

REZULTATELE INVENTARIERII EMISIILOR DE GES PROVENITE DE LA SECTORUL 1 “ENERGETICA” ÎN PERIOADA 1990-2013

Результаты инвентаризации эмиссий парниковых газов по модулю «Энергетика» за 1990-2013 г.г.

Inventory process in the energy sector of the Republic of Moldova.

Methodologies, Emission Factors, Data Sources.

Key Categories, QA/QC and Verification procedures.

Uncertainty Assessment. Completeness Assessment.

Summary of direct GHG emission trends

Процесс инвентаризации в энергетическом секторе РМ. Методологии, эмиссионные коэффициенты, источники данных. Ключевые категории, процедуры обеспечения и контроля качества. Неопределённости, полнота временных рядов. Тренды эмиссий газов прямого действия

Elena Bicova, national consultant. GHG
Inventory Team. Institute of Power Engineering
of the Academy of Sciences of Moldova

Energy Sector

Энергетический сектор - Категории источников

1. Energy Sector

- 1A. Fuel Combustion Activities
 - 1A1. *Energy Industries*
 - 1A2. *Manufacturing Industry and Construction*
 - 1A3. *Transport (Civil Aviation, Road Transport, Railways, Navigation, Pipeline Transport)*
 - 1A4. *Other Sectors (Commercial/Institutional, Residential, Agriculture/Forestry/Fishing)*
 - 1A5. *Other*
- 1B. Fugitive emissions
- 1B2. *Oil and Natural Memo items*
- *International Bunkers*
- *CO₂ Emissions from Biomass*

1. Энергетический сектор

- **1A. Деятельность, связанная со сжиганием топлива**
 - 1A1. Энергетические отрасли**
 - 1A2. Производственные отрасли и Строительство**
 - 1A3. Транспорт (внутренняя авиация, автомобильный, железнодорожный, водный, трубопроводный транспорт)**
 - 1A4. Другие секторы (коммерческий/институциональный, бытовой, сельское/лесное/рыбное хозяйство)**
 - 1A5. Прочие**
- **1B. Летучие выбросы**
 - 1B2. Нефть и природный газ**
- Memo items
- **Международные бункера: авиация**
- **CO₂ - эмиссии от биомассы**

Methodological Issues Методологические положения

Обобщенная таблица примененных методов и коэффициентов для энергетического сектора

IPCC Categories	Source Category	Method	EF
1.A.1	Energy Industries <i>Энергетические отрасли</i>	1	D, CS
1.A.2	Manufacturing Industry and Construction <i>Производственные отрасли и Строительство</i>	1	D, CS
1.A.3	Transport (Civil Aviation, Road Transportation, Railways, Navigation, Pipeline Transportation) <i>Транспорт (внутренняя авиация, автомобильный, железнодорожный, водный, трубопроводный транспорт)</i>	1	D, CS
1.A.4	Other Sectors (Commercial/Institutional, Residential, Agriculture/Forestry/Fishing) <i>Другие секторы (коммерческий/институциональный, бытовой, сельское/лесное/рыбное хозяйство)</i>	1	D, CS
1.A.5	Other (Other Works and Needs in Energy Sector) <i>Прочие</i>	1	D, CS
1.B.2	Fugitive Emissions from Oil and Natural Gas <i>Летучие эмиссии от нефти и газа</i>	1	D
Memo items	International Bunkers: Aviation <i>Международные авиаабункера</i>	2	D, CS
Memo items	CO ₂ Emissions from Biomass <i>CO₂ эмиссии от биомассы</i>	1	D, CS

Abbreviations: T1 – Tier 1; T2 – Tier 2; EF – Emission Factors; D – Default Values of Emission Factors; CS – Country Specific.

Обозначения : 1 – метод 1; 2 – метод 2; EF – эмиссионный коэффициент ;

D – значение эмиссионного коэффициента по умолчанию; CS – национальный коэффициент.

The basic equations

Основные уравнения

$$CO_2 \text{ Emissions} = \sum (Fuel \ Consumption_j \cdot Conversion \ Factor \ (TJ/unit) \cdot Carbon \ Emission \ Factor_j \ (t \ C/TJ) - Carbon \ Stored \cdot Oxidation \ Fraction_j \cdot 44/12)$$

and

$$Non-CO_2 \text{ Emissions} = \sum (Fuel \ Consumption_j \cdot Emission \ Factor_j)$$

Where: j – type of fuel.

- In conformity with recommendations in the IPCC 2006 Guidelines, the value of oxidation fraction was assumed being 1.0 for all types of fuel (in the previous inventory cycles, the respective value was 0.99 for liquid fuels, 0.98 – for solid fuels and 0.995 – for gaseous fuels).

$$CO_2 \text{ Эмиссии} = \sum (Потребление \ топлива_j \cdot коэффициент \ преобразования \ (TJ/unit) \cdot Коэффициент \ выбросов_j \ (t \ C/TJ) - Запасенный \ углерод \cdot Фракция \ оксидирования_j \cdot 44/12)$$

и

$$Не-CO_2 \text{ Эмиссии} = \sum (Потребление \ топлива_j \cdot Коэффициент \ выбросов_j)$$

Где: j – тип топлива.

- Фракция оксидирования равна 1 для всех видов топлива , согласно Руководства МГЭИК-2006
- (в предыдущих циклах инвентаризации она составляла соответственно 0.99 для жидкого топлива, 0.98 – для твердого топлива, 0.995 – для газообразных топлив).

Основные коэффициенты для оценки эмиссий парниковых газов в энергетическом секторе РМ

