



ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ И СТАТИСТИКА
Проект по Обучению и Содействию
Семинар для новых независимых государств

18 – 29 Сентября, 2006

Париж, Франция


Выбросы CO₂
при сжигании углеродного
топлива

Г-жа Роберта Квадрелли



Обзор презентации

1. **Международный контекст**
2. **О выбросах CO₂**
3. **Оценка выбросов CO₂**
4. **Расчетные примеры**
5. **Примеры на данных : Мировые**

A world map is centered on the slide, with the landmasses colored in a light yellow-green. The map is set against a light blue background representing the oceans. The text '1- Международный контекст' is overlaid on the map, centered over the Russian Federation.

1- Международный контекст



Международный контекст



- **1992, Рио-де-Жанейро: Рамочная конвенция ООН по Изменению Климата (РКИК ООН).**

Цель: стабилизация концентрации парниковых газов в атмосфере.

- **1995 (пересмотр в 1996): Введение в методологии инвентаризации кадастров парниковых газов подготовленное Межправительственной Группой Экспертов по Изменению Климата (МГЭИК).**

Разработка методологий для газов, который не контролируются Монреальским протоколом (защита озонового слоя).

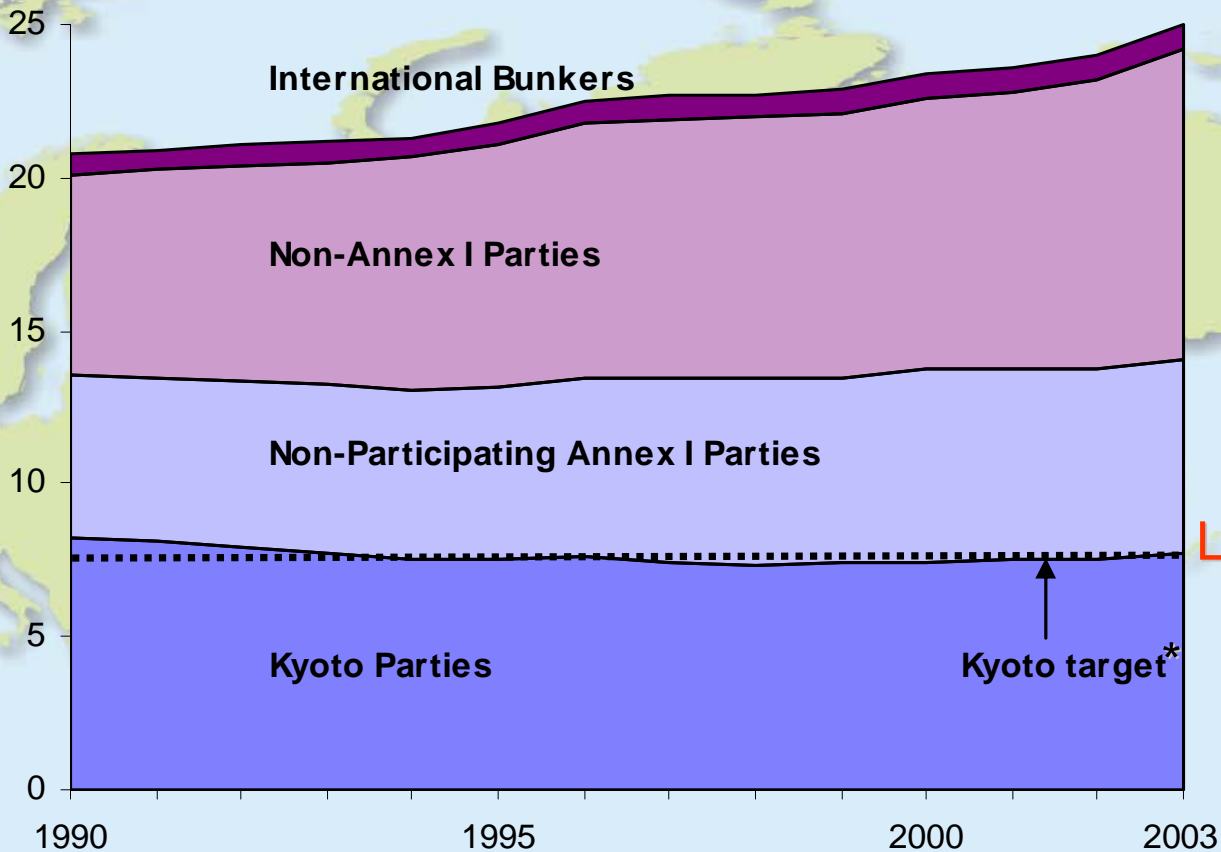
- **1997 (вступление в силу в 2005): Киотский протокол**

Цель: снижение антропогенных выбросов парниковых газов (ПГ) в период 2008-2012 приблизительно на 5% по сравнению с 1990 (страны “Приложение В”).



О Киотском протоколе ...

Gigatonnes of CO₂



Цель Киото*

Kyoto target*

* Цель Киотского протокола в этом графике выражена только в выбросах CO₂



**2- 0 выбросах CO₂ при сжигании
топлива**



Почему CO₂?

Состав суммарных антропогенных выбросов ПГ

CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Другие
~70%	12-20%	~10%	~2%

- CO₂ – наиболее важный парниковый газ.
- CO₂ – это парниковый газ, для которого имеется наибольшее количество информации.



