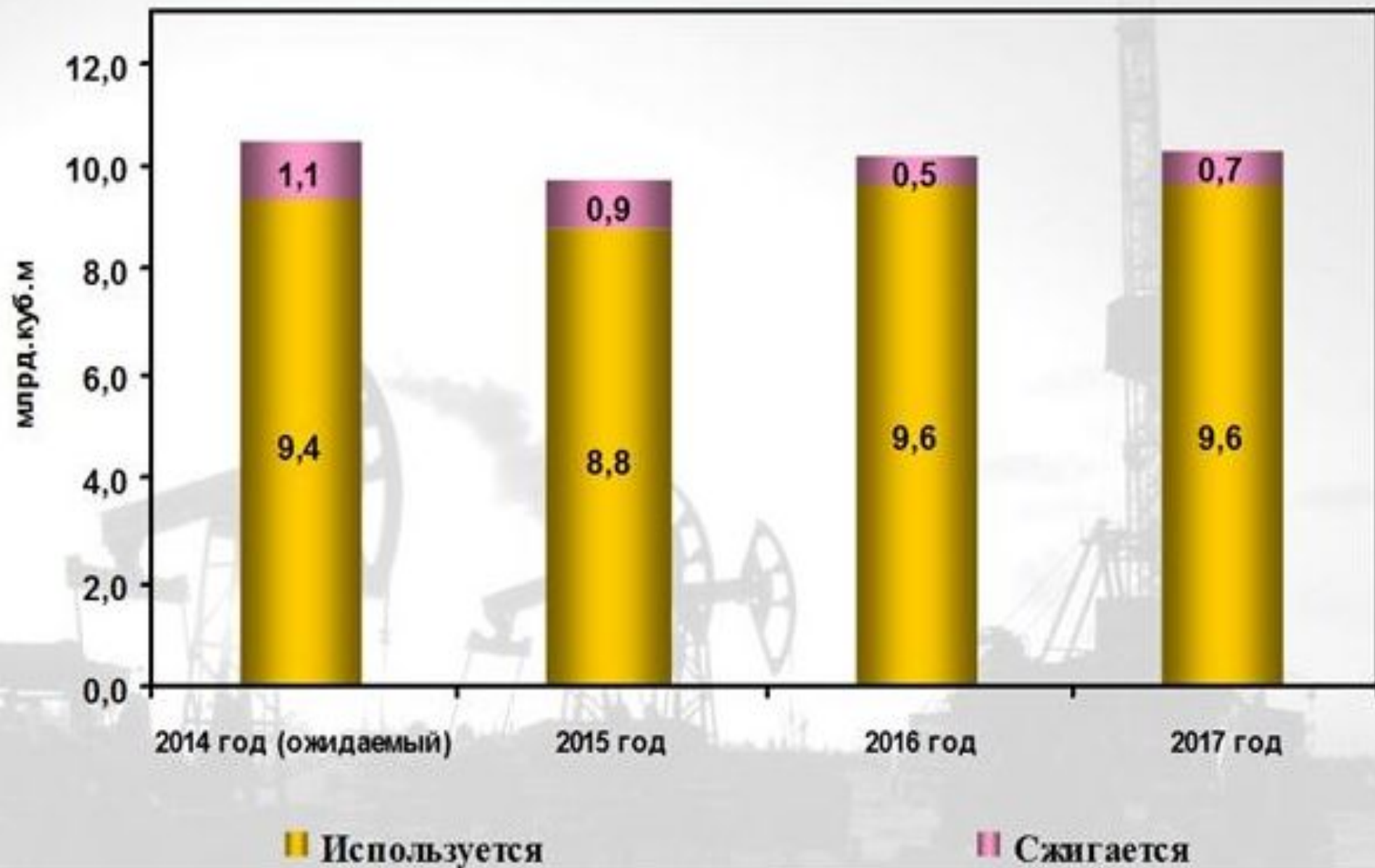
Прогноз добычи нефти (млн. тонн) и ПНГ (млрд. м³)



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.