Fuel Type	Net Calorific Value (country specific value), TJ/kt		Net Calorific Value, TJ/kt		Emission factors, t C/TJ		Fraction of carbon oxidized	
	Ranges according to the NBS	Value used	IPCC, 1997	IPCC, 2006	IPCC, 1997	IPCC, 2006	IPCC, 1997	IPCC, 2006
Coal	15.40 - 29.13		18.58				0.98	1
Anthracite	22.83 - 29.13		18.58	26.7	26.8	26.8	0.98	1
Brown Coal, including:	6.31 - 15.37		14.65	11.9	27.6	27.6	0.98	1
Donetsk	25.70	25.70			26.8		0.98	1
Kuznetsk	25.44	25.44			26.8		0.98	1
Ukraine	6.31 - 11.68	11.68			27.6		0.98	1
Kansk-Acinsk	15.14	15.14			25.8		0.98	1
Brown Coal Briquettes	17.75	17.75		20.7	25.8	26.6	0.98	1
Coking Coal	26.41 - 29.05	26.41	18.58	28.2	25.8	25.8	0.98	1
Diesel Oil	42.54	42.54	43.33	43.0	20.2	20.2	0.99	1
Fuel for Oven	42.54	42.54			21.1		0.99	1
Residual Fuel Oil	39.02 - 40.20	40.20	40.19	40.4	21.1	21.1	0.99	1
Fuel for Engines	41.96	41.96			20.0		0.99	1
Including Jet engines	43.13				19.5		0.99	1
Aviation Gasoline	43.72	43.72	44.80	44.3	18.9	19.1	0.99	1
Gasoline	43.72	43.72	44.80	44.3	18.9	18.9	0.99	1
Kerosene	43.13	43.13	44.75	43.8	19.6	19.6	0.99	1
Lubricants	42.19	42.19	40.19	40.2	20.0	20.0	0.99	1
Bitumen	39.61	39.61	40.19	40.2	22.0	22.0	0.99	1
Other Oil Products	40.19	40.19	40.19	40.2	20.0	20.0	0.99	1
Natural Gas	33.15 - 34.03	33.86	33.70	48.0	15.3	15.3	0.995	1
Liquefied Petroleum Gases	46.06	46.06	47.31	47.3	17.2	17.2	0.99	1
Fuel Wood	12.32	12.32	15.00	15.6	29.9	30.5	0.98	1
Agricultural residues	14.67	14.67	15.20		29.9		0.98	1

Source: Instructions for Compiling the Statistical Report nr.1-EB "Energy Balance", approved through Order No. 88 from 03.10.2012 of the Department of Statistics of the RM (<http://www.statistica.md/public/files/Formulare_statistice/2013/industrie_energetica/1_BE.pdf>).

Total Direct GHG Emissions from Energy Sector in the Republic of Moldova within 1990-2013 periods, Gg CO₂ equivalent

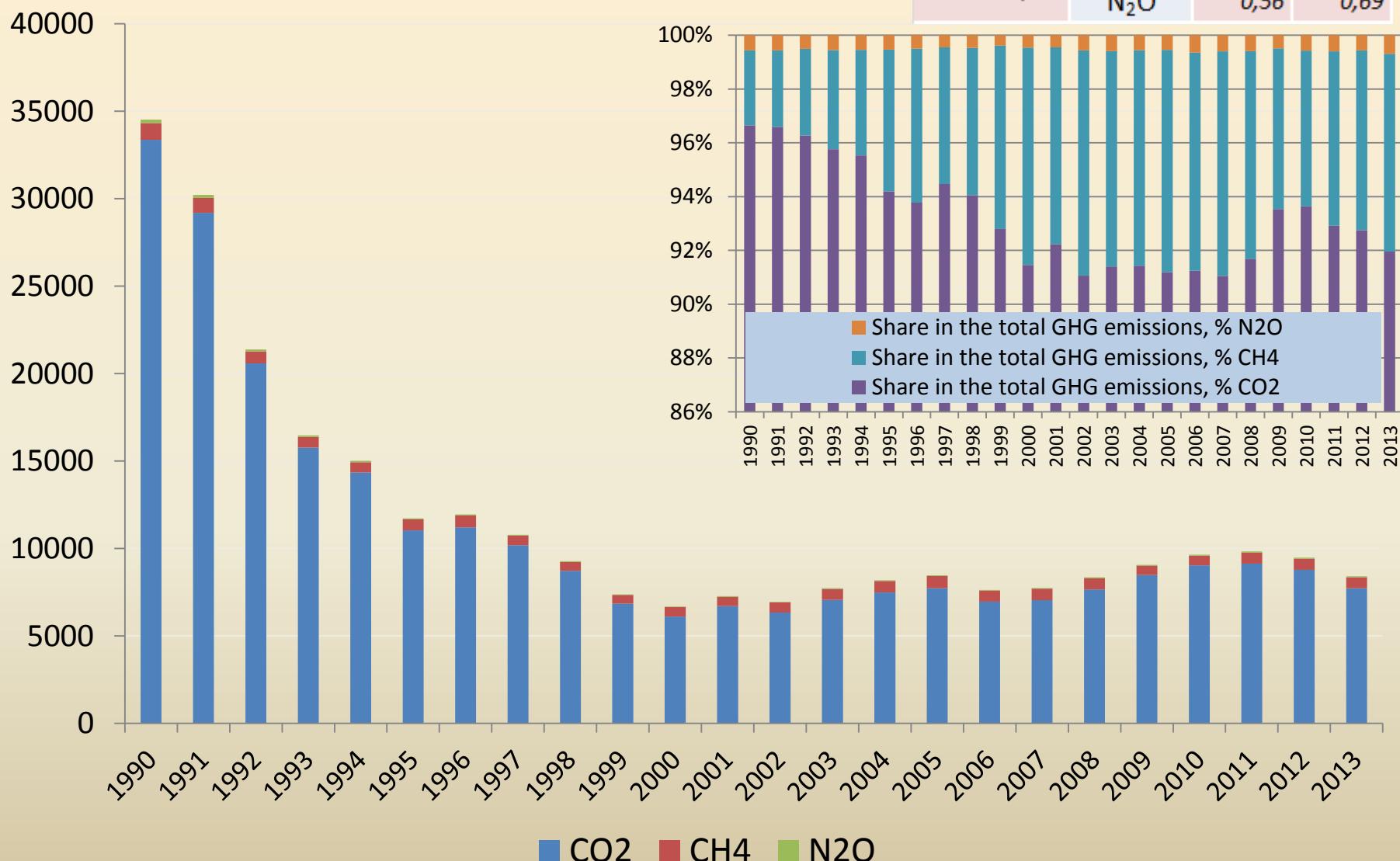
Суммарные эмиссии парниковых газов прямого действия от энергетического сектора в РМ за 1990-2013 г, Гг СО2-эквивалент

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Energy Sector	34521.3158	30221.7163	21378.9094	16472.0623	15018.4635	11722.2406	11947.2474	10788.3762
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Energy Sector	9272.5132	7373.2500	6672.7679	7268.7844	6951.9177	7725.3056	8184.1495	8468.4040
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Energy Sector	7633.3822	7745.5404	8351.4173	9070.9351	9647.3410	9825.4771	9469.0343	8404.6226