Выбросы CO₂, связанные с энергией

Мировые выбросы CO₂ в 2000

Сжигание топлива	Выбросы летучих газов (утечки)	Промышленные процессы	Другие
84%	1%	3%	12%

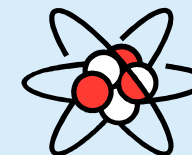
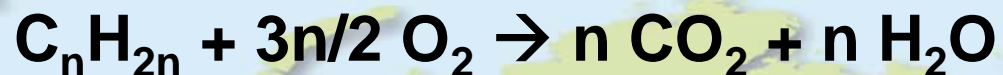
- Выбросы CO₂ в основном (на 80-90%) вызваны сжиганием углеродного топлива (« Энергия »).

Выбросы CO₂, связанные с энергией, представляют порядка 60% общих антропогенных выбросов парниковых газов в атмосферу (среднее значение)



Как образуется CO₂ в процессе сжигания?

Общая формула горения углеводородов:



Все углеродные топлива содержат определенную долю углерода, которые образует CO₂ при реакции с кислородом атмосферы.

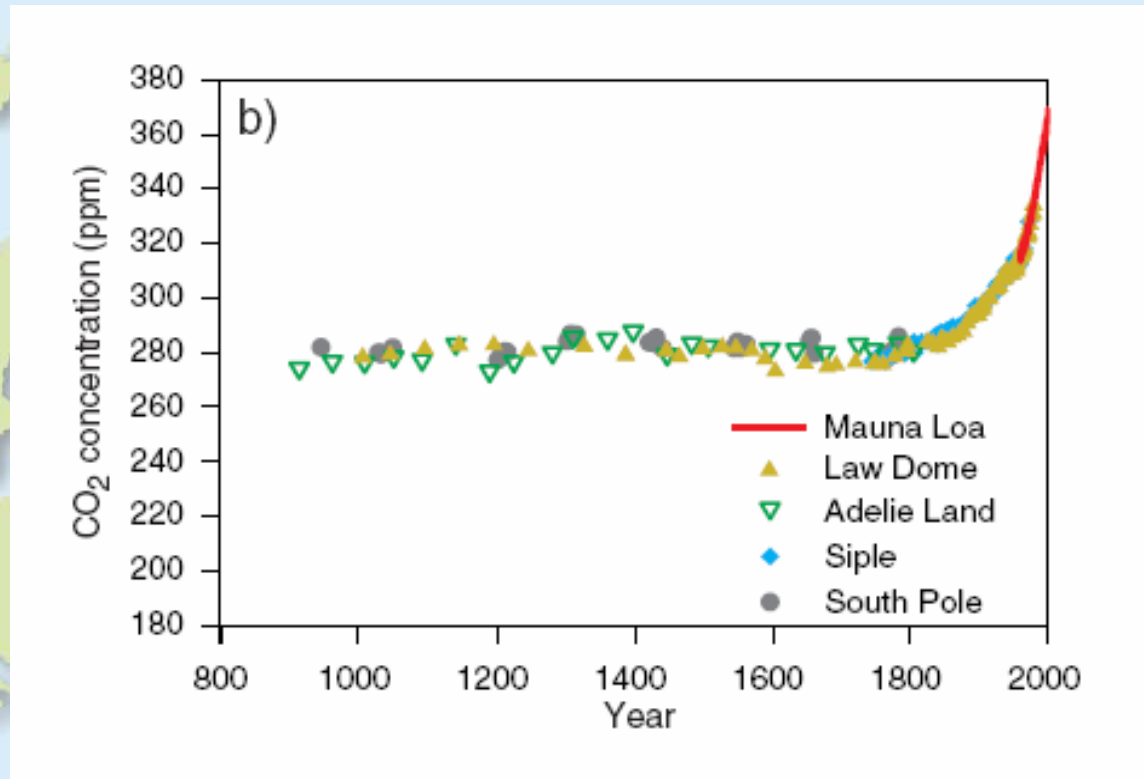


Полученный CO₂ накапливается в атмосфере.

Атмосферная концентрация CO₂ увеличивается.



Атмосферная концентрация CO₂



Источник: МГЭИК – 2001: “Научные основы”



3- Оценка выбросов CO_2 , вызванных сжиганием топлива



Как МЭА оценивает выбросы CO₂, вызванные сжиганием топлива

Энергетическая
статистика

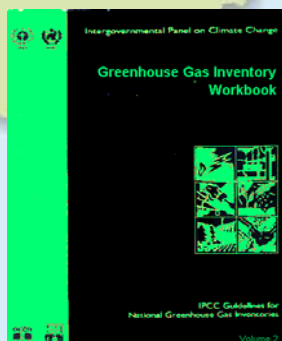


Энергетические
балансы



CO₂
Выбросы

Методологии
МГЭИК



Это работа в группе!



Методологии МГИЭК *

Упрощенный метод (« Уровень 1 »)

- Потребление углеродного топлива
- Средние коэффициенты выбросов

Базовый расчет:

- Выбросы CO_2 по виду топлива = Потребление топлива *
Коэффициент выбросов
(с поправкой с помощью коэффициентов хранения углерода и
окисления угля)
- Суммарные выбросы CO_2 = Сумма выбросов по всем видам топлива

* Эта презентация основана на Пересмотренных Руководящих Принципах МГИЭК. Эти Руководящие Принципы в настоящее время перерабатываются и будут опубликованы как Руководящие принципы МГИЭК от 2006 г. Решение о начале обязательного применения переработанных принципов странами еще не было принято.