- ПНГ - 50 млн. м3/год
- (при добыче нефти – 400 тыс. т/год)



- 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



Газовый бензин
 C_5H_{12} , C_6H_{14}

Пропан –
бутановая смесь
 C_3H_8 , C_4H_{10}

Сухой газ
 CH_4 , C_2H_6

Фракции

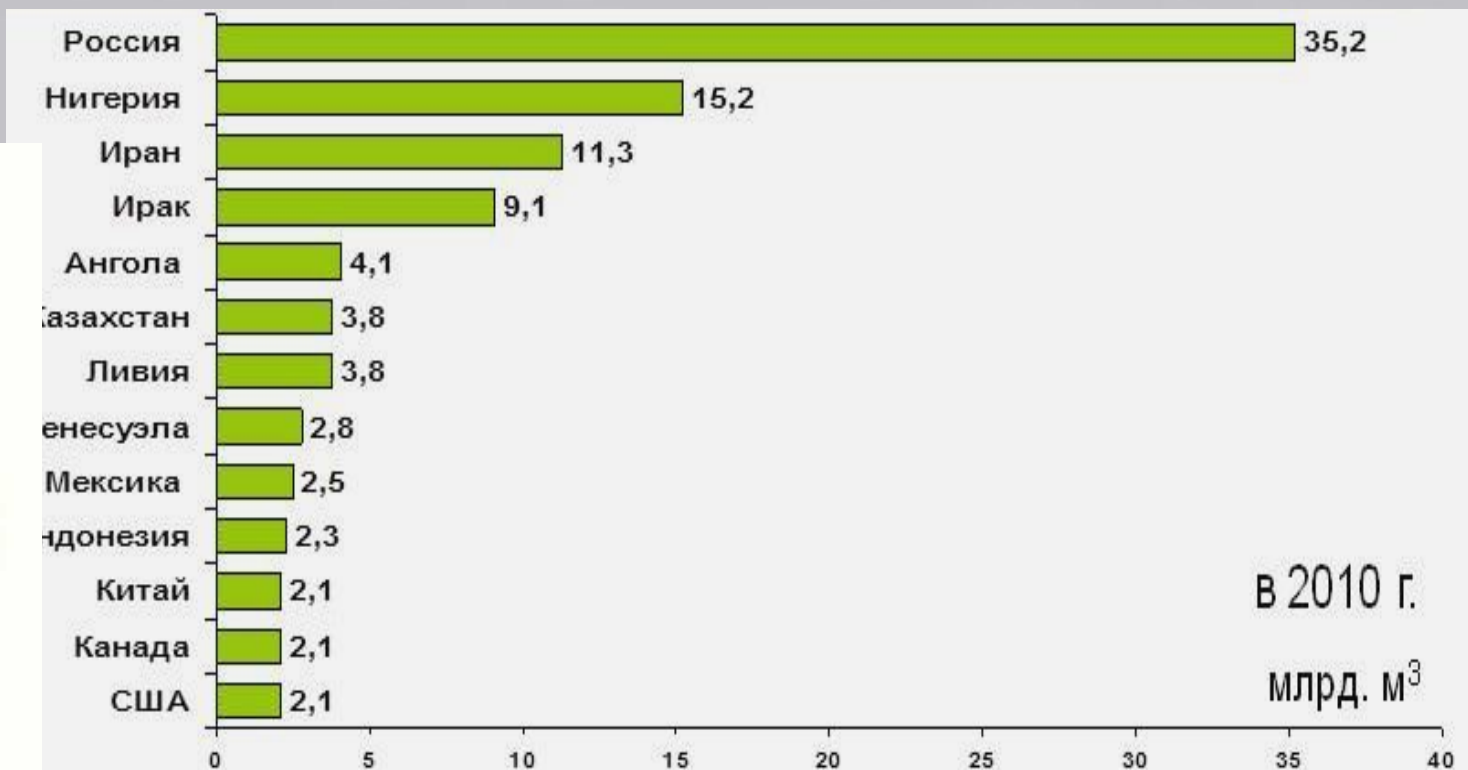


**Объемы сжигаемого или выбрасываемого в
атмосферу ПНГ для различных регионов мира,
млрд. м³/год***