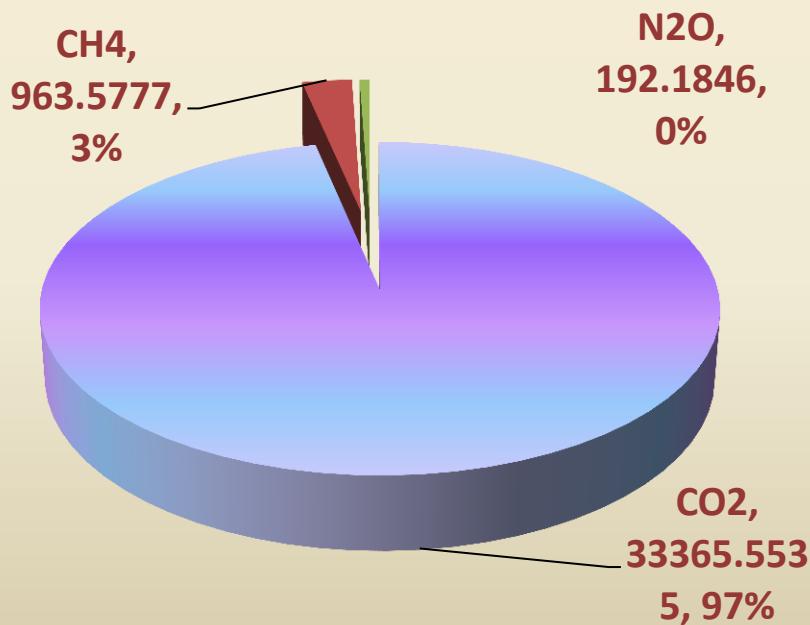
Суммарные эмиссии газов прямого действия по энергетическому сектору за 1990-2013

Гг CO₂-эквивалент

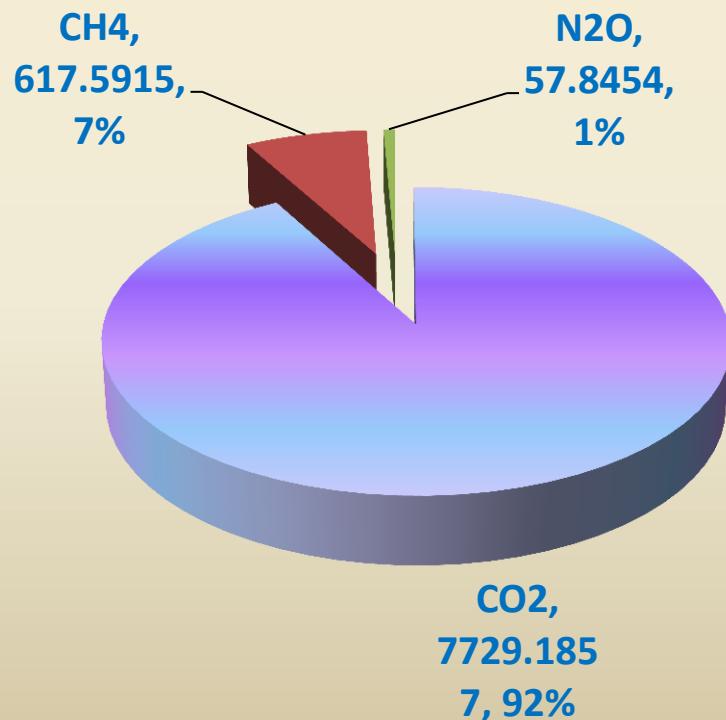


Долевое распределение газов прямого действия в общей сумме выбросов по энергетическому сектору, %

Доли каждого газа прямого действия в суммарных выбросах по энергетическому сектору в 1990 г, Гг CO₂-эквивалента и в %

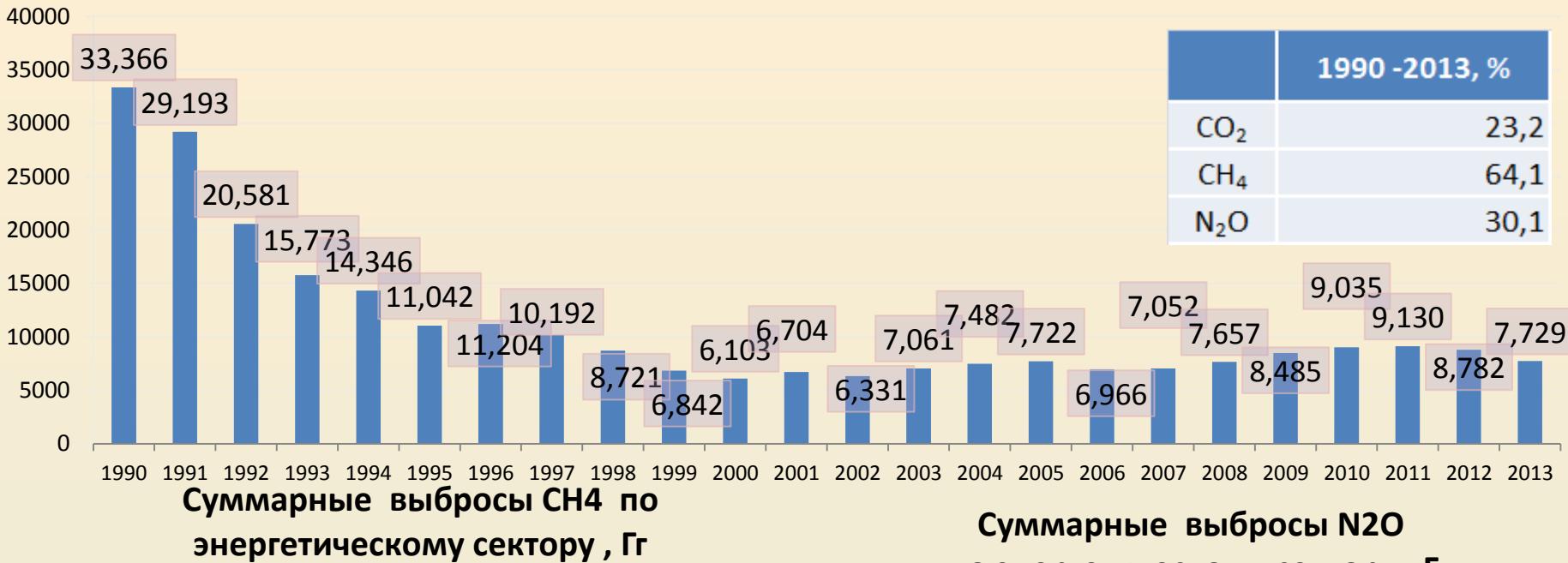


Доли каждого газа прямого действия в суммарных выбросах по энергетическому сектору в 2013 г, Гг CO₂-эквивалента и в %