Методологии МГИЭК

Базовый расчет:

Выбросы CO₂ по виду топлива = Потребление топлива *

Коэффициент выбросов

(с поправкой с помощью коэффициентов хранения углерода и окисления угля)

- Сумма выбросов по всем видам топлива (продукта)

Может производиться

по двум независимым рядам данных:



Поставки топлива в стране
Эталонный подход



Потребление по секторам
конечного потребления
«Восходящий» подход

(подробный, основанный на технологии, метод)



Методологии МГИЭК

Эталонный и «Восходящий» подходы

Эталонный подход (ЭП) в сравнении с «Восходящим» подходом (ВП):

Эти два подхода используют разный набор данных.

Поставки топлива в стране
Эталонный подход
(сверху-вниз)

Потребление по секторам
конечного потребления
«Восходящий» подход
(снизу-вверх)

“Обобщенная оценка
потребления”

“Первая оценка” выбросов CO₂



Методология: Определения продуктов

Первичные продукты

Ископаемые энергетические продукты (уголь, сырая нефть, природный газ, ...)

Вторичные продукты

Продукты полученные в результате физического или химического преобразования первичных продуктов (нефтепродукты, кокс...)



Методология: Эталонный подход Обобщенная оценка потребления

Для каждого продукта:

Обобщенное потребление =

Производство
+ Импорт
- Экспорт
+/- Изменение запасов
- Международная бункеровка
- Хранящийся углерод

Только первичные продукты

Первичные и вторичные продукты

Первичные и вторичные продукты, которые:

1. не используются для сжигания (т.е. асфальт);
2. не полностью сжигаются (т.е. смазки);
3. используются как сырье для нефтехимии.



Методология:

Оценка потребления при «восходящем» подходе

Для каждого продукта:

Потребление =

**Энергетический сектор
(производство электричества,
нефтепереработка,...)
+ Промышленность
+ Транспортный сектор
+ Услуги
+ Жилищный сектор
+ Другие сектора конечного потребления**

- Хранящийся углерод

Первичные и
вторичные продукты

Первичные и вторичные продукты, которые:

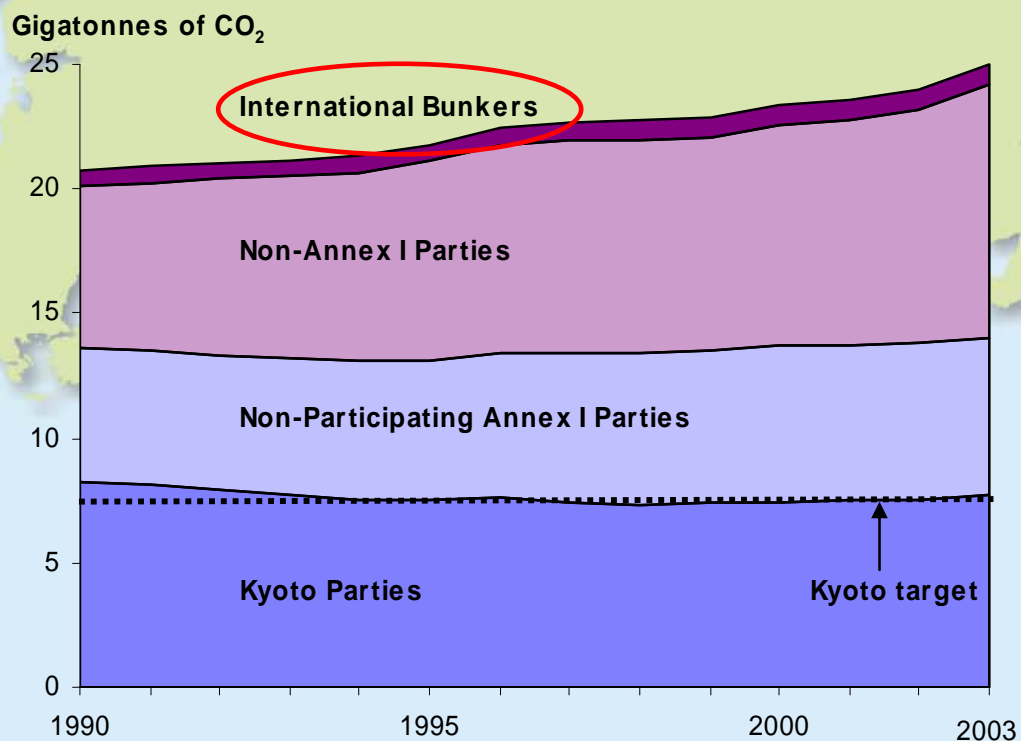
1. не используются для сжигания (т.е. асфальт);
2. не полностью сжигаются (т.е. смазки);
3. используются как сырье для нефтехимии.



По поводу Международной бункеровки

Международная авиационная и международная морская бункеровка не включаются в национальные итоговые значения.