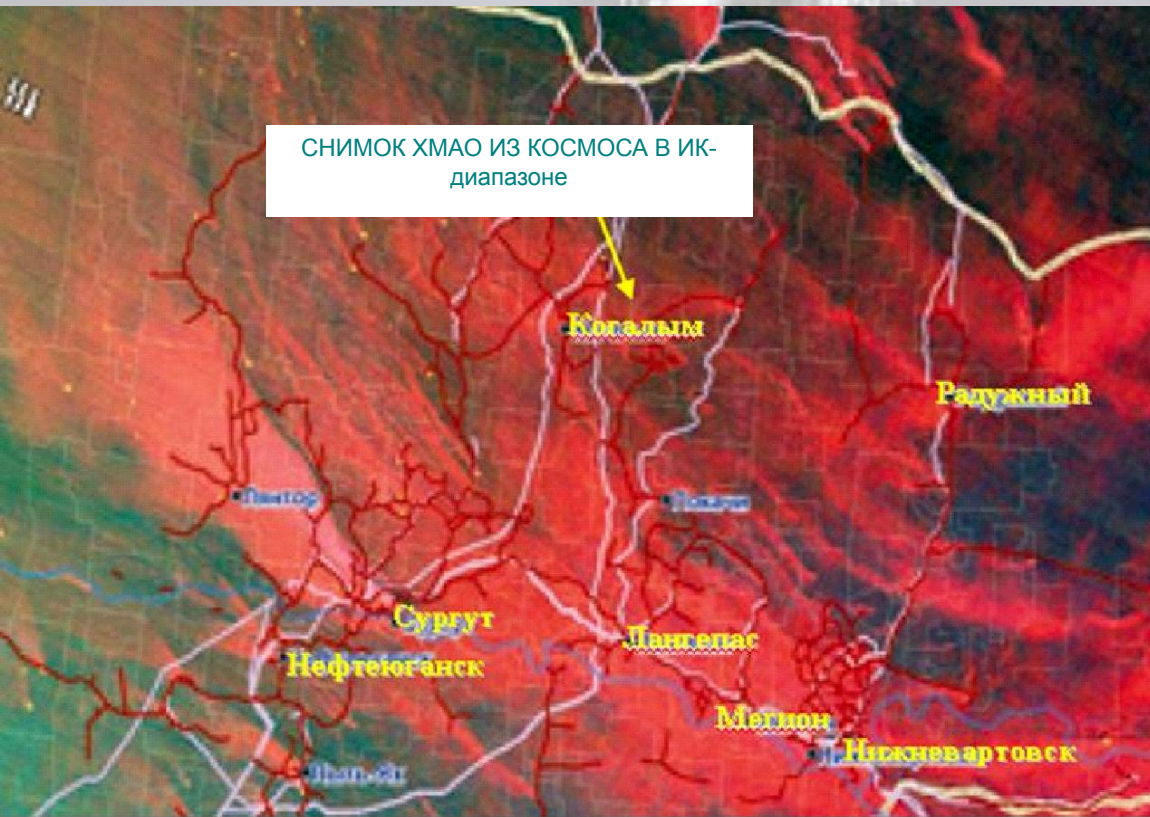
Северная Америка	12-17
Центральная и Южная Америка	10
Африка	37
Ближний и Средний Восток	16
Азия	7-20
СНГ	17-32
Европа	3
Всего	102-135

***по данным World Bank**

Объемы сжигаемого ПНГ в мире



По официальным данным Минприроды РФ из **60 млрд. м³** добываемого ежегодно в России попутного нефтяного газа (ПНГ) **20 млрд. м³** 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.