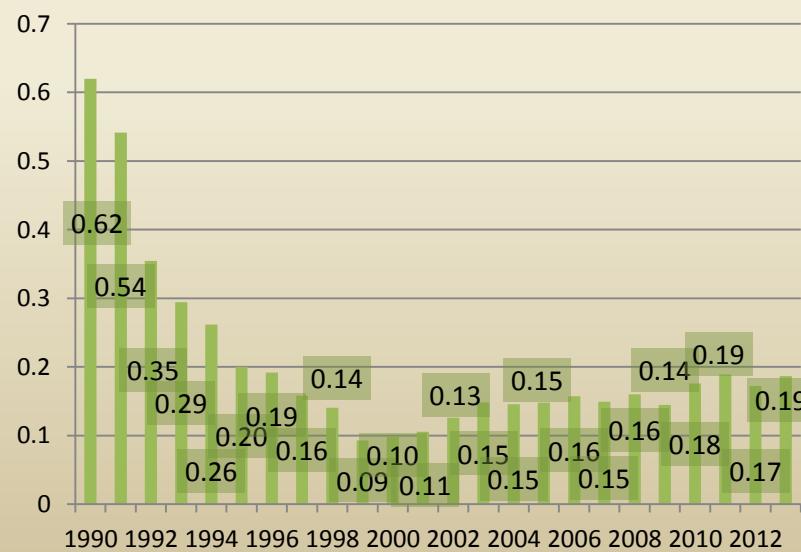


Выбросы в Гг по каждому газу

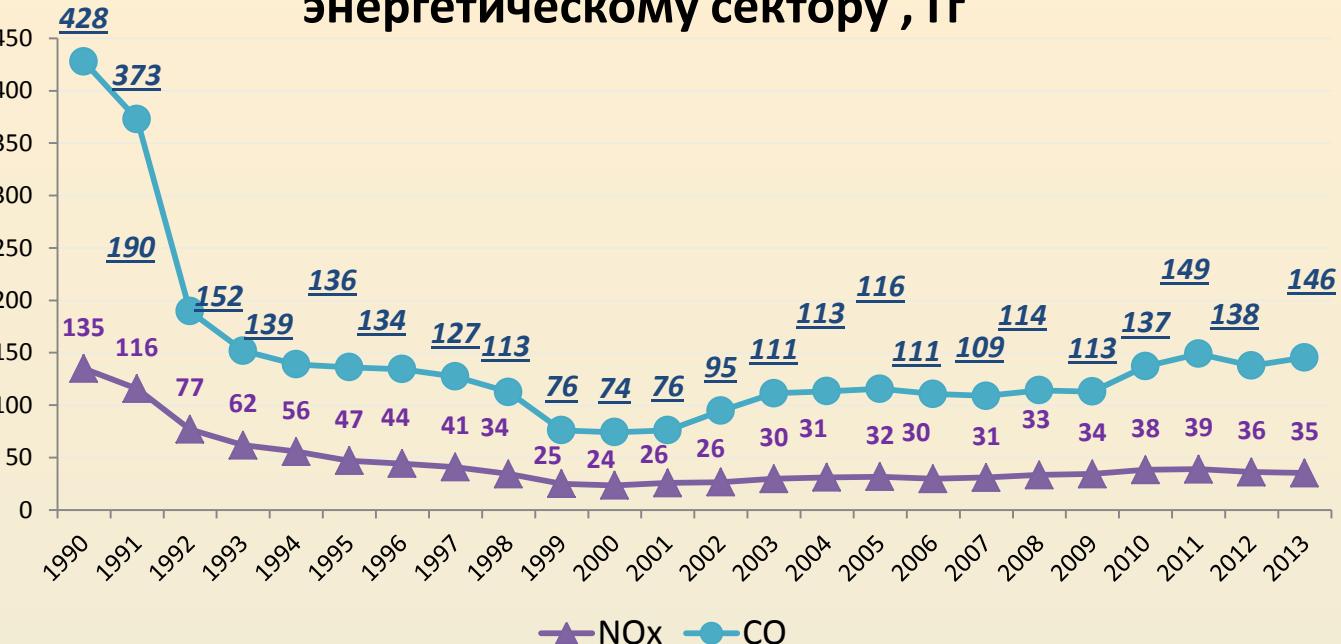
Суммарные выбросы CO₂ по энергетическому сектору , Гг