(Пересмотренные Руководящие Принципы МГИЭК, 1996)





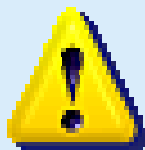
Расчет выбросов CO₂ (использование ЭП и ВП)

Потребление топлива по продуктам

Коэффициенты выбросов по продуктам

Поправка на долю неокисленного углерода

Выбросы CO₂ при сжигании топлива по продуктам
(Затем, сумма по всем продуктам)



Эти два подхода по-разному рассматривают сектор преобразования



Сектор преобразования

Пример





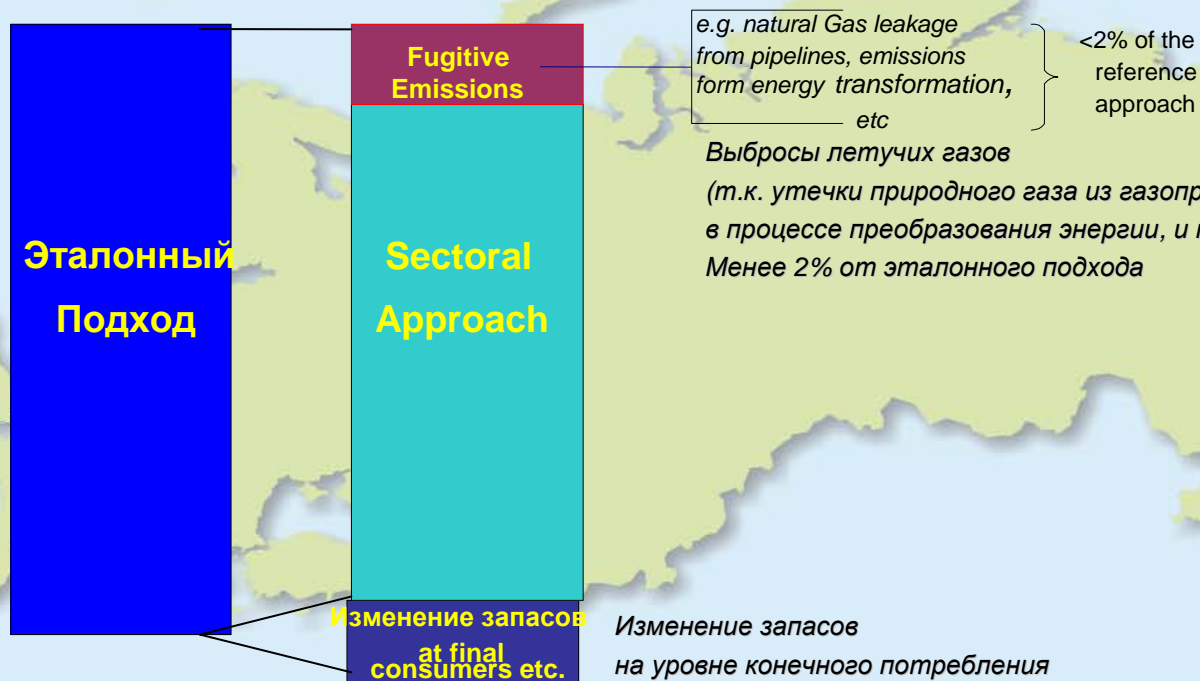
Сектор преобразования: Эталонный и «Восходящий» подходы





Эталонный и «Восходящий» подходы: Оценки выбросов CO₂

Эталонный подход как правило дает **верхнюю границу** для «Восходящего» подхода



По требованиям РКИК ООН необходимы комментарии при отличии более чем **2%**

Сравнение полезно также для проверки **полноты** оценки



По вопросу Биомассы

Биомасса содержит углерод, поглощенный растениями в процессе фотосинтеза.

Однако, если биомасса продолжительно растет, считается что дополнительных выбросов CO_2 в атмосферу не происходит.

Биомасса не включается в суммарные национальные выбросов CO_2 .
(Пересмотренные Руководящие принципы МГЭИК, 1996 г.)





Примеры расчета выбросов CO₂ : Эталонный подход





Эталонный подход :

1) расчет Обобщенного потребления (физические единицы)

Ед.	Произв-о А	Импорт В	Экспорт С	Межд. Бункер. D	Изм. запасов Е	Обобщ. Потребление $F=A+B-C-D-E$
-----	---------------	-------------	--------------	--------------------	-------------------	--

Исключается из суммы по стране

Пример первичного топлива

Сырая нефть	Гг	97,835	48,589	68,823	0	-486	78,087
-------------	----	--------	--------	--------	---	------	--------

Не все виды топлива используются для бункеровки

$$= 97,835 + 48,589 - 68,823 + 486$$

Пример вторичного топлива

Газойль / Дизтопливо	Гг	0	3,503	5,528	733	27	-2,785
----------------------	----	---	-------	-------	-----	----	--------

Нет производства для вторичных топлив!