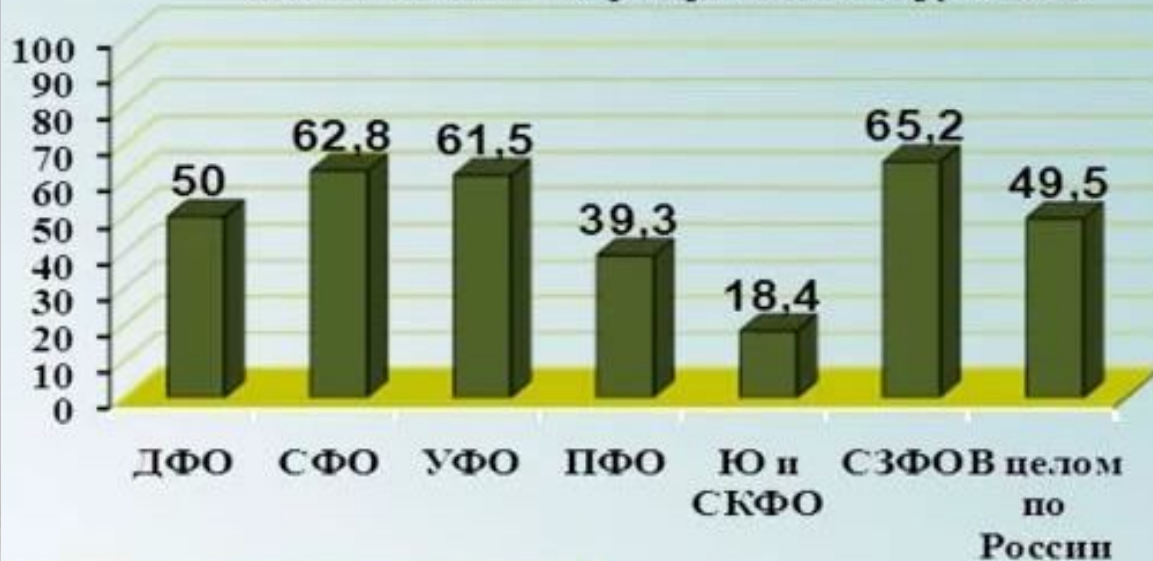
СНИМОК ХМАО ИЗ КОСМОСА В ИК-диапазоне

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

Аналитики ОАО "Газпром" прогнозируют рост добычи газа с высоким содержанием С2-С4 до **160 млрд. м³** 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

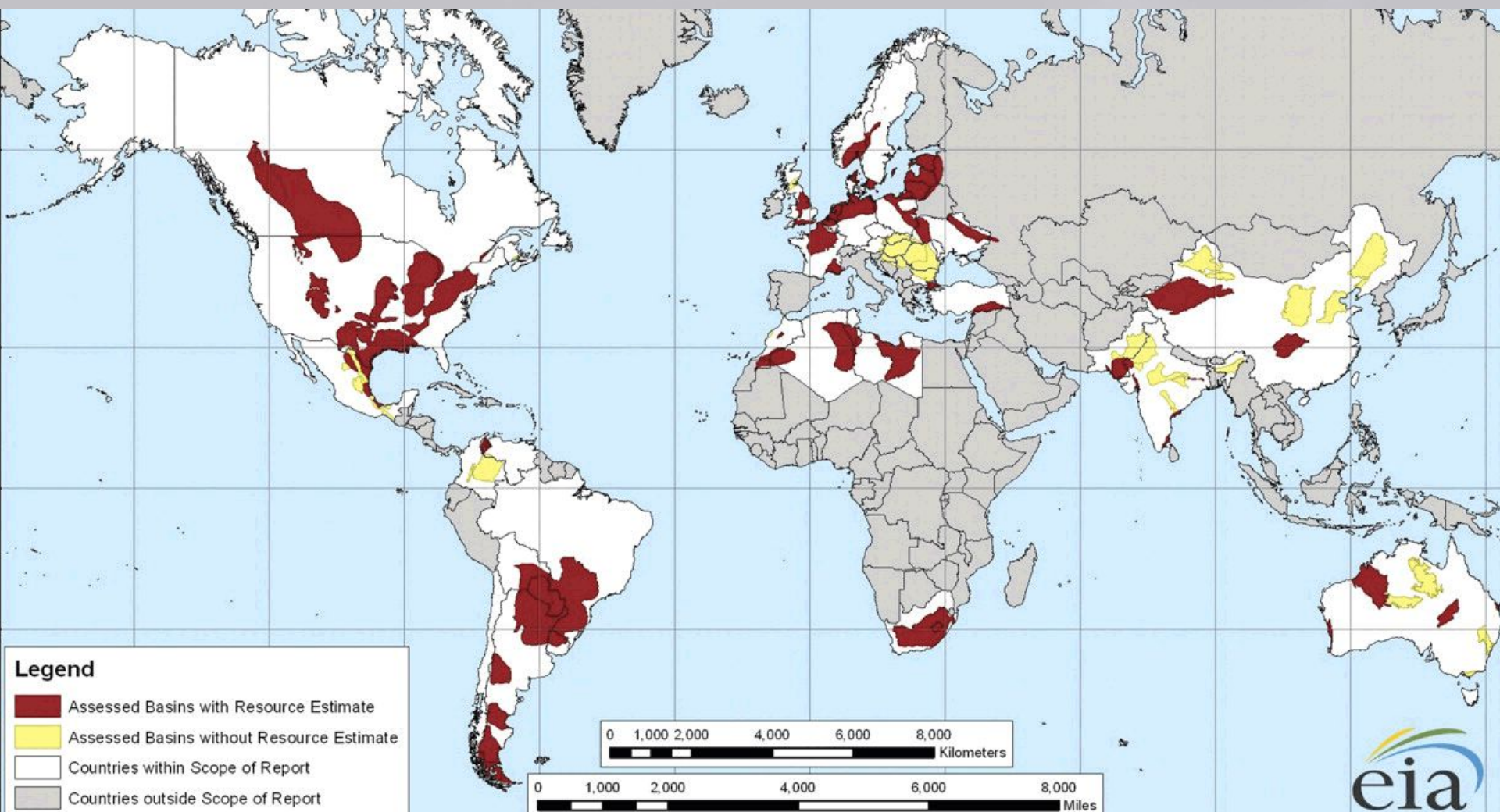
Отсутствие единой системы учета добычи ПНГ

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.