Суммарные выбросы N₂O по энергетическому сектору , Гг

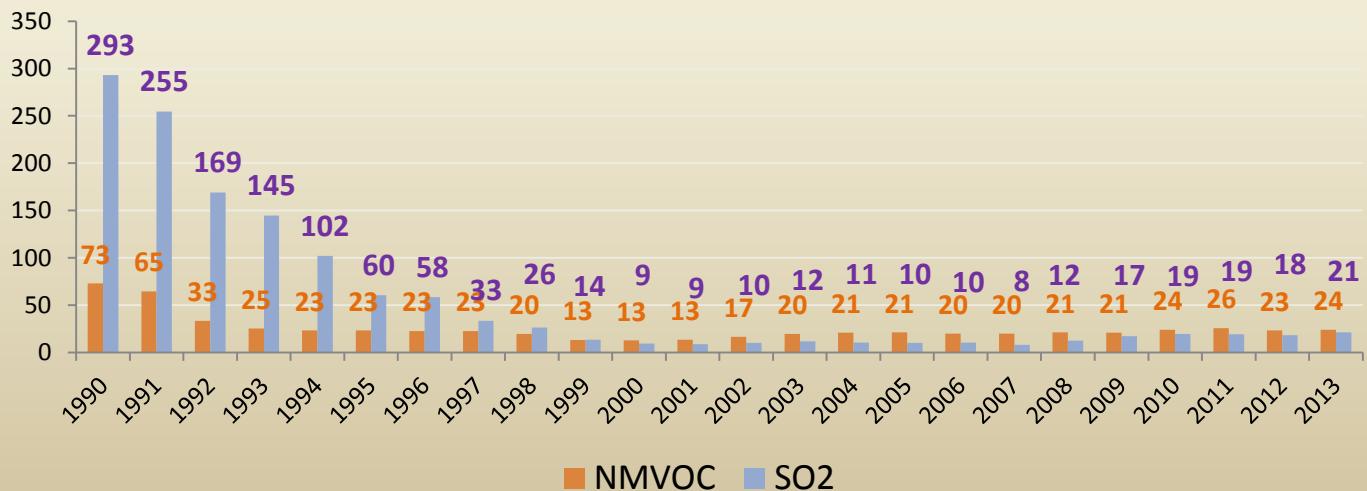


Суммарные выбросы NOx , CO по энергетическому сектору , Гг



1990 -2013, %	
NOx	26,1
CO	34
NM VOC	32,9
SO ₂	7,2

Суммарные выбросы NM VOC , SO2 по энергетическому сектору , Гг

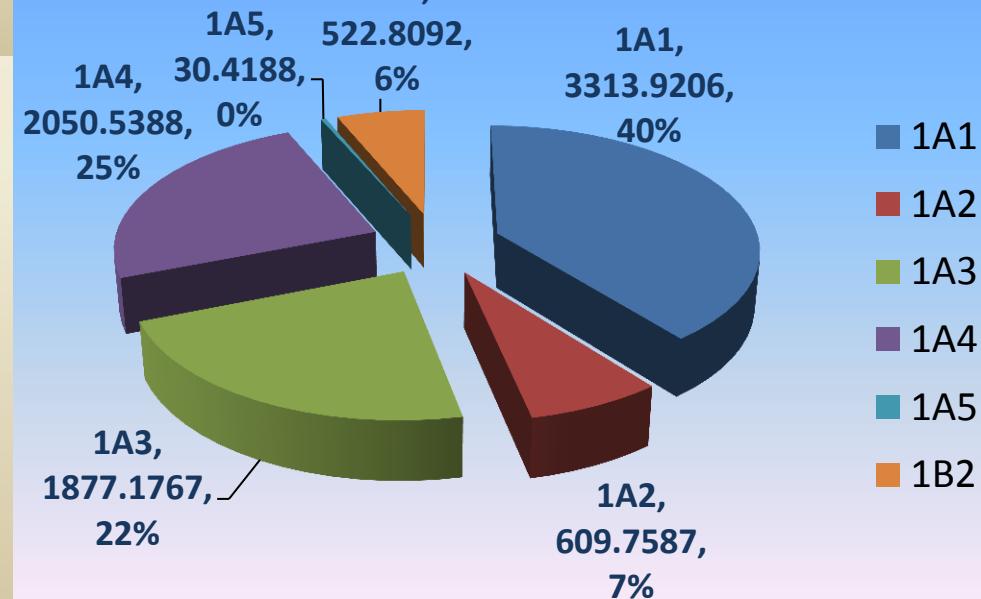


Доля каждого подсектора в выбросах газов прямого действия по модулю "Энергетика", 1990, % , Гт CO2-эквивалент

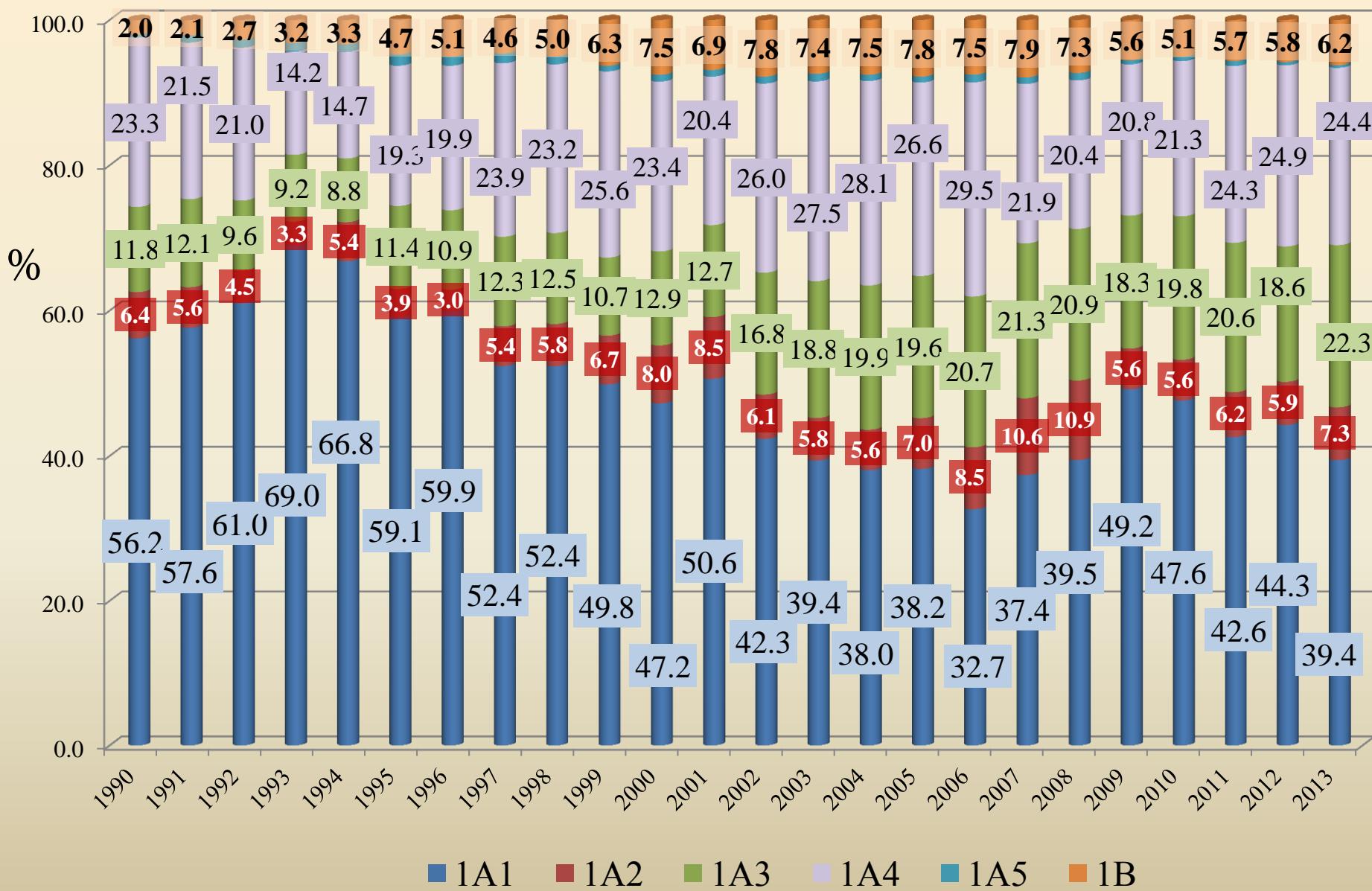


Выбросы по категориям модуля «Энергетика», Гт CO2-эквивалент и в %

Доля каждого подсектора в выбросах газов прямого действия по модулю "Энергетика" 2013, % , Гт CO2-эквивалент