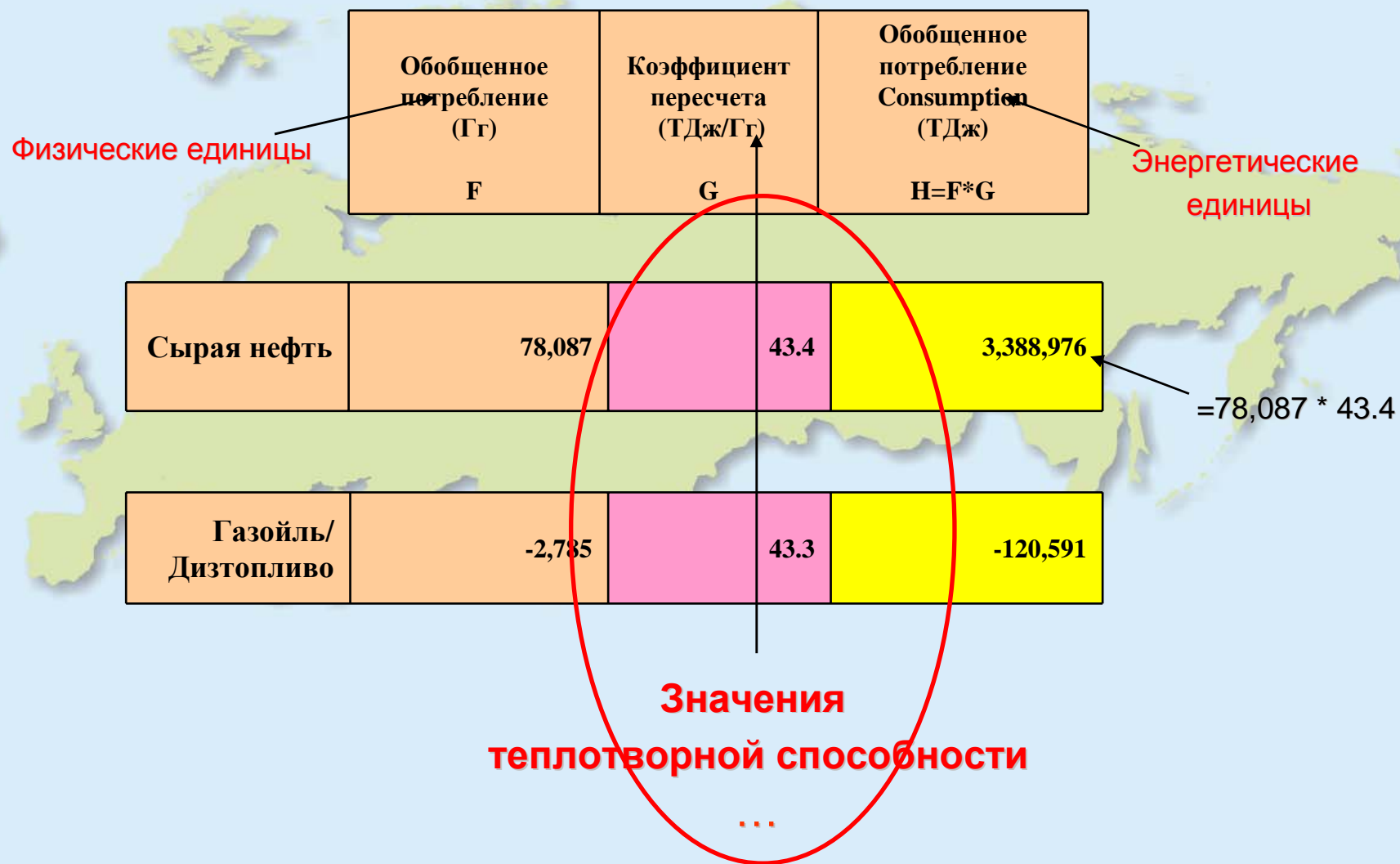
Уже включено в обобщенное потребление первичных топлив

Обобщенное потребление может быть отрицательным для вторичных топлив



Эталонный подход


2) Обобщенное потребление: от физических к энергетическим единицам





От физических к энергетическим единицам: Теплотворная способность – Несколько примеров

Некоторые Низшие теплотворные способности (ТДж/10 ⁶ тонн)	
Продукты нефтепереработки	
Бензин	44.80
Авиационный керосин	44.59
Керосин	44.75
Сланцевая нефть	36.00
Газойль/Дизтопливо	43.33
Мазутное топливо	40.19
Сжиженные нефтяные газы	47.31
Этан	47.49
Нафта	45.01
Битум	40.19
Смазочные масла	40.19
Нефтяной кокс	31.00
Нефтезаводское сырье	44.80
Газы нефтепереработки	48.15
Другие нефтяные продукты	40.19



Внимание:
Низшая, а не Высшая
теплотворная способность

Пересмотренные Руководящие
Принципы МГЭИК 1996
содержат список значений по
умолчанию.



Эталонный подход :

3) расчет содержания углерода

Обобщенное потребление (ТДж)	Коэффициент выброса углерода (тС/ТДж)	Содержание углерода (Гг С)
Н	I	$L=N*I/1000$

1 Гг = 1000 т

Коэффициенты выброса углерода
Могут быть конкретными по странам.
МЭА использует «значения по умолчанию» МГЭИК.

Сырая нефть	3,388,976	20.0	67,780
-------------	-----------	------	--------

= 3,390,147 * 20.0 / 1000

Газойль/ Дизтопливо	-120,590	20.2	-2,436
------------------------	----------	------	--------



Примеры коэффициентов выбросов углерода

<i>Первичные топлива</i>	<i>т С / ТДж</i>
Сырая нефть	20.0
Эмульгированные масла	22.0
Газовые конденсаты	17.2
<i>Вторичные топлива/продукты</i>	
Бензин	18.9
Авиационный керосин	19.5
Керосин	19.6
Сланцевая нефть	20.0
Газойль/Дизтопливо	20.2
Мазутное топливо	21.1
Сжиженные нефтяные газы	17.2
Этан	16.8
Нафта	20.0
Битум	22.0
Смазочные масла	20.0
Нефтяной кокс	27.5
Нефтезаводское сырье	20.0
Газы нефтепереработки	18.2
Другие нефтяные продукты	20.0



Эталонный подход :

4) Расчет выбросов CO₂

Содержание углерода (Гг С) J	Хранящийся углерод (Гг С) K	Чистые выбросы углерода (Гг С) L=J-K	Доля окисленного углерода M	Итоговые выбросы CO ₂ (Гг CO ₂) =L*M*44/12
------------------------------------	-----------------------------------	--	--------------------------------	---