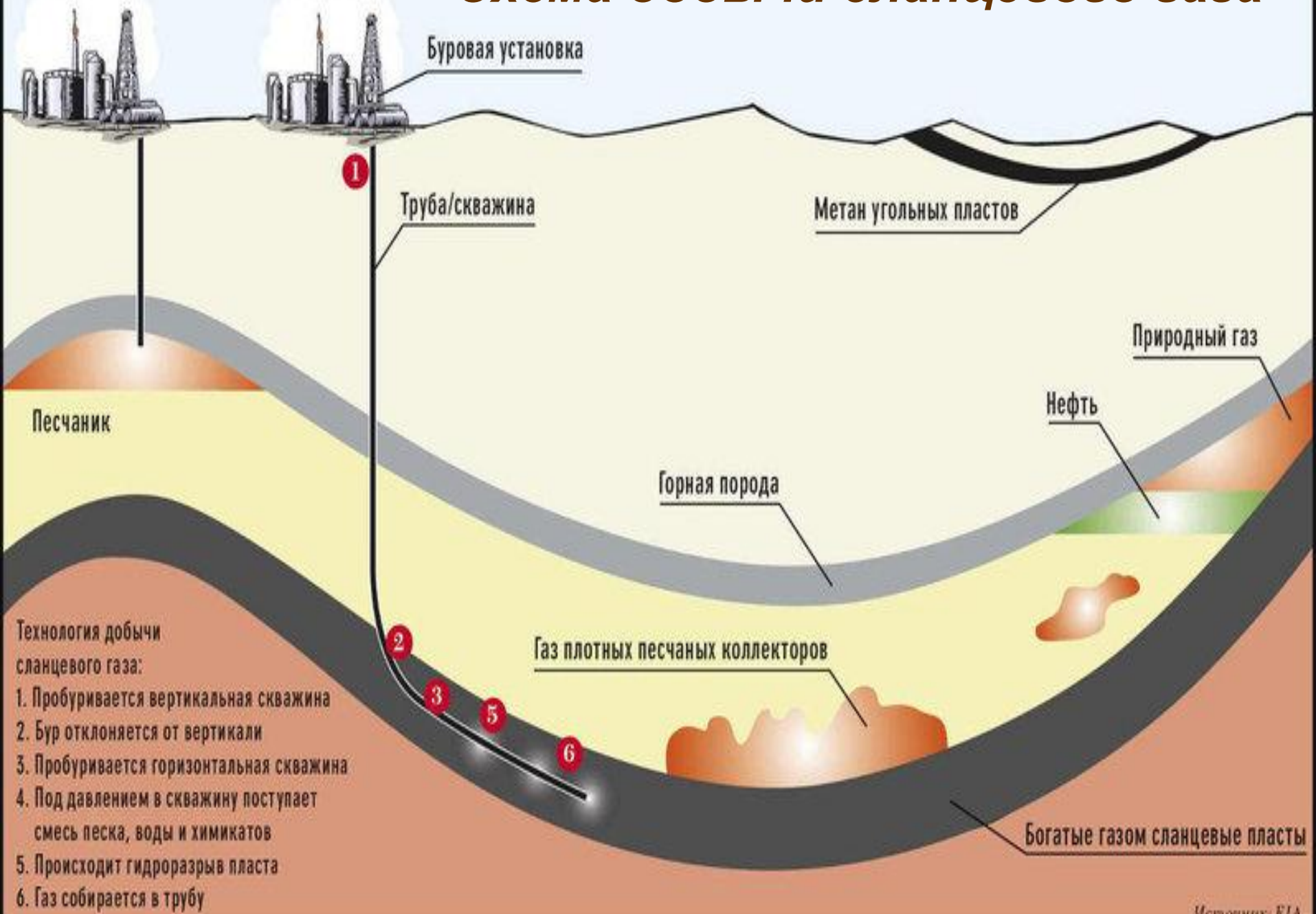
Главным отличием от традиционного природного газа является более сложный способ добычи путем **технологии гидроразрыва пласта (фрекинга)**, в котором он залегает. Данная технология является не только очень дорогостоящей, но и наносит огромный вред окружающей среде, при этом очищенный сланцевый газ по 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.