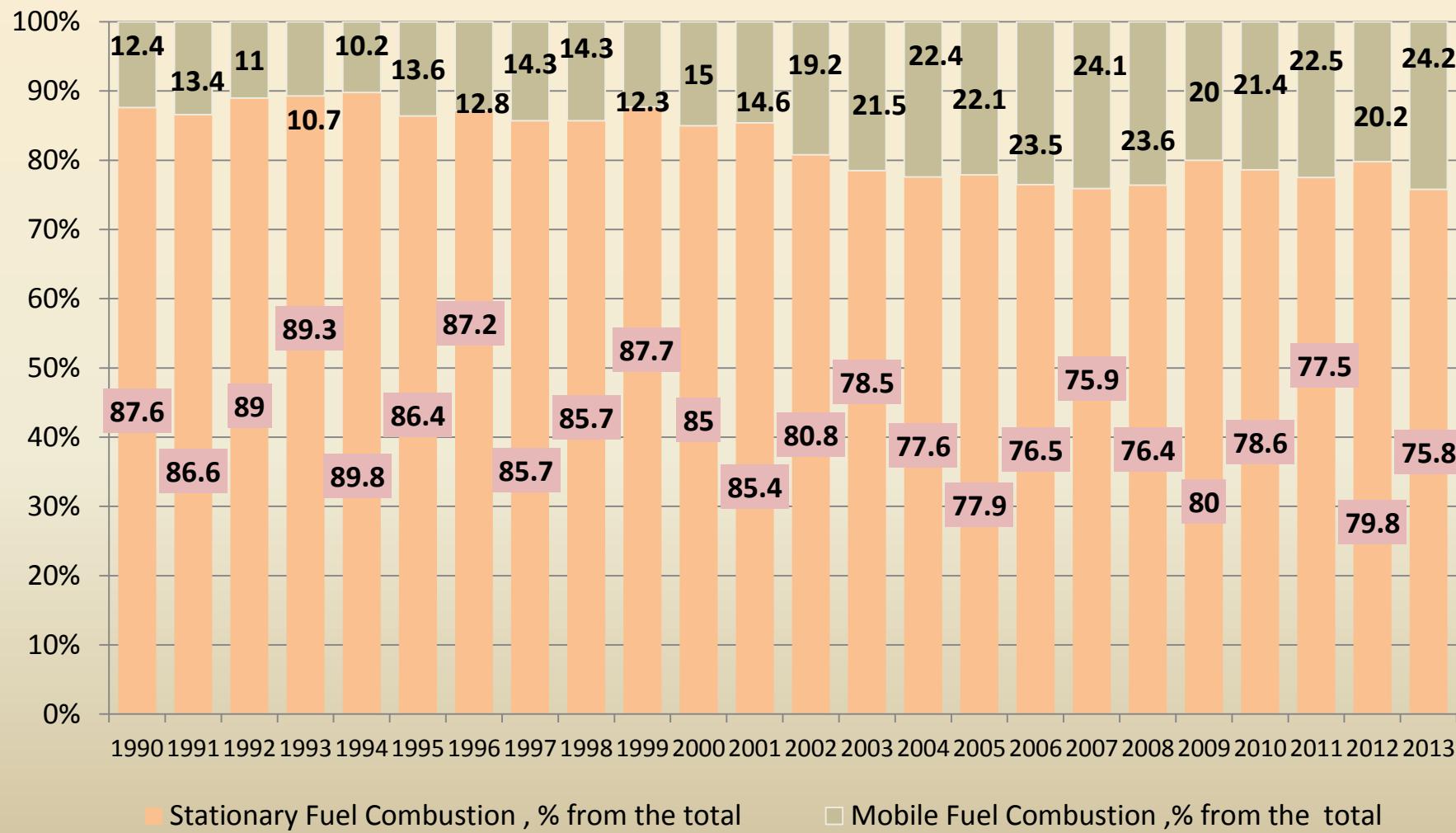


Динамика изменения доли каждого подсектора в суммарных выбросах в СО₂-эквиваленте, Гт , за период 1990-2013 г



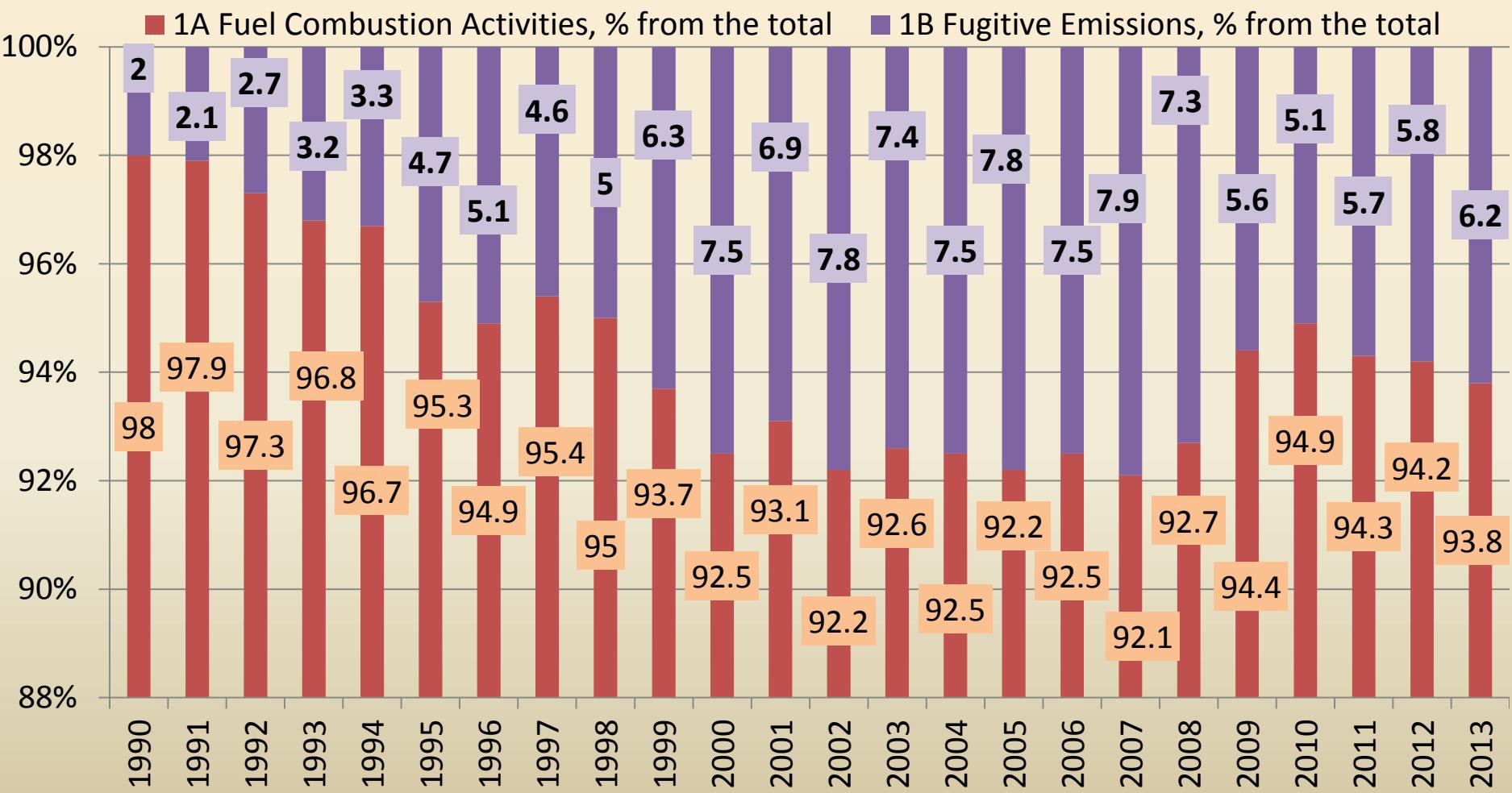
GHG Emissions from the 'Stationary Fuel Combustion' and 'Mobile Fuel Combustion' sub-sectors
in the Republic of Moldova within 1990-2013 periods, %