Сырая нефть	67,780	0	67,780	0.99	246,041
-------------	--------	---	--------	------	---------

Полнота сгорания (0.98 to 0.995)

$$= (67,780 - 0) * 0.99 * 44 / 12$$

Газойль/ Дизтопливо	-2,436	126	-2,562	0.99	-9,300
------------------------	--------	-----	--------	------	--------

От углерода к CO₂ используется
44/12 (соотношение молекулярного веса CO₂ / C)



Эталонный подход :

а) Суммирование всех видов топлива

Жидкие углерод. Топлива		Первичные топлива	Сырая нефть	Итоговые выбросы CO ₂ (Gg CO ₂)
			Эмульгированные масла	
			Газовые конденсаты	0
		Вторичные Топлива	Бензин	13,262
			Авиационный керосин	-11,502
			Керосин	-8,669
			Сланцевая нефть	-608
			Газойль/Дизтопливо	0
			Мазутное топливо	-9,300
			Сжиженные нефтяные газы	-19,489
			Этан	-2,917
			Нафта	-3,688
			Битум	-10,754
			Смазочные масла	-7,732
			Нефтяной кокс	-1,700
			Нефтезаводское сырье	972
			Другие нефтяные продукты	9,889
				-2,040
Жидкое углеродное топливо				191,765



Эталонный подход :

5b) Суммирование всех видов топлива

	Итоговые выбросы CO ₂ (Гг CO ₂)
Жидкие топлива, всего (НЕФТЬ)	191,765
Твердые топлива, всего (УГОЛЬ)	147,620
Газообразные топлива, всего (ГАЗ)	204,248
Всего	543,633



**Примеры расчета выбросов CO₂ :
«Восходящий» подход**



«Восходящий подход»

Процесс схож с процессом в Эталонном подходе,
но он начинается с данных по конечному потреблению по секторам

Черная металлургия
Химия и нефтехимия
Цветная металлургия
Неметалл. минералы
Транспортное оборудование
Машиностроение
Горнодобывающая пром-ть
Пищевая и табачная пром-ть
Бум.-целл. и полиграф. пром-ть
Про-во древесины и деревооб.
Строительство
Текст.-кожевенная пром-ть
Др. отрасли промышленности

Примеры подсекторов
**Обрабатывающая промышленность
и строительство**



«Восходящий подход»

Мировые выбросы CO₂

2003

(млн. т CO₂)

Разбивка по секторам используемая МЭА

Всего выбросов CO₂ – Восходящий подход	24 983
Производство электричества + тепла производителями для общественных нужд	9 028
Нераспределенное производство на электростанциях + теплоэлектростанциях + теплоцентралях для собственных нужд	988
Другие отрасли энергетики	1 260
Обрабатывающая пром-ть и Строительство	4 509
Транспорт	5 940
Другие сектора	3 258
Для сравнения:	
Всего выбросов CO₂ – Эталонный подход	25 597