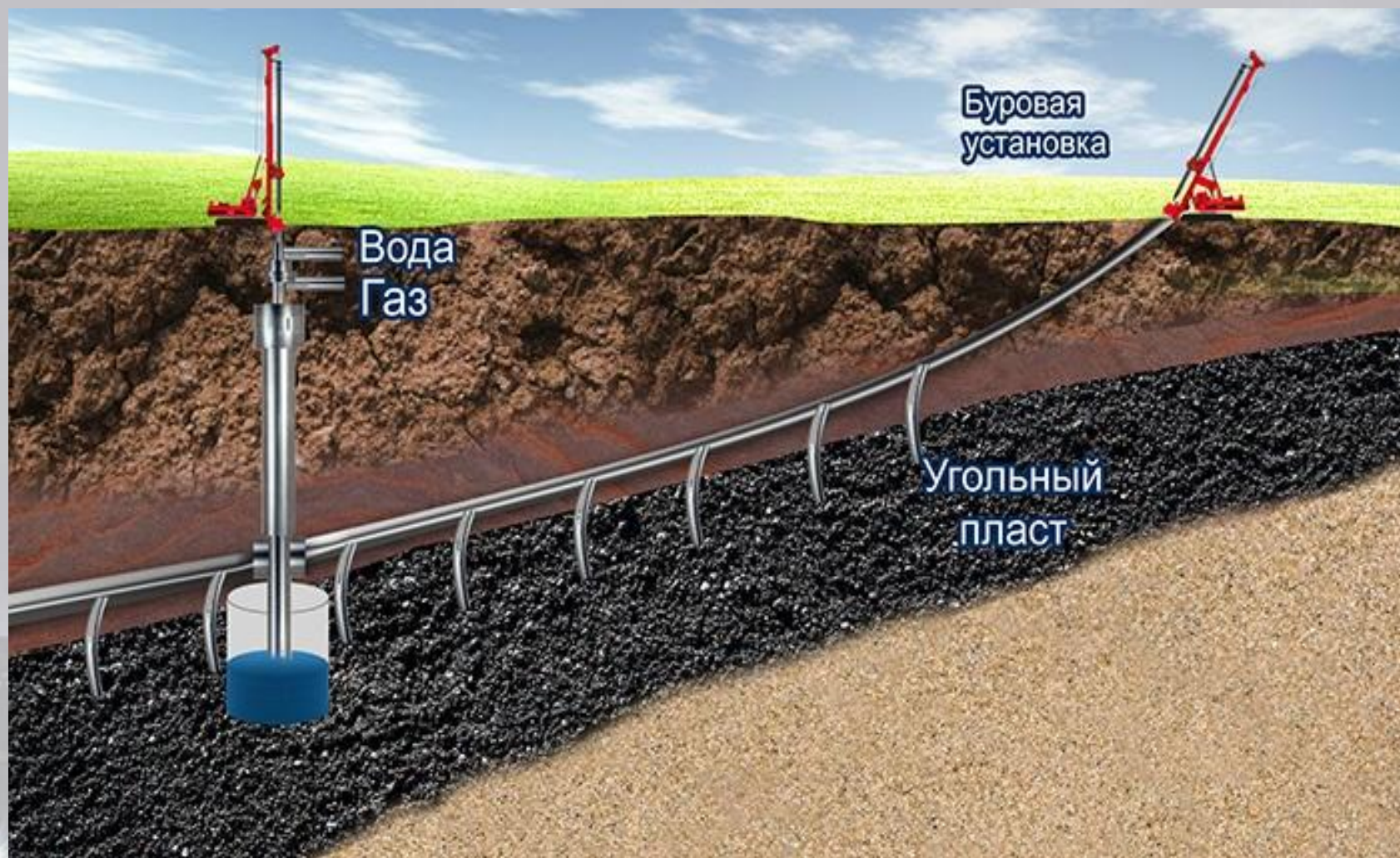
При бурении скважин давление в устье скважины становится ниже, чем давление в пласте за счет чего происходит приток находящейся в трещинах жидкости, а в дальнейшем и метана. Для добычи угольного метана обычно бурятся вертикальные скважины на глубину значительно превышающую залегание водоносных горизонтов.

Промышленная добыча метана угольных пластов началась в США в начале 1980-х годов. В 2000 году в США было добыто 40 млрд м³ 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 м³ 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 м³. В 2009 году началось строительство более 3600 буровых скважин для его добычи.