Соотношение выбросов газов прямого действия при стационарном и мобильном сжигании , %



Direct GHG Emissions from 1A 'Fuel Combustion Activities' and 1B 'Fugitive Emissions' sub-sectors within 1990-2013 periods, Gg CO₂ equivalent

Соотношение летучих эмиссий и при сжигании топлива в суммарном количестве выбросов газов прямого действия в энергетическом секторе , %



Key Categories

Ключевые категории

	ПГ	Категории	Ключевые
1.A.1	CO ₂	CO ₂ твердые топлива	Yes (L, T)
1.A.1	CO ₂	CO ₂ газообразные топлива	Yes (L, T)
1.A.1	CO ₂	CO ₂ жидкые топлива	Yes (T)
1.A.2	CO ₂	CO ₂ Промышленность и Строительство	Yes (L, T)
1.A.3b	CO ₂	CO ₂ Автотранспорт	Yes (L, T)
1.A.3c	CO ₂	CO ₂ Железнодорожный транспорт	Yes (T)
1.A.4a	CO ₂	CO ₂ Коммерческий/институциональный сектор	Yes (L, T)
1.A.4b	CO ₂	CO ₂ Бытовой сектор	Yes (L, T)
1.A.4c	CO ₂	CO ₂ Сельскохозяйственный сектор	Yes (L, T)
1.B.2	CH ₄	CH ₄ Летучие эмиссии от нефти и газа	Yes (L, T)

Неопределённости и временные ряды

- Combined uncertainties as a percentage of total direct sectoral emissions were estimated at circa ±12.3544 per cent.
- The uncertainties introduced in trend in sectoral emissions were estimated at ±3.7942 per cent.

Расчётная таблица неопределённостей по энергетическому сектору (фрагмент)

		IPCC Source Categories	Pollutant	Base Year Emissions (1990)	Year t Emissions (2013)				Type A Sensibility	Type B Sensibility			
						Gg CO ₂ equivalent				%			
1A1	Energy Industries	CO ₂	19332.7655	3308.1821	5	5	7.0711	2.3949	0.0596	0.0946	-0.2980	0.6693	0.7326
1A1	Energy Industries	CH ₄	9.2887	1.3734	5	50	50.2494	0.0071	0.0000	0.0000	-0.0017	0.0003	0.0018
1A1	Energy Industries	N ₂ O	51.2316	4.3651	3	50	50.0899	0.0224	0.0003	0.0001	-0.0142	0.0005	0.0142
1A2	Manufacturing Industries and Construction	CO ₂	2188.7285	607.6708	5	5	7.0711	0.4399	0.0001	0.0174	-0.0006	0.1229	0.1229
1A2	Manufacturing Industries and Construction	CH ₄	2.0005	0.6760	5	50	50.2494	0.0035	0.0000	0.0000	0.0002	0.0001	0.0002
1A2	Manufacturing Industries and Construction	N ₂ O	5.1641	1.4119	3	50	50.0899	0.0072	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0002
1A3	Transport	CO ₂	3926.6606	1835.2651	5	5	7.0711	1.3286	0.0211	0.0525	0.1054	0.3713	0.3860
1A3	Transport	CH ₄	25.4493	6.7267	5	40	40.3113	0.0278	0.0000	0.0002	-0.0004	0.0014	0.0014
1A3	Transport	N ₂ O	104.5052	35.1848	5	50	50.2494	0.1810	0.0002	0.0010	0.0086	0.0071	0.0111
	TOTAL (without „Memo Items”)		34521.3158	8,404.6226					12.3544				3.7942
	TOTAL (with „Memo Items”)		34952.5696	9,767.5393					12.5844				3.8643

Quality Assurance and Quality Control

Обеспечение качества и контроль качества

- Standard verification and quality control forms and check-lists were filled in for the 1A1 ‘Energy Industries’, following a Tier 1 approach (IPCC, 2000).
- verification of activity data ; consulting alternative sources of activity data;
- verification of the units of measure and conversion factors;
- comparison of alternative data sets obtained from various sources of information;
- make recalculations based on the availability of new sources of information compare the results obtained using different calculation methodologies identifying and removing the errors in the calculation tool etc
- The AD and methods used for estimating GHG emissions under the category 1A1 ‘Energy Industries’ were documented and archived both in hard copies and electronically.