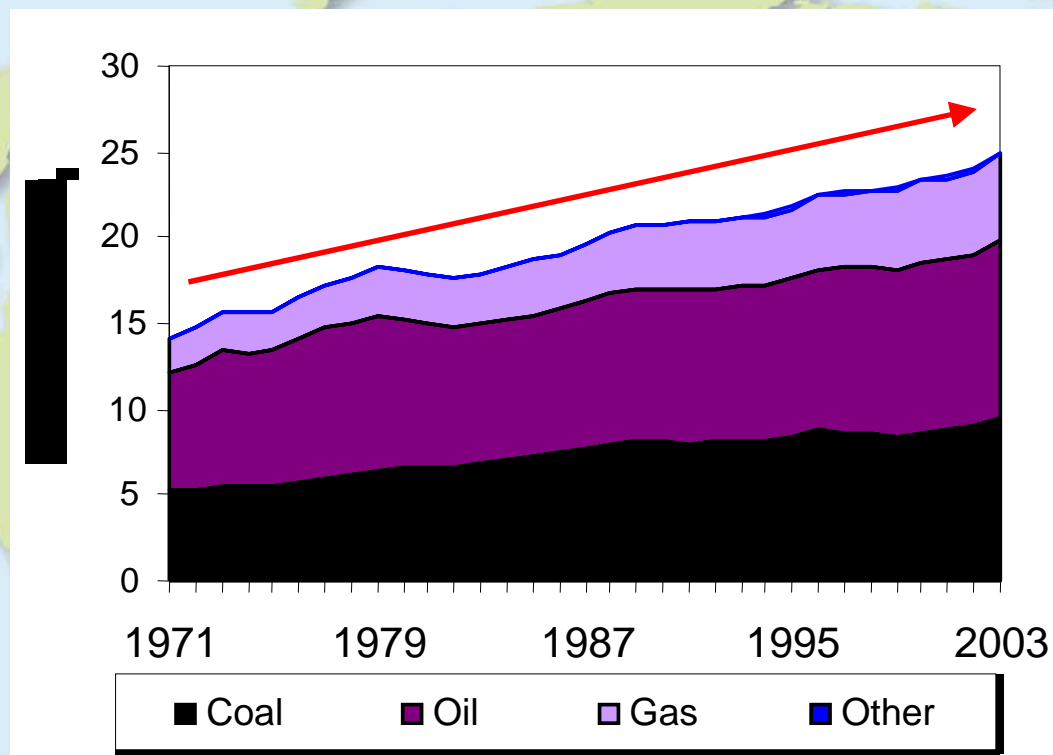


**Некоторые примеры
данных по CO₂**





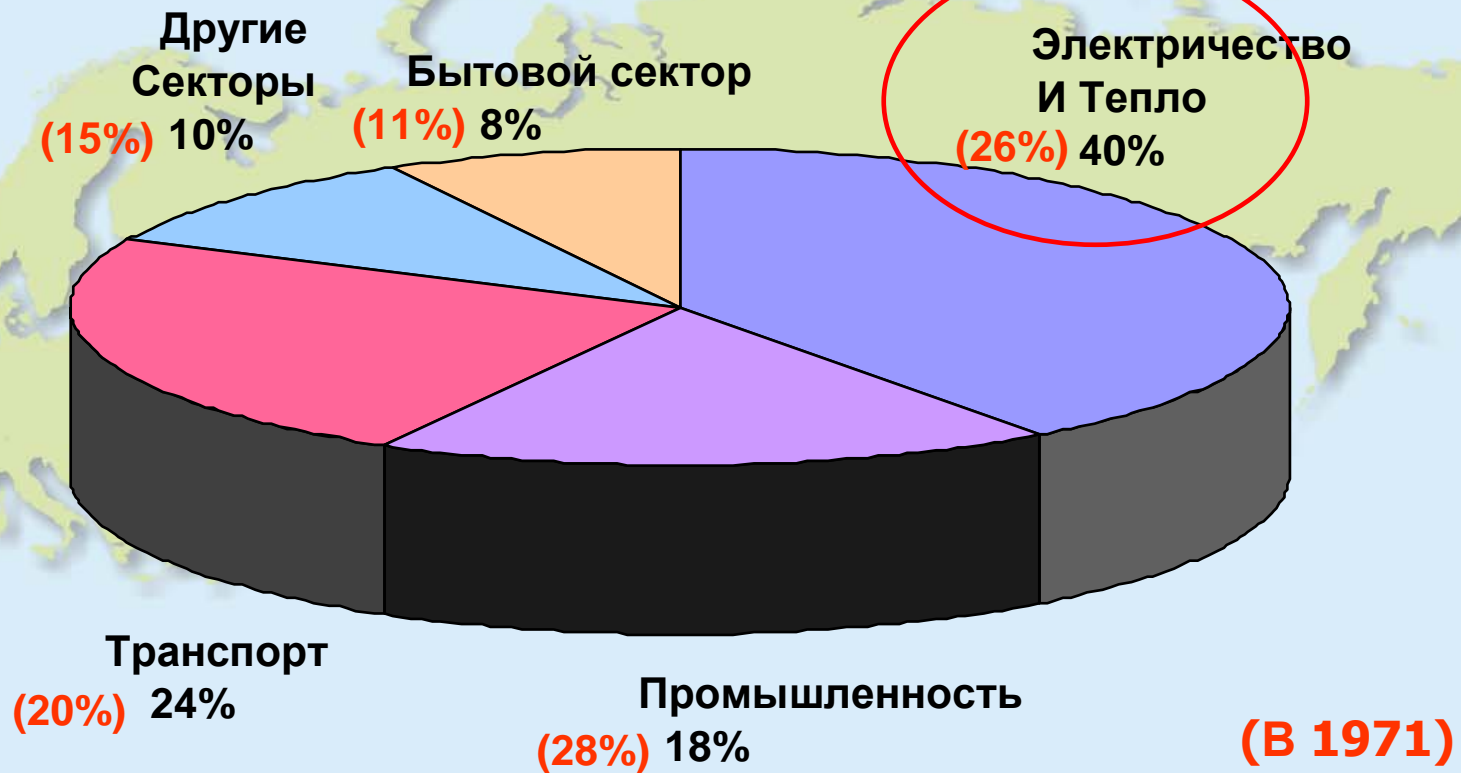
Ис:ровые выбросы CO₂ по видам топлива





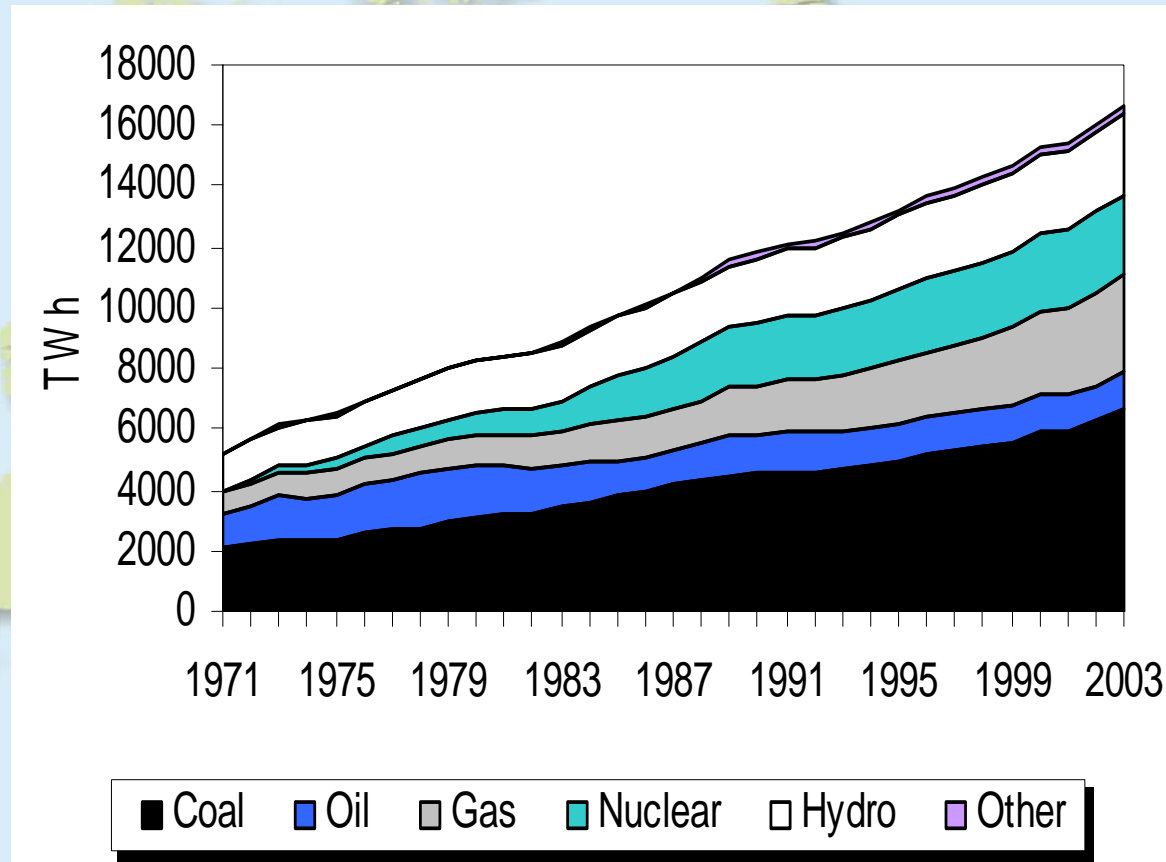
Мировые выбросы CO₂ в 2003 г. по секторам

Всего выбросов : 25 Гигатонн CO₂





Мировое производство электроэнергии по видам топлива



Без выбросов CO₂

Газ



Мировые выбросы CO₂ в 2003 г.

Пример из книги МЭА

2003 CO₂ Emissions by Sector

<i>million tonnes of CO₂</i>	Coal	Oil	Gas	Other*	Total	% change 90-03
Sectoral Approach	9 589.2	10 199.6	5 101.6	92.9	24 983.2	20.5%
Main Activity Producer Elec. and Heat	6 650.8	751.1	1 592.8	33.0	9 027.7	40.8%
Unallocated Autoproducers	422.8	175.9	352.3	37.3	988.3	78.3%
Other Energy Industries	167.4	632.1	459.7	0.8	1 259.9	14.7%
Manufacturing Industries and Construction	1 889.2	1 418.5	1 182.8	18.7	4 509.2	-5.6%
Transport **	21.4	5 774.8	143.7	0.1	5 940.0	30.8%
<i>of which: Road</i>	-	4 418.3	12.0	-	4 430.2	36.0%
Other Sectors	437.5	1 447.3	1 370.2	3.0	3 258.1	-2.9%
<i>of which: Residential</i>	292.3	697.5	945.3	0.2	1 935.3	11.4%
Reference Approach	10 038.1	10 294.5	5 171.8	93.1	25 597.4	20.0%
Diff. due to Losses and/or Transformation	310.3	57.9	73.2	0.2	441.6	
Statistical Differences	138.7	37.0	- 3.0	- 0.0	172.6	
<i>Memo: International Marine Bunkers **</i>	-	459.0	-	-	459.0	26.2%
<i>Memo: International Aviation **</i>	-	358.7	-	-	358.7	25.6%