Добыча метана угольных пластов

Страна	Ресурсы, трлн. м ³
Россия	78
США	60
Китай	28
Австралия	22
Индия	18
Германия	16
ЮАР	13
Украина	8
Казахстан	8
Польша	3
Всего в мире	260

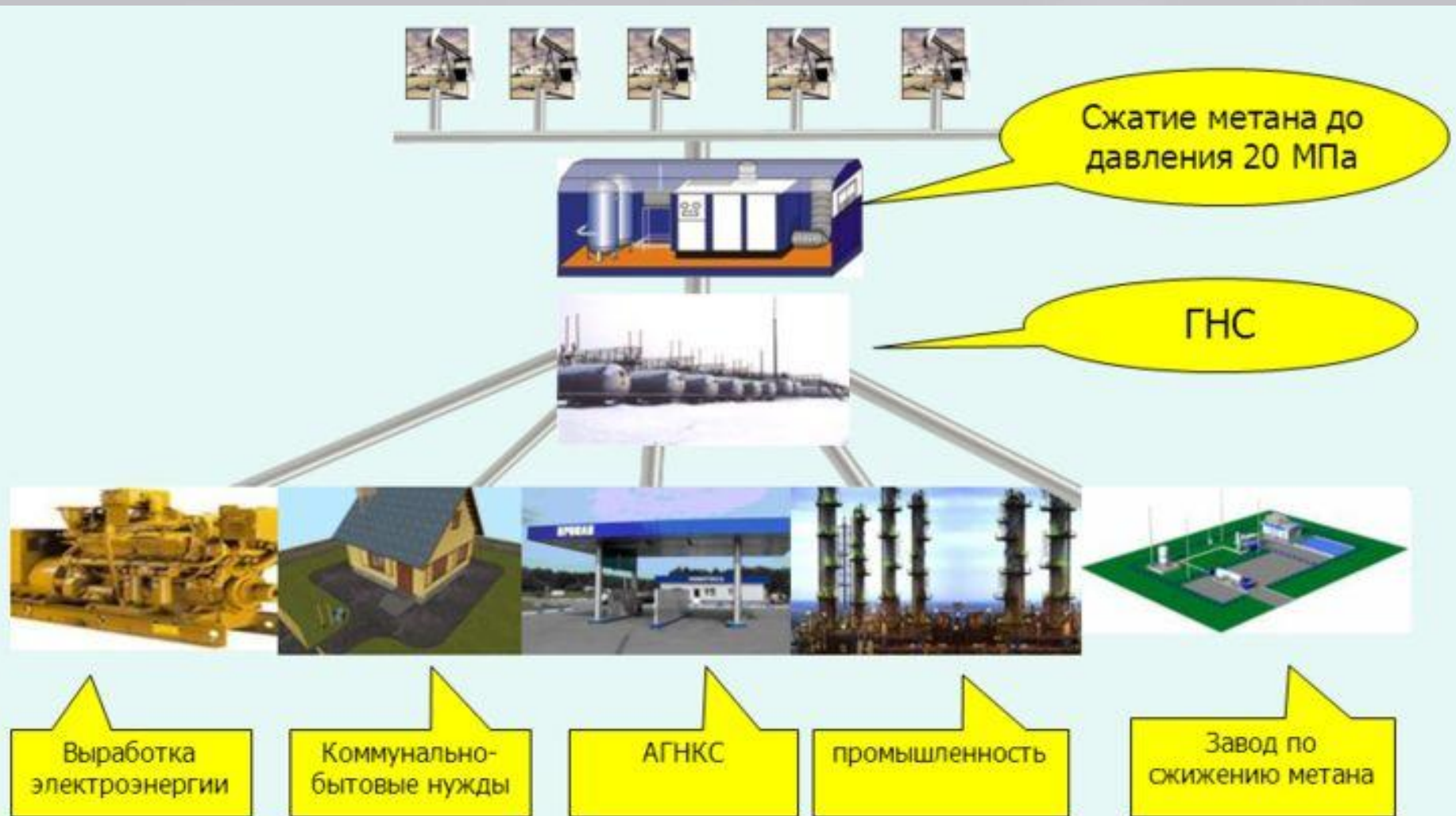


Залежи угольного метана в России

Суммарные запасы - 83 700 млрд м³



Области применения угольного метана



В РФ принята программа **«Метан Кузбасса»**. Кузбасс может производить около 20 млрд. м³ метана ежегодно.

Ресурсы метана в Кузбассе оцениваются в **13 трлн.м³**.