Выполнены стандартные процедуры проверки и контроля качества, рекомендуемые для метода уровня 1 , а именно:

- **Проверка данных по деятельности по разным источникам данных;**
- **Проверка единиц измерения и коэффициентов преобразования в энергетические единицы, коэффициентов выбросов;**
- **выполнение пересчетов при появлении дополнительных первичных данных;**
- **сравнение результатов расчетов при применении разных методов расчета;**
- **Выявление и исправление неточностей, ошибок и пересчеты.**
- **Документирование всей первичной информации и результатов промежуточных расчетов, проверочных расчетов в электронной версии и на бумаге;**

Верификация данных по деятельности

- Данные по потреблению топлива используются по ТЭБ, которые публикуются книгами (с 2005) и в формате MS DOS. Практически ежегодно **форматы ТЭБ**, изданных книгами, **меняются по структуре и информативности**, в связи с чем необходима предварительная работа по их изучению. В последних изданиях имеются изменения для предыдущих лет, по которым уже были опубликованы значения потребления топлива. ТЭБ формате MS DOS сохраняет свою структуру, но его нет в свободном доступе.
- **Данные из статистических ежегодников левобережного региона не содержат топливно-энергетических балансов**, а содержат только значения потреблённых топлив только **для ряда топлив** (уголь, мазут, древесина, сжиженный газ, бензин, дизельное топливо) и **отдельных секторов** (при производстве электроэнергии, в сельском хозяйстве, бытовом секторе). Вся имеющаяся фрагментарная информация по ЛБ задействована в расчётах и ведётся упорядоченный учёт данных по топливам ЛБ.
- Учёт **природного газа** осуществляется наиболее полно по обоим регионам для всех подсекторов и предоставляется АО «Молдовагаз» по запросам.
- Надо отметить, что ситуация постепенно улучшается по статистическому учёту по левобережному региону

Верификация единиц измерения и коэффициентов преобразования в энергетические единицы, коэффициентов выбросов

- Временные ряды данных представляются в одинаковых единицах измерения. В некоторых случаях **необходима предварительная подготовка первичных данных**, которые приведены в других единицах измерения. Так , например, в ТЭБ-2013 (книгой) природный газ был представлен только в ТДж, аналогичная ситуация была по биомассе.
- Для некоторых секторов **по формату Soft необходимо представление в других единицах измерения**, в связи с чем необходимы предварительные пересчёты первичных величин (биомасса - древесина , древесные и сх. остатки, утечки природного газа) .
- Коэффициенты выбросов приняты **по умолчанию** согласно Руководств МГЭИК 1996 (издания 1997) и 2006 , использованы рекомендации Гида по эффективной практике, 2000.
- Коэффициенты преобразования в энергетические единицы приняты **национальные**, с использованием тех, которые употребляются в Национальном бюро статистики.
- Используются данные Таможенной службы по топливам - % содержания серы в нефтепродуктах, месторождения поставок углей.

Consulting various alternative sources of activity data

Использование альтернативных источников информации

- Для каждого цикла инвентаризации готовятся и посылаются **запросы** во все организации энергетического комплекса- на ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, Бельцкую ТЭЦ, ГП Молдэлектрика, АО «Термоком», Министерство Транспорта и коммуникаций, МВД, Администрацию Гражданской авиации, Таможенную службу , Национальное бюро статистики и другие
- Изучается информация, представленная **на официальных сайтах** организаций энергетики;
- Изучается **другая доступная информация** - национальные доклады, выступления, публикации и др.

Comparison of alternative data sets obtained from various sources

Сравнение рядов данных по разным источникам

- Для всех категорий, для которых имеются ряды данных по разным источникам, осуществляется анализ расхождений, выявление причин (по возможности), и **выбор базового источника информации**.
- Для ряда категорий выбран в качестве базовых использованы не данные ТЭБ, а данные , полученные в письмах – запросах (железнодорожный транспорт, водный транспорт, авиация) ввиду того, что указанные количества сожжённых топлив в значительной мере превышают количества, указанные в ТЭБ. **Такой подход направлен на максимальный учёт количеств топлив и снижение неопределённостей в оценке выбросов .**
- Для некоторых категорий информация , полученная по письмам-запросам, вообще является единственной - водный транспорт, военный транспорт.

Undertake recalculations based on the availability of new information

Обоснование перерасчетов на базе новой информации

- В каждом цикле инвентаризации осуществляется расчёт выбросов **для нескольких новых лет**, прошедших с момента предыдущего цикла;
- Для них осваивается **новая информация по потреблению топлив** по всем доступным источникам и дополняются временные ряды;
- **Ряды данных** для предыдущих лет **перепроверяются**, так как бывают изменения в статистических источниках, в связи с чем осуществляется обновление первичных данных ;
- осуществляются попытки собрать **более детальную информацию** по каждой категории источников для повышения точности и качества расчётов;
- Выявляются ошибки, чаще всего **механические** (например, смещение строк, подстановка данных не для того года, недоучёт какого-то значения в сумме и т.п.)
- Осуществляются действия по освоению **методов более высокого уровня** – в настоящее время имеется наработки по применению метода 3 для 1А1, освоена программа Коперт для расчёта выбросов от автотранспорта (метод 3), имеются необходимые данные для расчёта по методу 2 для железнодорожного транспорта, изучен метод 3 для международной авиации и выполнен контрольный расчёт, ведётся работа по освоению метода более высокого уровня по летучим выбросам
- Степень результативности применения методов более высокого уровня зависит от категории источников выбросов и величин эмиссий в ней . Для ключевых категорий необходимы методы более высокого уровня.

Comparing the results obtained using different methodologies

Сравнение полученных результатов при применении разных методов

В текущем цикле инвентаризации применён **метод уровня 1** для всех категорий, за исключением международной авиации- метод 2б.

- Во время работы по данному циклу выполнена работа по освоению **метода 3** для **1А1** (разработаны таблицы необходимых первичных данных, разработаны таблицы-запросы на предприятие, на которые данные предприятия предоставили (для ПБ), трудность- в отсутствии таких же данных по ЛБ. Сравнение с результатами по методу 1 показали для ПБ, что метод можно использовать . Трудность- в отсутствии таких же данных по ЛБ региона, в котором находится самый крупный источник выбросов по 1А1;
- Во время работы по данному циклу выполнена работа по освоению **метода 3 для международной авиации** (изучен метод, подготовлены ряды первичных данных , разработаны специальные расчётные таблицы, проведены контрольные расчёты для одного типа самолёта, работа трудоёмкая и длительная ; Сравнение с результатами по методу 2б показали, что метод даёт меньшие величины выбросов на 27-40% для разных газов, то есть более точен. Трудность - большой объем работы , необходимость разработки специальных расчётных таблиц для ускорения работы. Данная категория не является ключевой, поэтому вопрос о применении достаточно сложного метода является открытым.

Планируемые улучшения

- переход на методологию более высокого уровня для 1A1, 1A3 Автотранспорт, 1B2, международной авиации;
- расширение временного ряда в Левобережном регионе по видам топлива и по годам;
- Более подробно планируемые улучшения приведены по каждому сектору в соответствующих презентациях

Thank you for attention!
Спасибо за внимание!