* Other includes industrial waste and non-renewable municipal waste.

** World includes international marine bunkers and international aviation.



Мировые выбросы CO₂ в 2003 г.

Пример из книги МЭА

2003 CO₂ Emissions by Sector

<i>million tonnes of CO₂</i>	Coal	Oil	Gas	Other*	Total	% change 90-03
Sectoral Approach	9 589.2	10 199.6	5 101.6	92.9	24 983.2	20.5%
Main Activity Producer Elec. and Heat	6 650.8	751.1	1 592.8	33.0	9 027.7	40.8%
Unallocated Autoproducers	422.8	175.9	352.3	37.3	988.3	78.3%
Other Energy Industries	167.4	632.1	459.7	0.8	1 259.9	14.7%
Manufacturing Industries and Construction	1 889.2	1 418.5	1 182.8	18.7	4 509.2	-5.6%
Transport **	21.4	5 774.8	143.7	0.1	5 940.0	30.8%
<i>of which: Road</i>	-	4 418.3	12.0	-	4 430.2	36.0%
Other Sectors	437.5	1 447.3	1 370.2	3.0	3 258.1	-2.9%
<i>of which: Residential</i>	292.3	697.5	945.3	0.2	1 935.3	11.4%
Reference Approach	10 038.1	10 294.5	5 171.8	93.1	25 597.4	20.0%
Diff. due to Losses and/or Transformation	310.3	57.9	73.2	0.2	441.6	
Statistical Differences	138.7	37.0	- 3.0	- 0.0	172.6	
<i>Memo: International Marine Bunkers **</i>	-	459.0	-	-	459.0	26.2%
<i>Memo: International Aviation **</i>	-	358.7	-	-	358.7	25.6%

* Other includes industrial waste and non-renewable municipal waste.

** World includes international marine bunkers and international aviation.



**Спасибо большое за внимание
roberta.quadrelli@iea.org**