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. м³ 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} 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.***

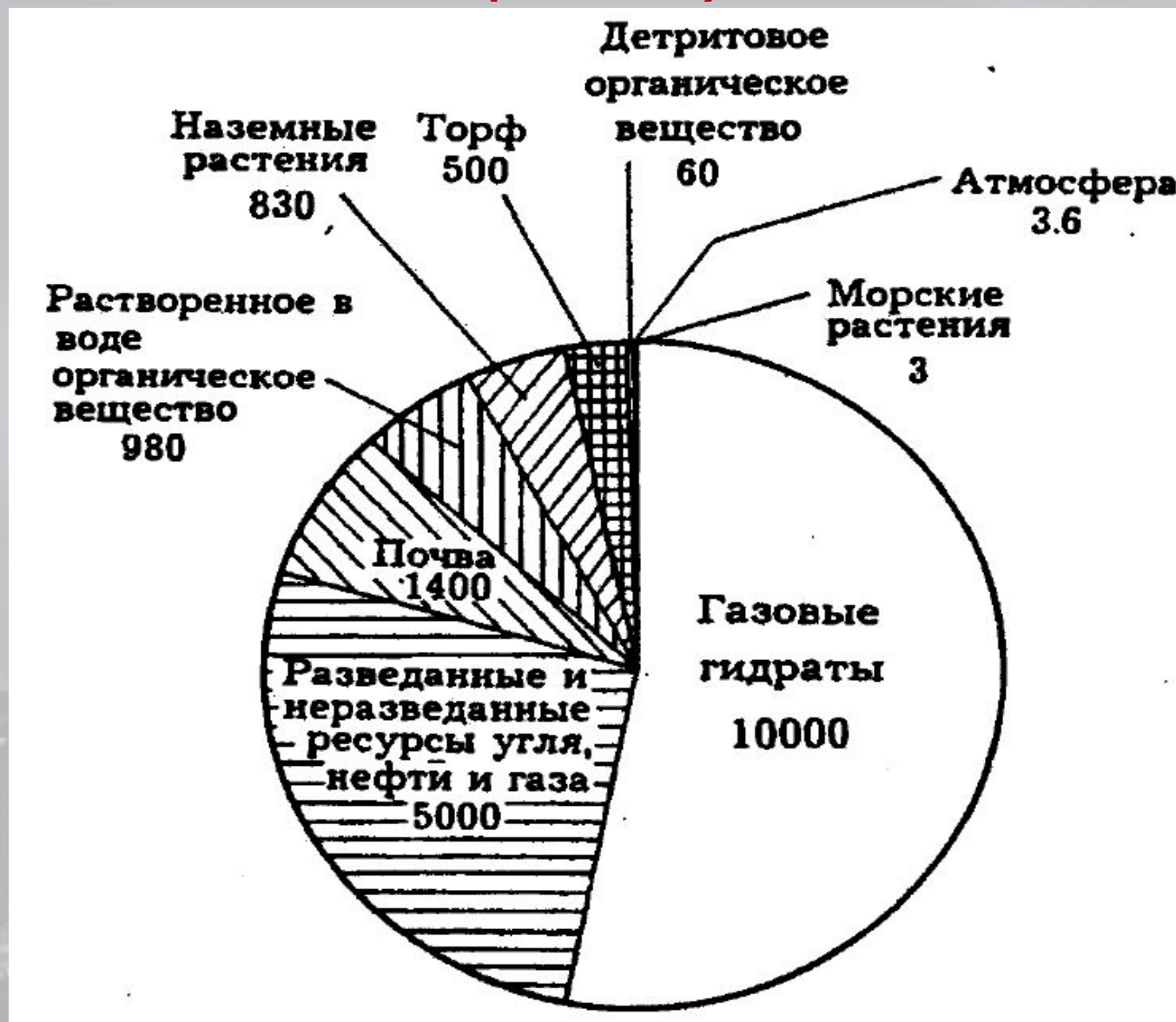
Большая часть газовых гидратов обнаружена на дне океанов в молодых отложениях – метан продолжает поступать в гигантских объемах. Той же причиной обусловлено образование нефти и газа на континентах.

В н.вр. имеются сведения о **более чем 100** выявленных газогидратных залежах, а потенциальные мировые запасы газа в гидратном состоянии, по оценкам специалистов, превышают **16×10^{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} 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. рифор- минга	Гидро очистки ДТ	Гидро крекинга вак. дистил- лята	Замед. Коксо- вания гудрона	Терм. крекинг а под дав- лением	Кат. крекин- га	Пиро- лиза 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
н- Бутилен	—	—	—	—	3,7	0,8	12,8	3,9
н- 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- 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.